

УДК 621.43.004
UDC 621.43.004

ВПЛИВ СПОСОБУ РЕГУЛЮВАННЯ ДВИГУНА КТЗ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА ЗА УМОВ НЕУСТАЛЕНИХ РЕЖИМІВ РУХУ

Говорун А.Г., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Павловський М.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна
Куций П.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

INFLUENCE OF A WHEELED VEHICLE ENGINE CONTROL MODE ON FUEL CONSUMPTION UNDER UNBALANCED CONDITIONS OF MOVEMENT

Govorun A.G., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Pavlovskiy M.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kutsyy P.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА РЕГУЛИРОВКИ ДВИГАТЕЛЯ КТС НА РАСХОД ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ

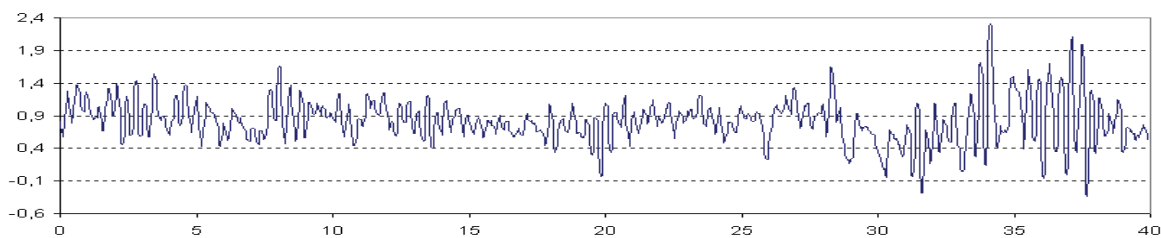
Говорун А.Г., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Павловский М.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет,
Киев, Украина
Куций П.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Для колісних транспортних засобів (КТЗ) характерна робота на різних режимах основними з яких є неусталені режими руху [1,2,3,4,5,6]. Режими роботи двигунів КТЗ залежать як від зовнішніх факторів, так і від конструктивних параметрів окремих вузлів і систем двигуна.

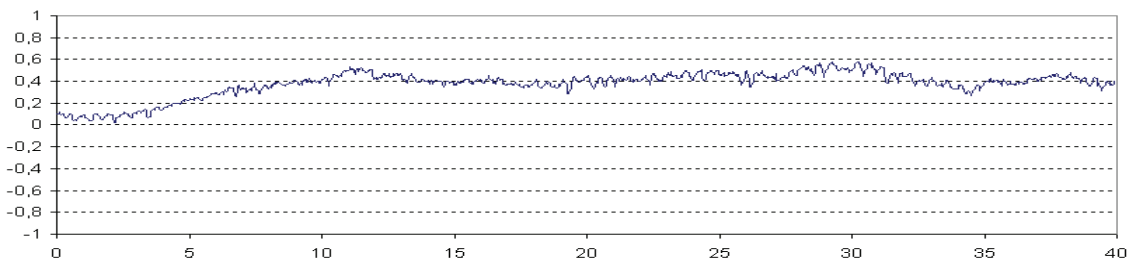
На універсальних КТЗ сільськогосподарського призначення найбільше поширення отримали всережимні механічні регулятори, які при виконанні технологічних сільськогосподарських операцій підтримують приблизно постійно швидкість руху. Однак всережимні регулятори мають суттєвий недолік, який заключається в тому, що за неусталених режимів роботи двигуна збільшується амплітуда коливань рейки паливного насоса високого тиску (ПНВТ), тобто амплітуда коливань крутного моменту та амплітуда коливань кутової швидкості колінчатого вала двигуна.

Такий недолік практично відсутній в гранично-всережимному регуляторі [7]. В цьому регуляторі передбачено обмеження переміщення рейки ПНВТ в сторону збільшення подачі палива в коливальному процесі на всіх заданих швидкісних і навантажувальних режимах. Це дозволяє зменшити амплітуду коливань навантаження двигуна, безперервна зміна якої приводить до втрат частини енергії в незворотній формі в коливальній системі на демпфування (опір коливанням) [8].

Дослідження [8] показали, що при русі трактора МТЗ-80 з однаковою швидкістю по мірній ділянці поля з фіксованим положенням важеля керування подачею палива (налаштування регулятора), за всережимного регулювання частоти обертання двигуна витрата палива на 15,7 % більша ніж при двохранжимному регулюванні. На рис. 1 показані фрагменти осцилограм коливань рейки ПНВТ при русі КТЗ мірною ділянкою поля з всережимним та двохранжимним регуляторами [8]. При цьому середнє значення амплітуди коливань рейки паливного насоса з всережимним регулятором в 5 разів більше ніж з двохранжимним регулятором.



a)

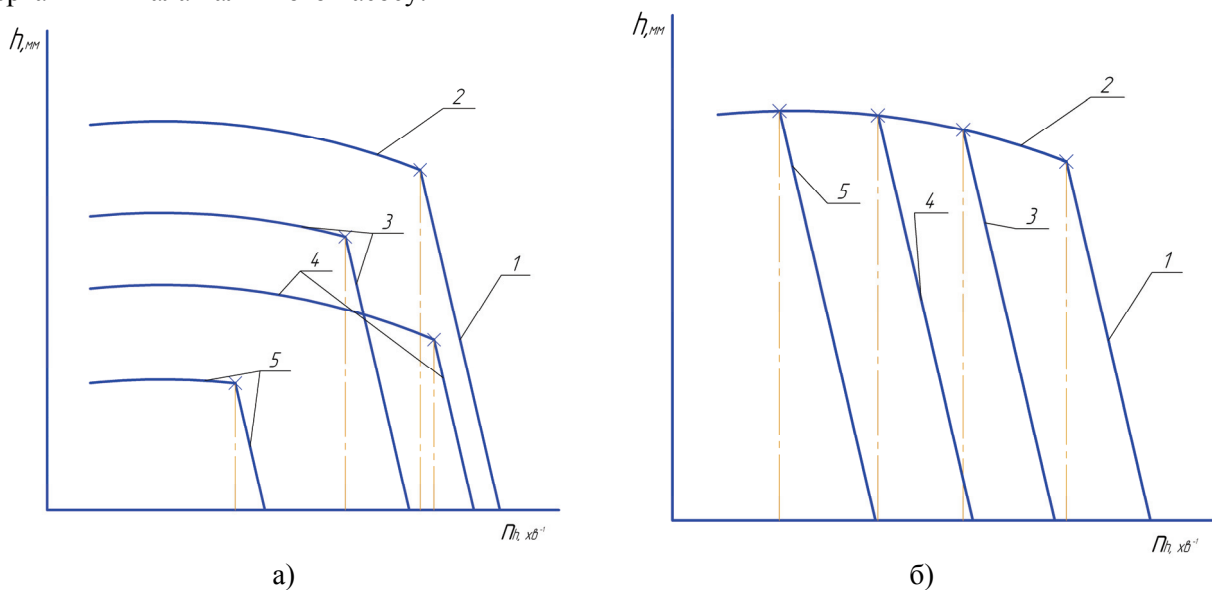


б)

Рисунок 1 – Осцилограми коливань рейки ПНВТ при русі трактора МТЗ-80 з різними регуляторами: а) всережимним, б) дворежимним

На кафедрі «Двигуни і теплотехніка» НТУ був розроблений макетний зразок гранично-всережимного регулятора на базі всережимного регулятора паливного насосу 4-УТНМ [2].

На рис. 2 показані зовнішня і часткові швидкісні характеристики зміни координати рейки h рейки паливного насосу при гранично-всережимному і всережимному регулюванні від частоти обертання n вала паливного насосу.



а)

б)

Рисунок 2 – Швидкісні характеристики зміни координати рейки паливного насосу: а) з гранично-всережимним регулятором; б) з всережимним регулятором

На характеристиках показано: 1 – зовнішня регуляторна характеристика; 2 – зовнішня безрегуляторна характеристика; 3,4,5 – часткові безрегуляторні (а) і регуляторні характеристики; x – зони можливих налаштувань регулятора в навантажувальних і швидкісних режимів роботи двигуна з гранично-всережимним регулятором.

В гранично-всережимному регуляторі зміна швидкісного режиму здійснюється важелем ручного керування з сектором-фіксатором. Зміна налаштування навантаження (при заданому швидкісному) режимі здійснюється традиційним для КТЗ способом – зміною положення педалі керування. Такий комбінований спосіб управління регулятором забезпечує приблизно постійну швидкість руху КТЗ, що необхідна для виконання технологічних сільськогосподарських операцій, а також зменшує амплітуду коливань рейки паливного насосу при зміні моменту опору руху.

При виконанні КТЗ транспортних робіт керування двигуном здійснюється граничним регулюванням, тобто як при дворежимному регулюванні.

Крім того в залежності від налаштування швидкісного режиму регулятор стає комбінованим, забезпечуючи на частині швидкісних режимів всережимне регулювання, а на частині – двухрежимне.

Так як при виконанні практично всіх видів сільськогосподарських робіт, а також при русі КТЗ по ґрунтовій дорозі на колінчастий вал двигуна діють безперервно змінні по амплітуді і частоті моменти опорів, що приводить до коливань кутової швидкості колінчастого валу, і, як наслідок, до коливань рейки паливного насосу (крутного моменту). При всережимному регулюванні має місце підсилення коливань рейки, що обумовлюється особливістю його конструкції і принципом роботи всережимних регуляторів.

Порівняльна оцінка паливної економічності двигуна Д-241 з всережимним і гранично-всережимним регуляторами виконувалась визначенням миттєвої витрати палива при русі трактора МТЗ-80 з постійною швидкістю на 3-ій передачі за фіксованого положення важеля керування подачею палива по ґрунтовій дорозі з різними значеннями нерівностей мікропрофіля.

При русі трактора ґрунтовою дорогою миттєву витрату палива визначаємо об'ємним витратоміром моделі EDM 1403, електричний сигнал від якого подавався через USB Oscilloscope на портативний ПЕОМ. Час заміру, заданий конструкцією датчика, об'ємної дози палива коливалась від 0,8 до 3 сек. В залежності від величини циклової подачі палива, період замірювання об'ємної дози складав від 6 до 30 обертів колінчатого валу двигуна.

Дослідження проводились в два етапи. На першому етапі визначались зміни витрати палива трактором з всережимним регулятором частоти обертання колінчатого валу двигуна, при русі по ґрунтовій дорозі з різними нерівностями мікропрофілю дороги.

На рис. 3 і 4 показані фрагменти залежностей зміни витрати палива при русі трактора з всережимним регулятором по ґрунтовій дорозі, з різною ступінню нерівностей покриття, представлені у вигляді гістограм «миттєвої» витрати палива, G л/год.

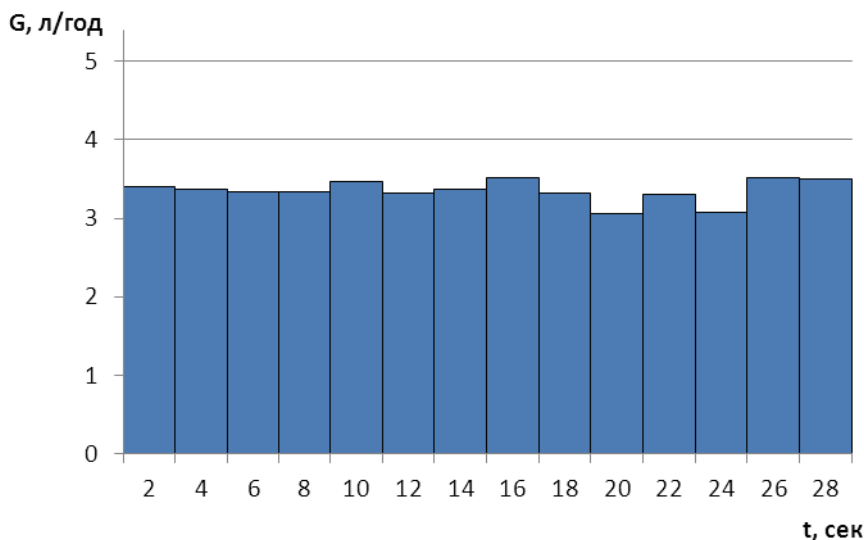


Рисунок 3 – Зміна витрати палива трактора МТЗ-80 при русі по ґрунтовій дорозі без значних нерівностей мікропрофілю дороги при всережимному регулюванні двигуна. $G_{ср}=3,35$ л/год.

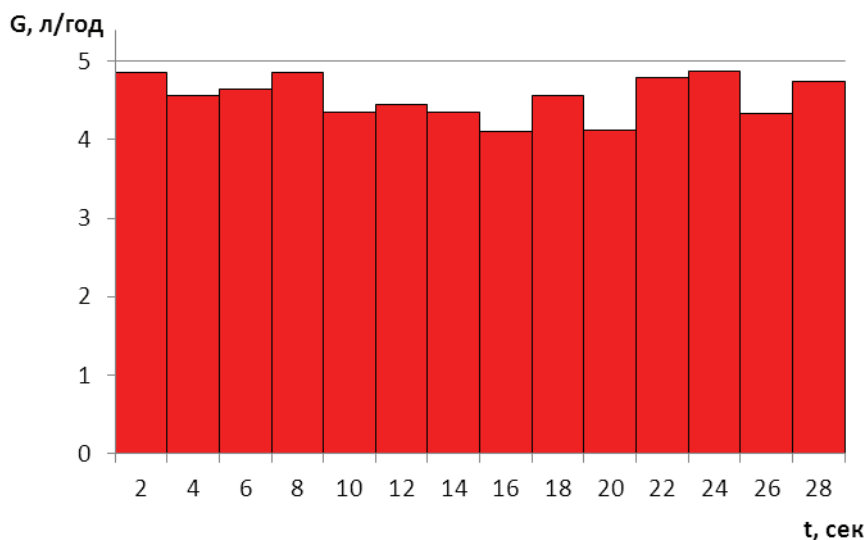


Рисунок 4 – Зміна витрати палива трактором МТЗ-80 по ґрунтовій дорозі з значними нерівностями мікропрофілю дороги при всережимному регулюванні двигуна. $G_{ср}=4,54$ л/год.

Аналіз залежностей (Рис. 3 і 4) показує, що від ступені нерівномірності мікропрофілю дороги змінюється витрата палива. Для прикладів, що розглядаються, при русі з всережимним регулятором КТЗ по ґрунтовій дорозі з значними нерівностями мікропрофілю (яма, вибоїни) збільшується амплітуда коливань моменту опору підвищуючи, тим самим, витрату палива приблизно на 26%.

На другому етапі досліджень виконувалась порівняльна оцінка зміни витрати палива трактором при роботі з всережимним і гранично-всережимним регулятором на дорогах з значними і незначними нерівностями мікропрофілю дороги.

На рис. 4 показана гістограма «миттєвих» значень витрати палива при русі КТЗ по дорозі з незначними нерівностями мікропрофілю дороги з гранично-всережимним регулюванням двигуна, а на рис. 5 – з значними нерівностями мікропрофілю дороги.

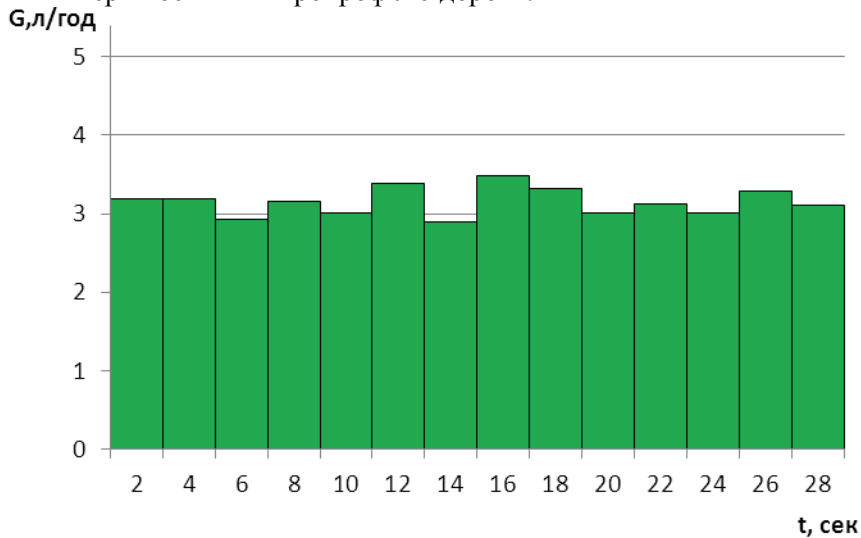


Рисунок 5 – Зміна витрати палива трактора МТЗ-80 при русі по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями мікропрофілю дороги з гранично-всережимним регулюванням двигуна. $G_{\text{ср}}=3,15$ л/год.

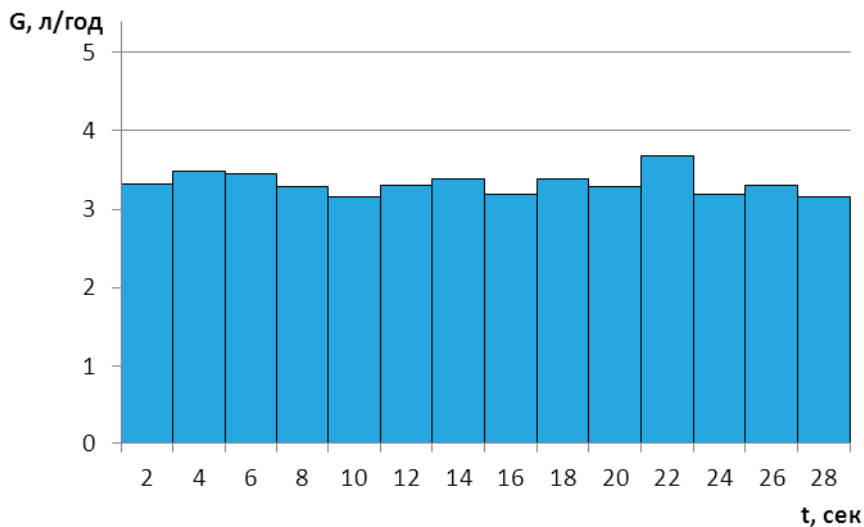


Рисунок 6 – Зміна витрати палива трактором МТЗ-80 при русі по ґрунтовій дорозі з значними нерівностями мікропрофілю дороги при гранично-всережимному регулюванні двигуна. $G_{\text{ср}}=3,32$ л/год.

Порівняльний аналіз результатів досліджень (рис. 3, 5) показує, що при русі КТЗ по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями витрата палива двигуном з гранично-всережимним регулятором приблизно на 6% менше ніж з всережимним регулятором, по ґрунтовій дорозі з значними нерівностями мікропрофіля дороги зниження витрати палива двигуном КТЗ з гранично-всережимним регулятором (рис. 4 і 6) складає близько 25%.

Таким чином, аналіз результатів досліджень по визначенню впливу способу регулювання частоти обертання двигуна КТЗ (всережимного і гранично-всережимного) на витрату палива при русі з постійною швидкістю і фіксованим положенням важеля керування подачею палива по ґрунтовій дорозі з різним станом мікропрофіля її поверхні показав, що при незначних нерівностях (вкатана ґрунтова дорога) поверхні дороги витрата палива з гранично-всережимним регулятором менше ніж з всережимним приблизно на 6%, при значних нерівностях (вибоїни, ями) економія палива з гранично-всережимним регулятором складає близько 25%. Крім того встановлено, що чим незадовільніший стан мікропрофілю дороги, тим більше відносна економія палива двигуном КТЗ з гранично-всережимним регулятором.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ждановський Н.С. Неустановившіся режими поршневих і газотурбінних двигателів автотранспортного типу./Ждановський Н.С., Коврыгин А.И., Шкрабак В.С., Соминич А.В.//Л., Машиностроение (Ленинградское отд-ние). 1974. 224 с.
2. Архангельский В.М. Работа карбюраторных двигателей на неустановившихся режимах./Архангельский В.М., Злотин Г.Н.// М.: Машиностроение, 1979. – 152 с.
3. Акатов Е.И. Работа автомобильного двигателя на неустановившемся режиме. / Акатов Е.И. и др. // Л.: Машгиз, 1960, 256 с.
4. Великанов Д. Изучение эксплуатационных режимов работы автомобильного двигателя / Великанов Д., Бернацкий В. // Автомобильный транспорт, 1960. №4, с. 40-44.
5. Болтинский В.Л. О работе машинотракторных агрегатов на повышенных скоростях. / Болтинский В.Л., Генрихович М.И., Кожен Е.А. // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1959, №3, с. 1-19.
6. Настенко Н.Н. Автоматизация производственных процессов в сельском хозяйстве. / Настенко Н.Н., Борошок Л.А. // Машгиз, М. – К., 1963.
7. Говорун А.Г. Регулятор частоты обертання двигуна внутрішнього згоряння. / Говорун А.Г., Корпач А.О., Куций П.В.// Патент на корисну модель UA №58405, МПК, F02D 1/04. Заявка №u201011574 від 29.09.2010, опубл. Бюл. №7, 11.04.2011.
8. Говорун А.Г. Результати польових випробувань трактора МТЗ-80 з різними способами регулювання дизеля /Говорун А.Г., Корпач А.О., Сельский М.П., Куций П.В.// Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – №1 (10). – С. 110-115.

REFERENCES

1. Zhdanovsky N.S. Unstable modes of piston and gas-turbine engines of motor type. / Zhdanovsky N.S., Kovrygin A.I, Shkrabak V.S, Sominich AV.// L., Mashynosroeny (Leningrad otel). 1974. 224 p. (Rus)
2. Arkhangelsky V.M. Operation of carburetor engines under conditions of unstable modes. / Arkhangelsky V.M., Zlotyn G.N. // М.: Mashynostroenie, 1979. – 152 p. (Rus)
3. Akatov E.I. Operation of the engine under conditions of unstable modes. / Akatov E.I. and others // L.: Mashgiz, 1960, 256 p. (Rus)
4. Velykanov D. Study of exploitation regimes of work of the automobile engine / Velykanov D., Bernatsky V. // Automobile transport, 1960. № 4, p. 40-44. (Rus)
5. Boltynskyy V.L . On the operation of motor-tractor units on high speeds. / Boltynskyy V.L., Henryhovych M.I, Kozhen E.A. // Mehanyzatsyya i Elektrifikatsiya sotsyalystycheskoho selskogo hozajstva, 1959 , № 3, p. 1-19 . (Rus)
6. Nastenko N.N. Automatization of manufacturing activities in agricultural industry. / Nastenko N.N., Boroshok L.A. //Mashgiz, M. – K., 1963. (Rus)
7. Govorun A.G. Frequency rotation governor of an internal-combustion engine. / Govorun A.G., Korpach A.O, Kutsyy P.V.//Patent on a useful model UA №58405, МПК, F02D 1/04. Application №u201011574 from 29.09.2010, publ. Bull. №7, 11.04.2011. (Ukr)
8. Govorun A.G. Results of field study of the tractor MTZ -80 with different modes of diesel governing/ Govorun A.G., Korpach A.O, Selskiy M.P., Kutsyy P.V.//Visti Avtomobilno-dorozhnogo instytutu. – №1 (10). – С. 110-115. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Вплив способу регулювання двигуна КТЗ на витрату палива за умов неусталених режимів руху / А.Г. Говорун, М.В. Павловський, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2013. – Вип. 28.

В статі наведено результати порівняльної оцінки паливної економічності двигуна Д-241 з всережимним і гранично-всережимним регуляторами. Оцінка виконувалась при русі трактора МТЗ-80 з постійною швидкістю на 3-ій передачі за фіксованого положення важеля керування подачею палива по ґрунтовій дорозі з різними значеннями нерівностей мікропрофіля з гранично-всережимним та всережимним регулюванням дизеля трактора.

Витрату палива визначали об'ємним витратоміром моделі EDM 1403, електричний сигнал від якого подавався через USB Oscilloscope на портативний ПЕОМ. Проведено дослідження по визначенню впливу способу регулювання частоти обертання двигуна КТЗ (всережимного і гранично-всережимного) на витрату палива при русі з постійною швидкістю і фіксованим положенням важеля

керування подачею палива по ґрунтовій дорозі з різним станом мікропрофіля її поверхні. Час заміру, заданий конструкцією датчика, об'ємної дози палива коливався від 0,8 до 3 сек. В залежності від величини циклової подачі палива, період замірювання об'ємної дози складав від 6 до 30 обертів колінчатого валу двигуна.

Під час проведення досліджень визначались зміни витрати палива трактором з всережимним регулятором частоти обертання колінчатого валу двигуна, при русі по ґрунтовій дорозі з різними нерівностями мікропрофілю дороги. На другому етапі – виконувалась порівняльна оцінка зміни витрати палива трактором при роботі з всережимним і гранично-всережимним регулятором на дорогах з значними і незначними нерівностями мікропрофілю дороги.

Аналіз результатів досліджень показав, що при незначних нерівностях поверхні дороги витрата палива з гранично-всережимним регулятором менше ніж з всережимним. Крім того було встановлено, що чим незадовільніший стан мікропрофілю дороги, тим більше відносна економія палива двигуном КТЗ з гранично-всережимним регулятором.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОЛІСНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ДВИГУНА, ВАЖІЛЬ КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ ПАЛИВА, МІКРОПРОФІЛЬ ДОРОГИ.

ABSTRACT

Govorun A.G., Pavlovskiy M.V., Kutsyy P.V. Influence of a wheeled vehicle engine control mode on fuel consumption under unbalanced conditions of movement. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2013. – Vol. 28.

The article presents the results of the comparative evaluation of fuel efficiency of an engine D-241 with all-range and marginal all-range governors. Evaluation was performed by driving the tractor MTZ -80 with constant speed on the third gear with a fixed position of a fuel pump lever on a country road with different rate of microprofile inequalities with all-range and marginal all-range governing of a tractor diesel.

Fuel consumption was measured with volume flow meter, model EDM 1403, an electrical signal from which was fed via USB Oscilloscope on a portable PC. A study was conducted to determine the impact of a wheeled vehicle engine rotation frequency governing mode (all-range and marginal all-range) on fuel consumption when driving at a constant speed with a fixed position of a fuel pump lever on a country road with different rate of microprofile inequalities. Time measurement, fixed with the design of the sensor, the volume of fuel dose ranged from 0.8 to 3 seconds. Depending on the rate of the cyclic fuel delivery, period of the volume dose metering ranged from 6 to 30 revolutions of the crankshaft of the engine.

During the study were determined changes in fuel consumption of a tractor with all-range governor of engine crankshaft rotation frequency when driving on a country road with different rate of microprofile inequalities. On the second stage was performed comparative evaluation of changes in fuel consumption of a tractor operating with all-range and marginal all-range governors on roads with significant and minor microprofile irregularities.

Analysis of the results of the research showed that with minor irregularities of the road fuel consumption with a marginal all-range governor is lower than with an all-range one. In addition, it was found that the worse road microprofile conditions are, the higher is relative fuel economy of a wheeled vehicle with a marginal all-range governor.

KEY WORDS: WHEELED VEHICLE, FUEL EFFICIENCY, GOVERNOR OF ENGINE ROTATION FREQUENCY, FUEL PUMP LEVER, ROAD MICROPROFILE.

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Влияние способа регулировки двигателя КТС на расход топлива в условиях неустановившихся режимов движения / А.Г. Говорун, М.В. Павловский, П.В. Куцый // Вестник Национального транспортного университета. – К. : НТУ, 2013. – Вып. 28.

В статье приведены результаты сравнительной оценки топливной экономичности двигателя Д - 241 с всережимным и предельно-всережимным регуляторами. Оценка выполнялась при движении трактора МТЗ -80 с постоянной скоростью на 3-ей передаче при фиксированном положении рычага управления подачей топлива по ґрунтовой дороге с различными значениями неровностей микропрофіля с предельно-всережимным и всережимным регулированием дизеля трактора.

Расход топлива определялся объемным расходомером модели EDM 1403, электрический сигнал от которого подавался через USB Oscilloscope на портативный ПЭВМ. Проведены исследования по определению влияния способа регулирования частоты вращения двигателя КТС (всережимного и предельно-всережимного) на расход топлива при движении с постоянной скоростью и фиксированным положением рычага управления подачей топлива по ґрунтовой дороге с различным

состоянием микропрофиля ее поверхности. Время замера, заданной конструкцией датчика, объемной дозы топлива колебалась от 0,8 до 3 сек. В зависимости от величины цикловой подачи топлива, период замера объемной дозы составлял от 6 до 30 оборотов коленчатого вала двигателя.

При проведении исследований определялись изменения расхода топлива трактором с всережимным регулятором частоты вращения коленчатого вала двигателя, при движении по грунтовой дороге с различными неровностями микропрофиля дороги. На втором этапе – выполнялась сравнительная оценка изменения расхода топлива трактором при работе с всережимным и предельно-всережимным регулятором на дорогах со значительными и незначительными неровностями микропрофиля дороги.

Анализ результатов исследований показал, что при незначительных неровностях поверхности дороги расход топлива с предельно-всережимным регулятором меньше чем со всережимным. Кроме того было установлено, что чем хуже состояние микропрофиля дороги, тем больше относительная экономия топлива двигателем КТС с предельно всережимным регулятором.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОЛЕСНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ, РЫЧАГ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ТОПЛИВА, МИКРОПРОФИЛЬ ДОРОГИ.

АВТОРИ:

Говорун Анатолий Григорович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигунів та теплотехніки», тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Павловський Максим Вікторович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Технічної експлуатації автомобілів та автосервісу», тел. +38 044 280-56-21, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.410.

Куций Петро Вікторович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигунів та теплотехніки», e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

AUTHORS:

Govorun Anatoliy G., Ph.D., associate professor, National Transport University, professor department of engines and heating, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

Pavlovskiy Maxim V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of technical operation of cars and car services, tel. +38 044 280-56-21, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 410.

Kutsyy Petro V., National Transport University, postgraduate department of engines and heating, e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

АВТОРЫ:

Говорун Анатолий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигателей и теплотехники» тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

Павловский Максим Викторович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Технической эксплуатации автомобилей и автосервиса» тел. +38 044 280-56-21, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.410.

Куций Петр Викторович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Автомобілі», Київ, Україна.

Новікова А.М., доктор економічних наук, заступник директора з наукової роботи ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСПОРТПРОЕКТ», Київ, Україна.

REVIEWER:

Sahno V.P., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of motor vehicles, Kyiv, Ukraine.

Novikova A.M., Economics (Dr.), deputy director for science DP "DERZHAUTOTRANSNDIPROJECT", Kyiv, Ukraine.