

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**ВІСНИК**  
**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**«ХПІ»**

*Серія: Автомобіле- та тракторобудування*

№ 10 (1053) 2014

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2014

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ».** Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2014. – № 10 (1053). – 170 с.

**Державне видання**

**Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України**

**КВ № 5256 від 2 липня 2001 року**

Збірник виходить українською та російською мовами.

*Вісник Національного технічного університету «ХПІ» внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого Постановою президії ВАК України від 26 травня 2010 р., № 1 – 05/4 (Бюлетень ВАК України, № 6, 2010 р., с. 3, № 20).*

**Координаційна рада:**

Л. Л. Товажнянський, д-р техн. наук, проф. (**голова**);

К. О. Горбунов, канд. техн. наук, доц. (**секретар**);

А. П. Марченко, д-р техн. наук, проф.; Є. І. Сокол, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України;

Є. Є. Александров, д-р техн. наук, проф.; А. В. Бойко, д-р техн. наук, проф.;

Ф. Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; М. Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.;

А. І. Грабченко, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;

В. Д. Дмитриєнко, д-р техн. наук, проф.; І. Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.;

В. В. Єпіфанов, канд. техн. наук, проф.; Ю. І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.;

П. О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.;

С. І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; В. М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.;

В. І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.; Г. В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.;

О. К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.; В. І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.;

П. Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.; В. А. Пуляєв, д-р техн. наук, проф.;

М. І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.;

Г. М. Сучков, д-р техн. наук, проф.; Ю. В. Тимофієв, д-р техн. наук, проф.;

М. А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

**Редакційна колегія серії:**

**Відповідальний редактор:** В. Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

**Заступник відповідального редактора:** А. І. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.

**Відповідальний секретар:** С. Г. Селевич, канд. техн. наук, доц.

**Члени редколегії:** Є. Є. Александров, д-р техн. наук, проф.; В. П. Волков, д-р техн.

наук, проф.; Д. О. Волонцевич, д-р техн. наук, проф.; О. В. Григоров, д-р техн. наук,

проф.; Б. І. Кальченко, д-р техн. наук, проф.; А. Т. Лебедєв, д-р техн. наук, проф.;

В. І. Омеляненко, д-р техн. наук, проф.; В. П. Писарєв, д-р техн. наук, проф.; М.

А. Подригало, д-р техн. наук, проф.; А. М. Пойда, д-р техн. наук, проф.;

В. П. Сахно, д-р техн. наук, проф.; А. П. Солтус, д-р техн. наук, проф.

*У квітні 2014 р. Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія «Автомобіле- та тракторобудування», включений у довідник періодичних видань бази даних **Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA)**.*

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 4 від 4 квітня 2014 р.

© Національний технічний університет «ХПІ», 2014

УДК 621.43.068.4

**С. О. ВАМБОЛЬ**, д-р техн. наук, доц., зав. кафедри прикладної механіки НУЦЗУ, Харків

**О. П. СТРОКОВ**, д-р техн. наук, проф., зав. відділу поршневих енергоустановок ІПМаш НАН України, Харків;

**О. М. КОНДРАТЕНКО**, пров. інж. відділу поршневих енергоустановок ІПМаш НАН України, Харків;

### **СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ 2Ч10,5/12 ЗА СТАНДАРТИЗОВАНИМИ ЦИКЛАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ФТЧ**

Проведено стендові випробування автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, випускна система якого оснащена фільтром твердих частинок, розробленим у відділі ПЕУ ІПМаш НАНУ. Отримано характеристики токсичності відпрацьованих газів цього дизеля шляхом прямих вимірювань та із застосуванням відомої формули перерахунку. При аналізі результатів випробувань до них застосовано стандартизований підхід, що міститься у нормах токсичності автотранспортних засобів Європейської Спліки, які чинні і на території України та Російської Федерації.

**Ключові слова:** екологічна безпека, полютанти, фільтр твердих частинок, енергетичні установки, двигуни внутрішнього згоряння, норми токсичності.

**Вступ.** Екологічні показники поршневих ДВЗ взагалі, і дизелів зокрема, чинять значний вплив на показники екологічної безпеки життєдіяльності людини у світу і нашій країні. Це підтверджується тим, що у переліку основних задач, які комплексно вирішують спеціалісти у двигунобудівній галузі – поліпшення паливної економічності, екологічності, технологічності та надійності ДВЗ, а також специфічні (форсування і дефорсування, конверсія, багатопаливність, застосування альтернативних видів палива та ін.) – лише показники екологічності законодавчо закріплено, а рівень інших показників ДВЗ формується лише конкурентною боротьбою їх виробників.

**Аналіз літератури.** У країнах Європейської Спліки для дизелів наразі діють нор-ми Правил СЕК ООН № 49 (для легкових автотранспортних засобів (АТЗ)) і № 96 (для тракторів і спеціальної техніки) [1, 2] рівня EURO V. На території України діють такі самі норми рівня EURO III. У цих документах містяться не лише граничні значення середньоексплуатаційних викидів нормованих шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ВГ) дизелів, але і методики проведення стендових випробувань й аналізу отриманих результатів, а також перелік режимів, на яких ці випробування мають проводи-тись (13 – для Правил № 49 і 8 – для Правил № 96), що разом утворюють випробуваль-ний цикл, який є моделлю експлуатації даного типу АТЗ. Такі цикли є стаціонарними, тобто вони не враховують роботу дизеля на перехідних режимах.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є адаптація методики та експериментальне отримання показників токсичності, димності та масового викиду твердих частинок (ТЧ) автотракторного дизеля, а також показників роботи розробленого ФТЧ за стандартизованими циклами діючих норм токсичності ВГ. Задачі дослідження відповідають окремим пунктам мети.

**Матеріал дослідження.** У відділі поршневих енергоустановок (ПЕУ) Інституту проблем машинобудування ім. А.М.Підгорного НАН України (ІПМаш НАНУ) розроблено фільтруючий елемент (ФЕ) фільтра твердих частинок (ФТЧ) дизеля

модульної конструкції [3]. Лабораторія відділу містить моторний випробувальний стенд (МВС) [4] зі встановленим на нього автотракторним двоциліндровим чотиритактним двоклапанним дизелем повітряного охолодження 2Ч10,5/12 (Д21А1) з нерозділеною камерою згоряння у поршні та одноплунжерним ПНВТ розподільчого типу та всережимним механічним регулятором, з робочим об'ємом 2,0 дм<sup>3</sup> та номінальною потужністю 21,3 кВт, виробництва Володимирського тракторного заводу [5]. Випускна система стенду обладнано конструктивними елементами для установки різних зразків ФТЧ (макетоутримуюча вставка (МВ)) та системою відбору проб ВГ на токсичність. При випробуваннях проводяться прямі та непрямі вимірювання режимних параметрів дизеля (частота обертання колінчастого валу (к.в.)  $n_{кв}$ , крутного моменту  $M_{кр}$ , масових витрат повітря  $G_{нов}$ , палива  $G_{нал}$  і ВГ  $G_{ВГ}$ , температури моторного мастила  $t_m$  і ВГ на виході з випускного колектора), параметрів навколишнього середовища (температура  $t_0$  і барометричний тиск  $B_0$ ), термодинамічних параметрів ВГ (температура на вході та виході з МВ  $t_{ФТЧвх}$  і  $t_{ФТЧвих}$  та перепади статичного тиску на МВ і всій випускній системі стенду  $\Delta P_{МВ}$  і  $\Delta P_{вун}$ ) а також об'ємні концентрації нормованих шкідливих речовин у ВГ (монооксиду вуглецю  $C_{CO}$ , %, незгорілих вуглеводнів палива і мастила  $C_{СНх}$ , млн<sup>-1</sup>, оксидів азоту  $C_{NOx}$ , млн<sup>-1</sup> – газоаналізатор п'ятикомпонентний АВТОТЕСТ02.03.П) і димності ВГ (коефіцієнт ослаблення світлового потоку  $N_D$ , % чи коефіцієнт поглинання світлового потоку  $K_D$ , м<sup>-1</sup> – димомір ІНФРАКАРД).

МВ з діючим макетним зразком розробленого ФТЧ розміщувалась на раціональній відстані від випускного колектора за довжиною випускного тракту МВС – 5 м, що досягнуто за допомогою подовження тракту набором гнучких жаростійких газопроводів. МВ розміщувалось у вертикальному положенні задля досягнення ущільнення насипки з природного цеоліту у сітчастих касетах фільтруючого елемента розробленого ФТЧ [3, 4]. Випускна система МВС містить систему відбору проб ВГ на токсичність і димність, схему якої наведено на рис. 1, а опис – у [3, 4].

Згаданими стандартами нормується середньоексплуатаційний масовий викид ТЧ з ВГ дизелів, що має визначатися за формулою (1) [1, 2], кг/(кВт·год):

$$\bar{g}_{ТЧ} = \bar{G}_{ТЧ} / \bar{N}_e, \quad (1)$$

де  $\bar{G}_{ТЧ}$  – середній за цикл випробування масовий викид ТЧ, кг/год;

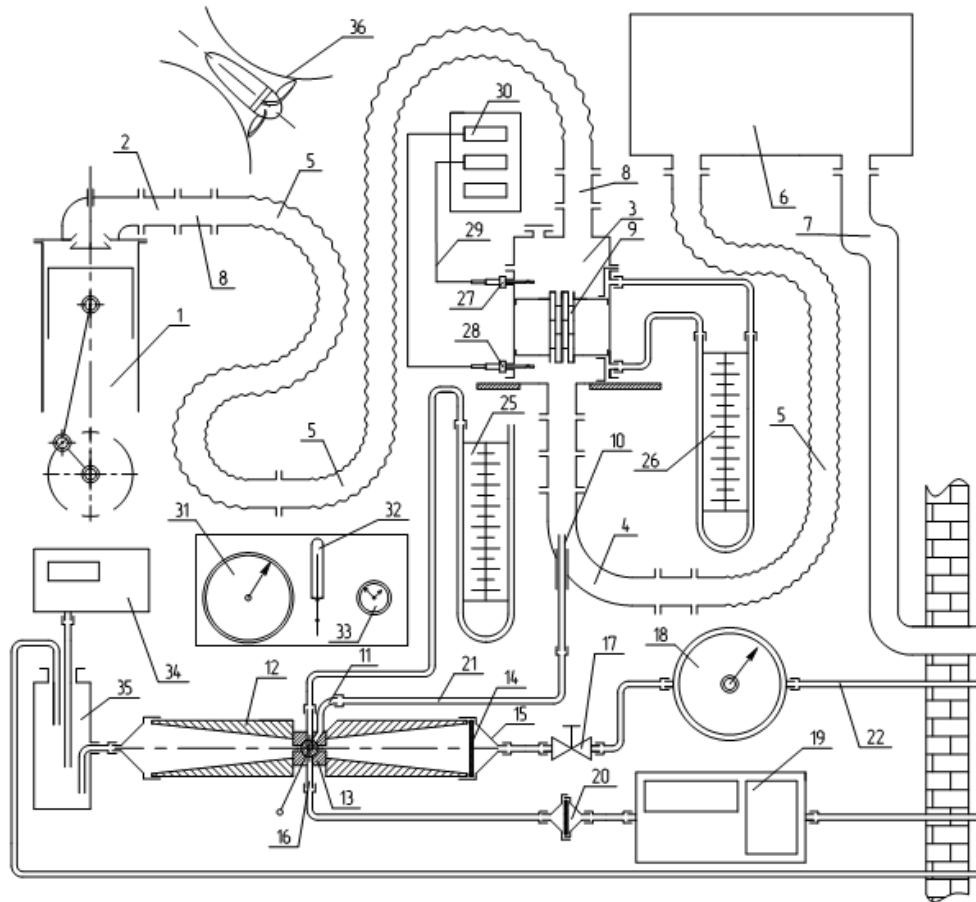
$\bar{N}_e$  – середня за цикл випробування ефективна потужність дизеля, кВт.

Величини  $\bar{G}_{ТЧ}$  і  $\bar{N}_e$  визначаються за наступними формулами:

$$\bar{G}_{ТЧ} = \sum_{i=1}^n \bar{G}_{ТЧi} = \sum_{i=1}^n WF_i \cdot G_{ТЧi}, \quad (2)$$

$$\bar{N}_e = \sum_{i=1}^n \bar{N}_{ei} = \sum_{i=1}^n WF_i \cdot N_{ei}, \quad (3)$$

де індексом  $i$  позначено величини, що визначені для певного режиму роботи дизеля,  $i = 1 \dots n$ ,  $n = 8$  чи  $13$ ;  $WF_i$  – ваговий фактор;  $G_{ТЧi}$  – масовий викид ТЧ з ВГ дизеля, кг/год;  $N_{ei}$  – ефективна потужність дизеля, кВт:



1, 2 – дизель 2Ч10,5/12 і його випускний колектор; 3, 9 – макетоутримуюча вставка і макет ФТЧ; 4, 5, 6, 7, 8 – кутовий і гнучкі газопроводи, глушник шуму, газовивідна труба і перехідники відповідно; 10, 21, 22, 23, 24 – пробовідбірний зонд і його з'єднувальний газопровід, вивідні газопроводи; 11, 12, 13, 14, 15, 16 – відповідно вхідний штуцер, конус, чотирьохходовий кран, змінний тефлоновий фільтр, ковпак та вихідний штуцер алонжа; 17 – регулюючий кран і вивідні трубопроводи; 18 – витратомір газу ГСБ-400; 19, 20 – п'ятикомпонентний газоаналізатор Автотест-02.03П і його захисний фільтр з тримачем; 25, 26 – дифманометри ДМ; 27, 28, 29 – датчики термометричні ТХА і їх дроти; 30 – прилади ОВЕН ТРМ 200; 31 – барометр-анероїд БАММ-1М; 32 – термометр ртутний ТЛ-4; 33 – секундомір СОСпр-26-2; 34 – димомір ІНФРАКАР-Д, 35 – вимірювальний ресивер (6,36 дм<sup>3</sup>); 36 – повітродувка

Рисунок 1 – Схема системи відбору проб ВГ на токсичність і димність МВС

Ефективна потужність дизеля, кВт:

$$N_{ei} = \frac{M_{крі} \cdot n_{кві}}{9550}, \quad (4)$$

де  $M_{кр}$  – крутний момент дизеля, Н·м;  
 $n_{кві}$  – частота обертання к.в. дизеля, хв<sup>-1</sup>.

Величина  $G_{ГЧ}$ , зазвичай має визначатися гравіметричним методом із застосуванням повно- чи частковопоточних тунелів, але зважаючи на обмежені можливості матеріальної бази лабораторії, визначається розрахунком за формулою, що розроблена для автотракторних дизелів проф. І.В. Парсадановим, та отримана на основі сертифікатційних випробувань дизеля СМД-31 на моторному стенді фірми Ricardo, що обладнаний повнопоточним тунелем [6]:

$$G_{TЧ} = \left( 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot N_D + 5 \cdot 10^{-5} \cdot N_D^2 + 0,145 \cdot \frac{C_{CH} \cdot 4,78 \cdot 10^{-7} \cdot (G_{нов} + G_{нал})}{0,7734 \cdot G_{нов} + 0,7239 \cdot G_{нал}} \right) + 0,33 \cdot \left( \frac{C_{CH} \cdot 4,78 \cdot 10^{-7} \cdot (G_{нов} + G_{нал})}{0,7734 \cdot G_{нов} + 0,7239 \cdot G_{нал}} \right)^2 \cdot \frac{(0,7734 \cdot G_{нов} + 0,7239 \cdot G_{нал})}{1000}, \quad (5)$$

Як видно з аналізу формули (5), величина  $G_{TЧ}$  у всьому полі робочих режимів дизеля залежить здебільшого від величини  $N_D$ , а вплив на неї величини  $C_{CH}$  стає помітним лише з величин, більших за  $100 \text{ млн}^{-1}$ , що спостерігається на режимах роботи дизеля з нульовою чи малою ефективною потужністю.

Ефективність очищення ВГ дизеля від ТЧ для масового викиду ТЧ і для окремих параметрів їх токсичності, що, як видно з формули (5), впливають на величину масового викиду ТЧ, визначається коефіцієнтами ефективності очищення за наступними формулою, %:

$$K_{EO}(X) = (X_{ДВЗ} - X_{ФТЧ}) \cdot 100 / X_{ДВЗ}, \quad (6)$$

де індекси  $ДВЗ$  і  $ФТЧ$  – відносяться до випадків відсутності та наявності ФТЧ у випускній системі МВС;  $X$  – показник токсичності ВГ –  $G_{TЧ}$ ,  $C_{CH}$  чи  $N_D$ .

Також структура цієї формули має особливість, що зумовлена тим, що величина  $G_{TЧ}$  містить залежність від величин  $C_{CH}$  і  $N_D$  як у першому, так і у другому ступені. Тому лише за нульового значення величини  $C_{CH}$  величина  $K_{EO}(G_{TЧ})$  переважає величину  $K_{EO}(N_D)$  у всьому діапазоні значень  $N_D$ . При значеннях  $C_{CH} = 100 \text{ млн}^{-1}$   $K_{EO}(N_D)$  переважає  $K_{EO}(G_{TЧ})$  у діапазоні зміни  $N_D$  до 22 %, при  $C_{CH} = 500 \text{ млн}^{-1}$  – у діапазоні до 65 %, а при  $C_{CH} = 100 \text{ млн}^{-1}$  – взагалі у всьому діапазоні значень  $N_D$ . Оскільки у формулу (6) входять різниці і відношення величин  $G_{TЧ}$  і  $N_D$  й більшість методологічних та інструментальних похибок такого способу розрахункового визначення величини  $G_{TЧ}$  взаємоскорочуються, тоді застосування формули (5) для визначення масового викиду ТЧ слід визнати якісним індикатором рівня викиду ТЧ і коефіцієнтів ефективності очищення ФТЧ, що не претендує на високу точність. Перелік режимів у випробувальних циклах та параметрів дизеля, що їм відповідають, подано у табл. 1.

Робота дизеля на МВС на деяких режимах (з нульовою чи близькою до неї ефективною потужністю – режими №№ 2 і 12 у 13-режимному циклі) взагалі, та на всіх інших з достатньою точністю додержання режимних параметрів неможлива через відсутність електронного керування дизелем і стендом. Також для цих режимів характерне потрапляння значень досліджуваних параметрів роботи дизеля і ФТЧ у зони нижніх меж діапазонів вимірювання засобів вимірювальної техніки МВС, через що можливим стає вихід похибки прямих вимірювань цих величин за нормативно встановлені межі [7, 8]. Тому випробування проводились шляхом зняття наступних характеристик:

- зовнішньої швидкісної (з максимальними навантаженням і паливоподачою у діапазоні  $n_{кв} 900 - 1800 \text{ хв}^{-1}$ ),
- навантажувальної за  $n_{кв}$  режиму максимального крутного моменту (для дизеля 2Ч10,5/12 це  $1200 \text{ хв}^{-1}$ ),
- навантажувальної за  $n_{кв}$  режиму номінальної потужності (для дизеля 2Ч10,5/12 це  $1800 \text{ хв}^{-1}$ );

– характеристики холостого ходу (х.х.) (з нульовою ефективною потужністю у діапазоні  $n_{кв}$  800 – 1800 хв<sup>-1</sup>).

Таблиця 1 – Параметри режимів випробувальних циклів та їх значення для дизеля 2Ч10,5/12 [1, 2]

№ реж.	$n_{кв}$ , хв <sup>-1</sup>		$M_{кр}$ , Н·м		WF
	позн.	знач.	% $M_n$	знач.	
13-ти режимний цикл					
1	х.х. <sub>min</sub>	800	0	0	0,25/3
2	$M_{крmax}$	1200	2	2,2	0,08
3	$M_{крmax}$	1200	25	27,5	0,08
4	$M_{крmax}$	1200	50	55	0,08
5	$M_{крmax}$	1200	75	82,5	0,08
6	$M_{крmax}$	1200	100	110	0,25
7	х.х. <sub>min</sub>	800	0	0	0,25/3
8	ном.	1800	100	95	0,10
9	ном.	1800	75	71,3	0,02
10	ном.	1800	50	47,5	0,02

11	ном.	1800	25	23,8	0,02
12	ном.	1800	2	1,9	0,02
13	х.х. <sub>min</sub>	800	0	0	0,25/3
8-ми режимний цикл					
1	ном.	1800	100	95	0,15
2	ном.	1800	75	71	0,15
3	ном.	1800	50	57,5	0,15
4	ном.	1800	10	9,5	0,10
5	пром.	1200	100	110	0,10
6	пром.	1200	75	82,5	0,10
7	пром.	1200	50	55	0,10
8	х.х. <sub>min</sub>	800	–	0	0,15

**Результати дослідження.** Отримані значення параметрів за цими характеристиками описано поліномами 2–4 ступеня методом лінійної регресії [9]. Параметри режимів у табл. 1 отримано з аналізу поліномів.

Поліноми, що описують залежності величин  $G_{Tч}$  і  $K_{EO}(G_{Tч})$  від режимних параметрів дизеля 2Ч10,5/12 мають наступний вигляд.

– Для зовнішньої швидкісної характеристики:

$$G_{Tч\_ДВС} = -5,25 \cdot 10^{-8} \cdot n_{кв}^2 + 1,424 \cdot 10^{-4} \cdot n_{кв} - 7,102 \cdot 10^{-2}, R^2 = 0,98833; \quad (7)$$

$$G_{Tч\_ФТч} = 7,14 \cdot 10^{-9} \cdot n_{кв}^2 - 1,109 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв} + 1,645 \cdot 10^{-2}, R^2 = 0,75957; \quad (8)$$

$$K_{EO}(G_{Tч}) = -1,36 \cdot 10^{-4} \cdot n_{кв}^2 + 0,356 \cdot n_{кв} - 156,1, R^2 = 0,97759. \quad (9)$$

– Для характеристики холостого ходу:

$$G_{Tч\_ДВС} = 4,15 \cdot 10^{-9} \cdot n_{кв}^2 + 1,252 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв} + 1,001 \cdot 10^{-2}, R^2 = 0,97919; \quad (10)$$

$$G_{Tч\_ФТч} = 2,87 \cdot 10^{-9} \cdot n_{кв}^2 - 8,561 \cdot 10^{-6} \cdot n_{кв} + 6,852 \cdot 10^{-3}, R^2 = 0,97328; \quad (11)$$

$$K_{EO}(G_{Tч}) = -1,196 \cdot 10^{-6} \cdot n_{кв}^2 + 1,411 \cdot 10^{-2} \cdot n_{кв} - 44,3, R^2 = 0,39843. \quad (12)$$

– Для навантажувальної характеристики з  $n_{кв} = 1200$  хв<sup>-1</sup> (у тому числі й режим максимального крутного моменту дизеля):

$$G_{Tч\_ДВС} = 5,39 \cdot 10^{-10} \cdot n_{кв}^4 - 7,749 \cdot 10^{-8} \cdot n_{кв}^3 + 4,433 \cdot 10^{-6} \cdot n_{кв}^2 - 5,943 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв} + 1,277 \cdot 10^{-3}, R^2 = 0,99880; \quad (13)$$

$$G_{Tч\_ФТч} = 3,10 \cdot 10^{-7} \cdot n_{кв}^2 + 9,906 \cdot 10^{-6} \cdot n_{кв} + 6,945 \cdot 10^{-4}, R^2 = 0,99735; \quad (14)$$

$$K_{EO}(G_{Tч}) = 5,4 \cdot 10^{-3} \cdot n_{кв}^2 - 0,207 \cdot n_{кв} + 34,5, R^2 = 0,99429. \quad (15)$$

– Для навантажувальної характеристики з  $n_{кв} = 1800$  хв<sup>-1</sup> (у тому числі й режим

номінальної потужності дизеля):

$$G_{TЧ\_ДВС} = 4,72 \cdot 10^{-10} \cdot n_{кв}^4 - 5,253 \cdot 10^{-8} \cdot n_{кв}^3 + 2,575 \cdot 10^{-6} \cdot n_{кв}^2 - 2,43 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв} + 1,024 \cdot 10^{-3}, R^2 = 0,99901; \quad (16)$$

$$G_{TЧ\_ФТЧ} = 1,213 \cdot 10^{-6} \cdot n_{кв}^2 + 3,80 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв} + 8,187 \cdot 10^{-4}, R^2 = 0,99021; \quad (17)$$

$$K_{EO}(G_{TЧ}) = 2,591 \cdot 10^{-3} \cdot n_{кв}^2 - 9,197 \cdot 10^{-2} \cdot n_{кв} + 28,7, R^2 = 0,80335. \quad (18)$$

Традиційна форма представлення таких результатів – графіки розподілу величин масового викиду ТЧ та коефіцієнту ефективності очищення ВГ від ТЧ по режимах випробувальних циклів – подана на рис. 2.

Для зовнішньої швидкісної характеристики величини  $N_D$  і  $G_{TЧ}$  у неочищеному потоці ВГ та у очищеному потоці (що пройшов крізь макетний зразок ФЕ) мають вид степеневі залежності від  $n_{кв}$ . Вони для неочищеного потоку ВГ досягають максимуму, рівного для  $N_D$  70,2 % і 24,1 г/год для  $G_{TЧ}$  на режимі максимального крутного моменту, та зменшується як з підвищенням (суттєво), так і зі зниженням (незначно)  $n_{кв}$ , досягаючи мінімуму, рівного 40,1 % і 15,3 г/год на номінальному режимі. Для очищеного потоку ВГ їх максимуми сягають 36,1 % і 7,0 г/год на режимі з мінімальною  $n_{кв}$ , а мінімуми – 25,2 % і 5,4 г/год на режимі максимального крутного моменту відповідно. Для величини  $C_{CH}$  ці залежності для очищеного і неочищеного потоків практично співпадають. Залежність коефіцієнта ефективності очищення ВГ від ТЧ для ФТЧ від  $n_{кв}$  має вид, степеневі залежності із максимумом 77,4 % на режимі максимального крутного моменту і мінімумом 45,0 % на номінальному режимі, а на режимі з мінімальною  $n_{кв}$  він приймає значення 52,6 %. Такий характер розподілу значень  $K_{EO}(G_{TЧ})$  по режимах зовнішньої швидкісної характеристики зумовлено тим, що на режимах з малою  $n_{кв}$  у структурі ТЧ переважають СН<sub>x</sub>, на режимі максимального крутного моменту спостерігається максимум  $G_{TЧ}$  та середнє значення  $G_{ВГ}$ , а на номінальному режимі  $G_{TЧ}$  зменшується, але досягається максимум  $G_{ВГ}$  і збільшується швидкість проходження потоку ВГ крізь експериментальний зразок.

За навантажувальними характеристиками величина  $G_{TЧ}$  для цього дизеля змінюється у функції крутного моменту дизеля  $M_{кр}$  (тобто у функції середнього ефективного тиску  $P_e$ ) нелінійно, монотонно зростаючи зі зростанням  $M_{кр}$  для неочищеного потоку з 1,86 до 24,41 г/год на режимі з  $n_{кв} = 1200 \text{ хв}^{-1}$  (глобальний максимум) і з 1,27 до 5,46 г/год для очищеного. При цьому  $K_{EO}(G_{TЧ})$  нелінійно змінюється зі зростанням  $M_{кр}$  з 31,6 до 77,4 %. Для навантажувальної характеристики з  $n_{кв} = 1800 \text{ хв}^{-1}$  ці величини наступні: для очищеного потоку  $G_{TЧ} = 1,5 - 15,38$  г/год, для очищеного  $G_{TЧ} = 1,0 - 8,47$  г/год,  $K_{EO}(G_{TЧ}) = 33,4 - 44,9$  % відповідно. Така форма залежностей зумовлена аналогічною формою залежності  $N_D$  від  $M_{кр}$ , що пояснюється зменшенням коефіцієнту надлишку повітря  $\alpha$  зі зростанням крутного моменту. Величина  $C_{CH}$  при цьому змінюється у функції  $M_{кр}$  також нелінійно, досягаючи мінімуму при середньому значенні аргументу та збільшуючись з його зменшенням (досягається максимум на режимі холостого ходу) і зростанням. Це пояснюється підвищеними витратами моторного мастила на угар та погіршенням умов згоряння паливо-повітряної суміші на цих режимах через погіршення температурного стану дизеля і зменшення  $\alpha$  відповідно. На ділянці значень аргументу 0 – 30 Н·м  $K_{EO}(G_{TЧ})$  поступається за величиною  $K_{EO}(N_D)$ .

Для характеристики холостого ходу дизеля 2Ч10,5/12 характер залежностей величин  $N_D$ ,  $C_{CH}$  и  $G_{TЧ}$  нелінійні та подібні до характеру таких залежностей для



зовнішньої швидкісної характеристики. Величина  $G_{TЧ}$  для неочищених ВГ досягає мінімуму 0,64 г/год при  $n_{кв} = 1600 \text{ мин}^{-1}$  та збільшується як зі збільшенням  $n_{кв}$  до 0,96 г/год, так і зі зменшенням до 2,81 г/год. Для очищених ВГ ці величини становлять 0,53, 0,70 і 1,92

г/год відповідно. Величина  $K_{ЭО}(G_{TЧ})$  при цьому практично лінійно змінюється у функції  $n_{кв}$ , зростаючи з її зменшенням з 27,4 до 31,7 %. Практично у всьому діапазоні зміни аргументу  $K_{ЭО}(G_{TЧ})$  поступається за величиною  $K_{ЭО}(N_D)$ .

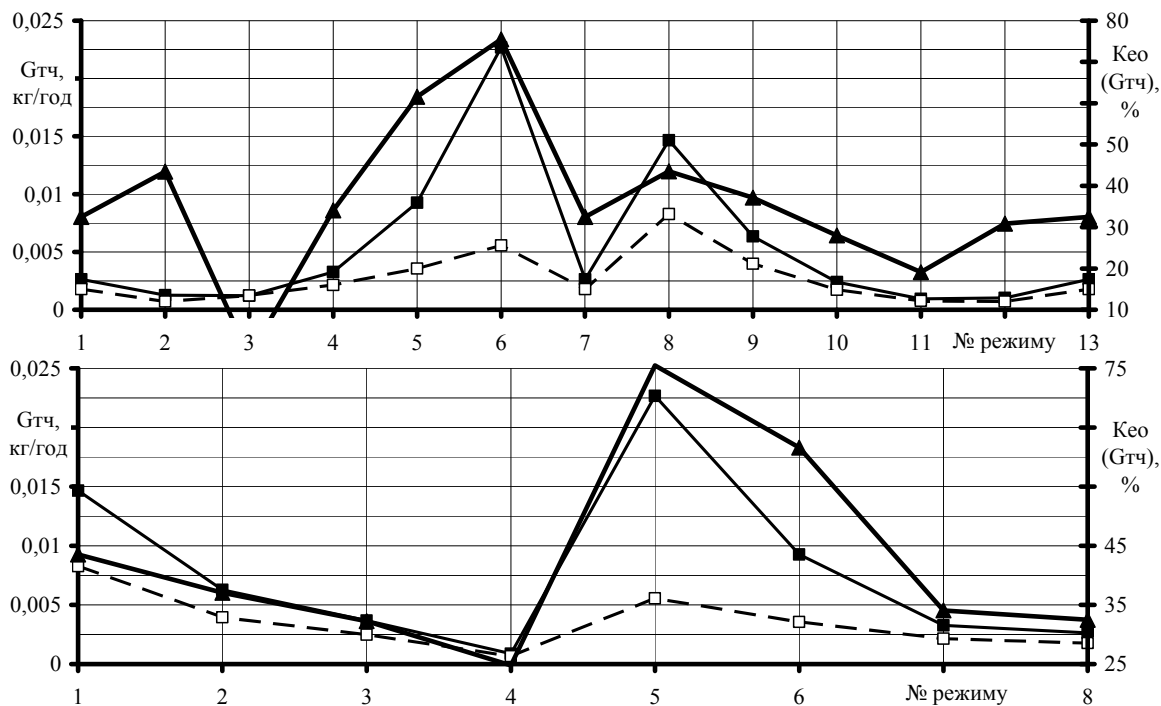


Рисунок 2 – Результати стендових випробувань дизеля 2Ч10,5/12 за 13-ти та 8-ми режимними циклами: ■ –  $G_{TЧ}$  без ФТЧ; □ –  $G_{TЧ}$  з ФТЧ; ▲ –  $K_{EO}$

**Висновки.** Таким чином, дизель 2Ч10,5/12, встановлений на МВС відділу ПЕУ ППМаш НАНУ, характеризується середньоексплуатаційним питомим викидом ТЧ, що визначений розрахунково для 13-режимного випробувального циклу, рівним 1,233 г/(кВт·год). Встановлення у його випускній системі діючого макетного зразка ФТЧ дозволило знизити цей показник до 0,457 г/(кВт·год), тобто на 62,9 %. Для 8-режимного циклу цей показник, визначений таким самим чином, знижується з 0,801 до 0,382 г/(кВт·год), тобто на 52,3 %.

**Список літератури:** 1. Regulation № 49. Revision 5. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) and natural gas (NG) engines as well as positiveignition (P.I.) engines fuelled with liquefied petroleum gas (LPG) and vehicles equipped with C.I. and NG engines and P.I. engines fuelled with LPG, with regard to the emissions of pollutants by the engine. – United Nations Economic and Social Council Economics Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. – E/ECE/ /TRANS/505. – 4 May 2011. – 194 p. 2. Regulation № 96. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) engines to be installed in agricultural and forestry tractors with the regard to the emissions of pollutants by the engine. Geneva, 1995. – 109 p. 3. Кондратенко А.Н. Экспериментальное исследование действующего макета фильтрующего элемента фильтра твердых частиц

дизеля с насыпкой из природного цеолита. Часть 1 / *А.Н. Кондратенко, А.П. Строков, Н.М. Карасиченко* // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2013. – № 1. – С. 88–92. **4.** *Кондратенко А.Н.* Экспериментальное исследование действующего макета фильтрующего элемента фильтра твердых частиц дизеля с насыпкой из природного цеолита. Часть 2 / *А.Н. Кондратенко, А.П. Строков, С.П. Хожжаинов* // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2013. – № 2. – С. 92–97. **5.** Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / *В.В. Эфрос* [и др.]. – М.: Машиностроение, 1976. – 277 с. **6.** *Парсаданов I.V.* Підвищення якості і конкурентоспроможності дизелів на основі комплексного паливно-екологічного критерію: Монографія. / *Парсаданов I.V.* – Харків: Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2003. – 244 с. **7.** ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М. Издательство стандартов, 1988. – 78 с. **8.** ГОСТ 14846-87. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М. Издательство стандартов, 1987. – 42 с. **9.** *Эберт К.* Компьютеры. Применение в химии: Пер. с нем. / *К. Эберт, Х. Эдерер.* – М.: Мир, 1988. – 416 с.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Regulation № 49. Revision 5. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) and natural gas (NG) engines as well as positive-ignition (P.I.) engines fuelled with liquefied petroleum gas (LPG) and vehicles equipped with C.I. and NG engines and P.I. engines fuelled with LPG, with regard to the emissions of pollutants by the engine. – United Nations Economic and Social Council Economics Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. – E/ECE/TRANS/505. – 4 May 2011. – 194 p. **2.** Regulation № 96. Uniform provision concerning the approval of compression ignition (C.I.) engines to be installed in agricultural and forestry tractors with the regard to the emissions of pollutants by the engine. Geneva, 1995. – 109 p. **3.** *Kondratenko A.N.* Experimental study of the working layout of filter element of diesel particulate matter filter with bulk natural zeolite. Part 1 / *A.N. Kondratenko, A.P. Strokov, N.M. Karasichenko* // Internal combustion engines. – № 1. – 2013. – P. 88 – 92. **4.** *Kondratenko A.N.* Experimental study of the working layout of filter element of diesel particulate matter filter with bulk natural zeolite. Part 2 / *A.N. Kondratenko, A.P. Strokov, S.P. Khozhainov* // Internal combustion engines. – № 2. – 2013. – P. 92 – 97. **5.** Air-cooled diesel engines of Vladimir Tractor Plant / *V.V. Efros* [et al.] – М.: Mechanical Engineering, 1976. – 277 p. **6.** *Parsadanov I.V.* Improving the quality and competitiveness of diesel engines through an integrated fuel and ecological criteria Monograph. / *I.V. Parsadanov.* – Kharkov: Publish. Center of NTU "KPI", 2003. – 244 p. **7.** GOST 18509-88. Diesels of tractors and combines. Methods of bench tests. – М.: Publishing house of standards, 1988. – 78 p. **8.** GOST 14846-87. Automotive engines. Methods of bench tests. – М.: Publishing house of standards, 1987. – 42 p. **9.** *Ebert K.* Computers. Application in Chemistry: Tranl. from the Germ. / *K. Ebert, H. Ederer.* – М: Mir, 1988. – 416 p.

*Надійшла (received) 29.03.2014*

## РЕФЕРАТИ

УДК 621.83.062

**Перспективні трансмісії колісних тракторів / В. Б. Самородов, А. І. Бондаренко, А. П. Кожушко, С. С. Пелипенко, М. О. Мітцель // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2014. – № 10 (1053). – С. 3–10. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2078-6840.**

В умовах ринкової економіки вибір оптимального типу трансмісії для тракторів різної потужності, призначення і конкретних умов експлуатації є одним з найважливіших завдань, які ставляться перед виробниками сільськогосподарської техніки. Саме тому в роботі розглянуто тенденції розвитку трансмісій колісних тракторів, наведені й проаналізовані перспективні трансмісії на прикладі ринків розвинених країн - західноєвропейських ринків, де застосовуються самі передові технології для обробки ґрунту. Встановлено, що на даний момент спостерігається: істотне збільшення на тракторах безступінчатих трансмісій, зокрема гідрооб'ємно -механічних; збільшення на тракторах потужністю до 50 кВт безступінчатих трансмісій з механічним варіатором, які, як правило, не застосовуються на тракторах більшої потужності через підвищений знос контактних поверхонь варіатора; початок робіт по створенню зразків колісних тракторів з безступінчатими електромеханічними трансмісіями, однак, поки немає ніяких даних за якими можна було б порівняти електромеханічні трансмісії з іншими типами трансмісій; збільшення потужностних діапазонів коробок передач, які перемикаються під навантаженням, впровадження системи автоводіння, записи типових операцій і автоматичного управління перемиканням передач.

**Ключові слова:** трактор, трансмісія, ступінчаста механічна трансмісія, безступінчата трансмісія, гідрооб'ємно - механічна трансмісія, Fendt.

УДК 621.43.068.4

**Стендові випробування автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 за стандартизованими циклами для визначення ефективності роботи ФТЧ / С.О. Вамболь, О.П. Строков, О.М. Кондратенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2014. – № 10 (1053). – С. 11–18. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2078-6840.**

Проведено стендові випробування автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, випускна система якого оснащена фільтром твердих частинок, розробленим у відділі ПЕУ ПММаш НАНУ. Отримано характеристики токсичності відпрацьованих газів цього дизеля шляхом прямих вимірювань та із застосуванням відомої формули перерахунку. При аналізі результатів випробувань до них застосовано стандартизований підхід, що міститься у нормах токсичності автотранспортних засобів Європейської Спільноти, які чинні і на території України та Російської Федерації.

**Ключові слова:** екологічна безпека, поллютанти, фільтр твердих частинок, енергетичні установки, двигуни внутрішнього згоряння, норми токсичності.

УДК 631.01

**Динамічна модель землерийно-транспортної машини в перехідних режимах руху / В.А. Шевченко, М. В. Краснокутський // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХП», 2014. – № 10 (1053). – С. 19–26. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2078-6840.**

Запропонована динамічна модель на всіх етапах робочого циклу автогрейдера при роботі з несталою навантаженням. Розроблено диференціальні рівняння, які описують рух і роботу ЗТМ. Описано перехідні процеси динамічної характеристики двигуна ЗТМ при їх роботі. Визначено залежність між коефіцієнтом буксування і тяговим зусиллям ЗТМ. Ісследовать режими навантаження двигуна на різних етапах робочого циклу. Зроблено аналіз розгону- гальмівних режимів руху ЗТМ на протязі одного робочого циклу. Розв'язано систему диференціальних рівнянь, які дозволили описати не тільки рух автогрейдера, а й визначити питому витрату палива двигуна автогрейдера в перехідних режимах роботи з урахуванням його динамічної характеристики.

**Ключові слова:** землерийно-транспортні машини, перехідні режими роботи, динамічна модель, двигун, ґрунт, будівельні і дорожні машини, коробка передач, несталої характер навантаження, потужність, паливна економічність, автогрейдер, різання, буксування, фрикційна муфта.

УДК 629.436

**Покращення екологічних показників колісного трактора використанням газового палива / О.В. Захарчук // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2014. – № 10 (1053). – С. 27–32. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2078-6840.**

---

УДК 621.43.068.4

**Стендовые испытания автотракторного дизеля 2410,5/12 по стандартизованным циклам для определения эффективности работы ФТЧ / С.А. Вамболь, А.П. Строков, А.Н. Кондратенко // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Автомобиле- и тракторостроение, 2014. – № (1053). – С. 11–18. – Библиогр.: 9 наим.**

Проведены стендовые испытания автотракторного дизеля 2410,5/12, выпускная система которого оснащена фильтром твердых частиц, разработанным в отделе ПЭУ ИПМаш НАНУ. Получены характеристики токсичности отработавших газов ОГ этого дизеля путем прямых измерений и с применением известной формулы пересчета. При анализе результатов испытаний к ним применены стандартизованные подходы, содержащиеся в нормах токсичности ОГ автотранспортных средств Европейского Союза, которые действительны и на территории Украины и Российской Федерации.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, поллютанты, фильтр твердых частиц, энергетические установки, двигатели внутреннего сгорания, нормы токсичности.

УДК 631.01

**Динамическая модель землеройно – транспортной машины в переходных режимах движения / В.А. Шевченко, М. В. Краснокутский // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Автомобиле- и тракторостроение. - X. : НТУ «ХПИ», 2014. - № 10 (1053). - С. 19–26. - Библиогр.: 12 наим. - ISSN 2078-6840.**

Предложена динамическая модель на всех этапах рабочего цикла автогрейдера при работе с неустановившейся нагрузкой. Разработаны дифференциальные уравнения, описывающие движение и работу ЗТМ. Описаны переходные процессы динамической характеристики двигателя ЗТМ при их работе. Определена зависимость между коэффициентом буксования и тяговым усилием ЗТМ. Исследованы режимы нагрузки двигателя на разных этапах рабочего цикла. Сделан анализ разгона – тормозных режимов движения ЗТМ в течение одного рабочего цикла. Решена система дифференциальных уравнений, которые позволили описать не только движение автогрейдера, но и определить удельный расход топлива двигателя автогрейдера в переходных режимах работы с учетом его динамической характеристики.

**Ключевые слова:** землеройно – транспортные машины, переходные режимы работы, динамическая модель, двигатель, грунт, строительные и дорожные машины, коробка передач, неустановившейся характер нагрузки, мощность, топливная экономичность, автогрейдер, резки, буксировки, фрикционная муфта.

УДК 629.436

**Улучшение экологических показателей колесного трактора использованием газового топлива / О.В. Захарчук // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Автомобиле- и тракторостроение. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2014. – № 10 (1053). – С. 27–32. – Библиогр.: 11 назв. – ISSN 2078-6840.**

С использованием математической модели проведены теоретические исследования экологических показателей колесного трактора на основе экспериментальных стендовых исследований газового двигателя. Экспериментальными исследованиями колесного трактора МТЗ-80 с газовым двигателем проверена адекватность математической модели. Сделаны выводы, что применение газового топлива позволяет значительно улучшить экологические показатели колесного трактора с переоборудованным из дизеля газовым двигателем.

**Ключевые слова:** математическая модель, колесный трактор, газовый двигатель, ездовой цикл, вредные выбросы.

УДК 629.114

**Моделирование динамики торможения трактора с одноосным прицепом без блокирования колес / М. П. Холодов // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Автомобиле- и тракторостроение, 2014. – № 10 (1053). – С. 33–39. – Библиогр.: 12 наим.**

Тракторные поезда являются основным транспортным средством в сельскохозяйственном производстве. Тормозные свойства тракторных поездов оказывают значительное влияние на безопасность движения, особенно на дорогах общего пользования при движении с автомобилями в одном транспортном потоке. Поэтому динамика торможения тракторных поездов посвящено значительное количество монографий, статей и диссертаций. Однако общим недостатком известных работ является ошибка в определении точки приложения тормозной силы к незаблокированным колесам.

---

УДК 621.436

**Моделирование переходных процессов автомобильного дизеля с турбонаддувом / С. И. Тырловой** // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Автомобиле- и тракторостроение, 2014. – № 10 (1053). – С. 138–145. – Библиогр.: 13 наим. – ISSN 2078-6840.

Показан подход и некоторые результаты моделирования переходных и частичных режимов, включая холостой ход высокооборотного дизельного двигателя с системой газотурбинного наддува, что позволяет оценить путевой расход таких двигателей в составе транспортной установки в городском цикле или в других условиях эксплуатации, в том числе при использовании различных агрегатов турбонаддува, топлив, типа и степени износа топливной аппаратуры.

**Ключевые слова:** газотурбинный наддув, цикловая подача, переходные процессы дизелей, путевой расход топлива, топливный насос.

УДК 629.113.014

**Имитационное моделирование управляемой оси полуприцепа / А. С. Лиходей** // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Автомобиле- и тракторостроение, 2014. – № 10 (1053). – С. 146–152. – Библиогр.: 6 наим. – ISSN 2078-6840.

В статье скомпонованы элементы управляемой оси на базе существующего полуприцепа Fliegl с последующими рекомендациями по переоборудованию. Составлены расчетные схемы управляемой оси и, как следствие, ее Simscare-модель, которую можно в дальнейшем использовать как модель гидропривода управления управляемыми осями полуприцепа, для формирования комплексной Simscare-модели автопоезда с управляемыми осями полуприцепа.

**Ключевые слова:** управляемая ось, steer-by-wire, рулевая трапеция.

#### ABSTRACTS

**Perspective transmissions of the wheeled tractors / V. B. Samorodov, A. I. Bondarenko, A. P. Kozhushko, E. O. Pelipenko, N. A. Mitsel** // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 10 (1053). – P. 3–10. – Bibliogr.: 11. – ISSN 2078-6840.

In the conditions of market economy the choice of optimum type of transmission for the tractors of different power setting and concrete external environments is one of major tasks which are put before the producers of agricultural technique. For this reason the progress trends of transmissions of the wheeled tractors are considered in work, resulted and analysed perspective transmissions on the example of markets of the developed countries – west-europe markets, where the most front-rank technologies are used for treatment of soil. It is set that is now observed: substantial increase on the tractors of no step transmissions in particular hydrostatic-mechanical; increase on tractors by power to 50 kVt no step transmissions with mechanical variable mechanism, which, as a rule, are not used on the tractors of greater power from the promoted wear of contact surfaces of variable mechanism; began works on creation of standards of the wheeled tractors with no step electromechanics transmissions, however, while there is no information on which it was possible to compare electromechanics transmissions to other types of transmissions; increase of powerful ranges of gear-boxes, introduction of the system of autodiving, record of typical operations and automatic control by switching of transmissions, which are commuted under loading.

**Keywords:** tractor, transmission, step mechanic transmission, continuously variable transmission, hydrostatic-mechanical transmission, Fendt.

**Bench tests of vehicle diesel engine 2Ch10.5/12 in a standardized cycles for defining of effective of operating of DPF / S.O. Vambol, O.P. Strokov, O.M. Kondratenko** // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 10 (1053). – P. 11–18. – Bibliogr.: 9. – ISSN 2078-6840.

Bench tests of the vehicle diesel engine 2Ch10.5/12 with particulate matter filter (DPF) in its exhaust system was provide. The DPF was designed in the Piston plants dept. of the A.N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine (IPMash of NAS of Ukraine). Achieved the characteristics of emission of pollutants with exhaust gases of that internal combustion engine by direct measurements and by using of famous recalculation formula of prof. I.V. Parsadanov. When the results of tests was analyzing applied the standardized approaches which contained in exhaust emissions standards for vehicles of the European Union which are valid in Ukraine and Russian Federation. Data for evaluation of the woking parameters of the diesel engine, parameters of the toxicity of its exhaust gases and of efficiency indicators of the DPF are obtained by linear regression describing of the data that characterize the work of diesel on the following characteristics: the outside speed, load with rotational speed of the diesel

crankshaft of mode with the maximum torque, load with rotational speed of the diesel crankshaft of mode with maximum power, the characteristic of idling.

**Keywords:** environmental safety, pollutants, particulate matter filter, power plants, internal combustion engines, emission standards.

**The dynamic model of earth- transporter in transitional modes of motion / V. A. Shevchenko , M. V. Krasnokutskyy // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 10 (1053). – P. 19–26. – Bibliogr.: 12. – ISSN 2078-6840.**

The proposed dynamic model at all stages of the operating cycle graders when dealing with unsustainable burden. A differential equations that describe the movement and work ZTM . We describe the transient dynamic characteristics of the engine ZTM in their work. The dependence between the coefficient of slipping and pulling force ZTM. Isledovat modes engine load at various stages of the operating cycle . The analysis of dispersal - brake Movement ZTM during one working cycle. The system of differential equations that describe not only allow the movement of motor graders, but also to determine the specific fuel consumption of motor graders in transient modes considering its dynamic characteristics.

**Keywords:** earth- transporter , transitional modes, dynamic model, engine , ground, road construction machinery , transmission , unsustainable nature of the load , power , fuel economy , motor , cutting, slipping , friction clutch.

**Improvement environmental performance wheel tractor using gas fuel / O.V. Zakharchuk // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 10 (1053). – P. 27–32. – Bibliogr.: 11. – ISSN 2078-6840.**

One of the ways to improve the environmental performance of wheeled tractor sis their conversion to run on compressed natural gas. With using of mathematical model was conducted a theoretica lresearch of environmental performance wheel tractor base don the experimental benchtests of the gasen gine. Experimental studies of wheeled tractor MTZ -80 with a gasen gine wastestedtheadquacy of mathematical models. In both series on the rules of UN/ECE R 49, which reflect the real operating conditions of the vehicle is achieved by reducing the to tale mission sin 1,96 times. Fuel consumptionandharm fule missions from engine exhaust gases calculate don a mathematical model for the motion of a wheel tractor MTZ-80 when the engine work son different fuels. It is concluded that the use of gas fuels can significantly improve the environmental performance of wheel tractor with a gasen gineretrofitted with diesel.

**Keywords:** mathematical model, wheeled tractor, gas engine, driving cycle,harmful emissions.

**Modeling the dynamics of braking tractor with a single axle trailer without locking the wheels / M. P. Holodov // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 10 (1053). – P. 33–39. – Bibliogr.: 12. – ISSN 2078-6840.**

Tractor trains are the main vehicle for agricultural production . Inhibitory properties tractor trains have a significant impact on traffic safety, especially on public roads when driving with the car in one transport stream . Therefore, the dynamics of braking tractor trains devoted a significant amount of monographs, articles and dissertations . However, the general lack of well-known works is the error in determining the point of application of the braking force to the wheel unlocked .

Based on their previous studies , there was a mathematical model of the process of braking tractor train (consisting of a wheel tractor and trailer uniaxial ) on the verge of locking the wheels. The coefficients of the overall distribution of braking force tractor train on the front, rear axle of the tractor and trailer axle , taking into account the stability factor .

**Keywords:** brake force distribution, tractor train dynamics, braking, trailer, tractor, resistance, cohesion coefficient

**The analysis of the influence of design parameters of the vehicle and motion parameters on the stability region of adaptive brake control system / S.N. Shuklinov // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 10 (1053). – P. 40–47. – Bibliogr.: 11. – ISSN 2078-6840.**

The change of the degree of loading, the efficiency coefficients of brake mechanisms, the efficiency coefficients of brake circuits and other design parameters of the vehicle, as well as the change of motion parameters influence the effectiveness of the brake control. The adaptive brake control system in the event of the wheel rolling in the pre-extreme mode allow forming an invariant control under the action of disturbing factors and as a result improve the quality of the brake control . In this case, there improve the ergonomic indexes of the

---

## ЗМІСТ

### ТРАКТОРОБУДУВАННЯ

<i>Самородов В. Б., Бондаренко А. І., Кожушко А. П., Пелипенко Є. С. Мітцель М. О.</i> Перспективні трансмісії колісних тракторів .....	3
<i>Вамболь С. О., Строков О. П., Кондратенко О. М.</i> Стендові випробування автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 за стандартизованими циклами для визначення ефективності роботи ФТЧ .....	11
<i>Шевченко В. А., Краснокутский М. В.</i> Динамическая модель землеройно-транспортной машины в переходных режимах движения .....	19
<i>Захарчук О. В.</i> Покращення екологічних показників колісного трактора використанням газового палива .....	27
<i>Холодов М. П.</i> Моделирование динамики торможения трактора с одноосным прицепом без блокирования колес .....	33

### АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ

<i>Шуклинов С. Н.</i> Анализ влияния конструктивных параметров автомобиля и параметров движения на область устойчивости адаптивной системы управления торможением .....	40
---	----

### ЕКСПЛУАТАЦІЯ І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАКТОРІВ

<i>Кравченко А. П., Коструб В. А.</i> Анализ термокинетических параметров плетельно-пултрузионного процесса формования композитных стержней для силовых автомобильных конструкций .....	48
<i>Гутаревич Ю. Ф., Грицук І.В., Адров Д. С., Комов А. П., Трифонов Д. М.</i> Обґрунтування структури вимірювального комплексу для дослідження роботи двигуна внутрішнього згорання транспортного засобу з системою прогріву й тепловим акумулятором в процесі пуску і прогріву .....	55
<i>Волков В. П., Наглюк М. И.</i> Оцінка властивостей антифризів при експлуатації легкових автомобілей .....	63
<i>Мельник В. М.</i> Дослідження впливу гірських умов на основні техніко-експлуатаційні показники роботи двигуна ЗМЗ-5234.10 .....	67
<i>Дудукалов Ю.В.</i> Принципы и уровни формирования интеллектуализированных технологических систем технического обслуживания и ремонта средств автомобильного транспорта .....	73
<i>Ларин А.А.</i> Прогнозирование усталостного ресурса пневматических шин с учетом старения свойств материалов в процессе эксплуатации .....	84
<i>Борисенко А. О.</i> Впровадження класів економічності автомобілів на Україні .....	95
<i>Шуляков В. М.</i> Підвищення якості та надійності адаптивної підвіски автомобіля в умовах експлуатації на основі використання нейро-фаззі регуляторів .....	100
<i>Щебетун О. М.</i> Системи контролю точності зубчатих колі .....	105

---

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

<i>Дущенко В. В., Агапов О. М.</i> Особливості розрахунку торсійної підвіски транспортних засобів .....	111
<i>Зінько Р. В., Лозовий І. С., Бадейнов О. М.</i> Дослідження роботи зчіпних пристроїв розчленованих транспортних засобів за допомогою графів .....	121
<i>Куць Н. Г.</i> Транспорт та енергетичні комплекси з тепловими насосами .....	129
<i>Тырловой С. И.</i> Моделирование переходных процессов автомобильного дизеля с турбонаддувом.....	138
<i>Лиходій О. С.</i> Імітаційне моделювання керованої осі напівпричепа.....	146
Реферати.....	153



НАУКОВЕ ВИДАННЯ  
**ВІСНИК**  
**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**«ХП»**

**Збірник наукових праць**

Серія:  
**Автомобіле- та тракторобудування**

**№ 10 (1053)'2014**

Науковий редактор В.Б. Самородов  
Технічний редактор ст. викл. С.О. Шуба, асп. А.П. Кожушко  
Відповідальний за випуск канд. техн. наук І. Б. Обухова

Адреса редколегії:  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХП»,  
Кафедра «Автомобіле- та тракторобудування»,  
Тел.: (057) 707-64-64; e-mail: shubaserg@mail.ru

Обл.-вид № 67–14.

Підп. до друку 25.04.2014 р. Формат 60×84 1/8. Папір офісний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 14,2. Наклад 300 прим. 1-й з-д 1–45.  
Зам. № 327. Ціна договірна.

---

Видавець і виготовлювач  
Видавничий центр НТУ «ХП»,  
вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.