

ISSN 2222-0631



**ВІСНИК**

**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХПІ»**

**18'2014**

**Харків**

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

# **ВІСНИК**

**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХПІ»**

*Серія: Математичне моделювання  
в техніці та технологіях*

№ 18 (1061) 2014

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2014

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ».** Збірник наукових праць. Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 18 (1061). – 217 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. С. 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. СЛІФАНОВ, канд. техн. наук, проф.; Ю. І. ЗАЙЦЕВ, канд. техн. наук, проф.;  
П. О. КАЧАНОВ, д-р техн. наук, проф.; В. Б. КЛЕПІКОВ, 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. РИШЕНКО, 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. А. Ванін, д-р техн. наук, проф.

**Заст. відповідального редактора:** Ю. В. Міхлін, д-р фіз.-мат. наук, проф.

**Відповідальний секретар:** С. В. Духопельников, канд. техн. наук, ст. викл.

**Члени редколегії:** Ю. В. ГАНДЕЛЬ, д-р фіз.-мат. наук, проф.; Ю. Л. ГЕВОРКЯН, канд. фіз.-мат. наук, проф.; О. Л. ГРИГОР'ЄВ, д-р техн. наук, проф.; В. К. ДУБОВИЙ, д-р фіз.-мат. наук, проф.; Л. В. КУРПА, д-р техн. наук, проф.; О. С. КУЦЕНКО, д-р техн. наук, проф.; О. М. ЛИТВИН, д-р фіз.-мат. наук, проф.; Л. М. ЛЮБЧИК, д-р техн. наук, проф.; О. Г. НІКОЛАЄВ, д-р фіз.-мат. наук, проф.; М. В. НОВОЖИЛОВА, д-р фіз.-мат. наук, проф.; А. Г. РУТКАС, д-р фіз.-мат. наук, проф.; В. П. СЕВЕРИН, д-р техн. наук, проф.; О. М. ШЕЛКОВИЙ, д-р техн. наук, проф.; Є. Г. ЯНЮТІН, д-р техн. наук, проф.

*У квітні 2013 р. Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія «Математичне моделювання в техніці та технологіях», включений у довідник періодичних видань бази даних Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).*

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 5 від 30 травня 2014 р.

and A.N. Avramenko. "Modelirovanie teplo- i massoobmennykh processov v fil'tre tverdykh chastic dizelja. Chast' 1: modernizacija konstrukcii fil'tra i dopolnenie bazy dannyh po svoystvam poristogo tela." *Dviguny vnutrishn'ogo zgorjannja*. No. 1. 2012. 82–88. Print. **15**. Kondratenko, A. N. "Modelirovanie teplo- i massoobmennykh processov v fil'tre tverdykh chastic dizelja. Chast' 3: voprosy ispol'zovanija ceolita v konstrukcii fil'trjushego elementa." *Visnyk Nacional'nogo tehničnogo universitetu «KhPI»*. *Zbirnik naukovykh prac'. Tematychnij zbirnyk: Avtomobile- i traktorobuduvannja*. No. 60 (966). Kharkiv: NTU «KhPI», 2012. 83–89. Print. **16**. Kondratenko, O. M., and O. P. Strokov. "Modeljuvannja teplo- i masoobminnyh procesiv u fil'tri tverdykh chastynok dyzelja. Chastyna 4: rozrahunkove doslidzhennja robochych harakterystyk fil'tra." *Visnyk Nacional'nogo tehničnogo universitetu «KhPI»*. *Ser.: Matematyčne modeljuvannja v tehnič ta tehnologijah*. No. 5 (979). Kharkiv: NTU «KhPI», 2013. 100–109. Print. **17**. Kondratenko, A. N., A. P. Strokov. "Modelirovanie teplo- i massoobmennykh processov v fil'tre tverdykh chastic dizelja. Chast' 5: raschetnoe issledovanie gidravličeskogo soprotivlenija fil'tra s ceolitovoj nasypkoj." *Visnyk Nacional'nogo tehničnogo universitetu «KhPI»*. *Zbirnyk naukovykh prac'. Ser.: Matematyčne modeljuvannja v tehnič ta tehnologijah*. No. 37 (1010). 2013. 68–75. Print. **18**. Kondratenko, A. N., A.P. Strokov and N. M. Karasichenko. "Eksperimental'noe issledovanie dejstvujushhego maketa fil'trjushego elementa fil'tra tverdykh chastic dizelja s nasypkoj iz prirodnogo ceolita. Chast' 1." *Dviguny vnutrishn'ogo zgorjannja*. No. 1. 2013. 88–92. Print. **19**. Kondratenko, A. N., A. P. Strokov and S. P. Hozhainov. "Eksperimental'noe issledovanie dejstvujushhego maketa fil'trjushego elementa fil'tra tverdykh chastic dizelja s nasypkoj iz prirodnogo ceolita. Chast' 2." *Dviguny vnutrishn'ogo zgorjannja*. No. 2. 2013. 92–97. Print. **20**. Jefros, V. V., et al. *Dizeli s vozdušnym ohlazhdeniem Vladimirskogo traktornogo zavoda*. Moscow: Mashinostroenie, 1976. Print. **21**. Jebert, K., and H. Jederer. *Komp'jutery. Primenenie v himii: Per. s nem*. Moscow: Mir, 1988. Print.

*Поступила (received) 08.04.2014*

УДК 621.43.068.4

**А.Н. КОНДРАТЕНКО**, канд. техн. наук, вед. инж., ИПМаш НАНУ,  
Харьков

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ФИЛЬТРА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ДИЗЕЛЯ. ЧАСТЬ 2: ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ**

Описана математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твердых частиц (ФТЧ) дизеля в реальных условиях эксплуатации. Модель построена на основе расходной характеристики одного модуля ФТЧ, экспериментально полученной при постоянной температуре текущей среды, и данных стендовых испытаний автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, оснащенного полно-размерным ФТЧ. Модель позволяет учесть ряд факторов, характеризующих условия эксплуатации ФТЧ в составе выпускной системы этого дизеля. Учет этих факторов производится путем введения соответствующих коэффициентов. В данной части работы описан физический смысл и оценены значения температурного коэффициента модели, позволяющего учесть изменение температуры отработавших газов на входе в корпус фильтра как функцию среднего эффективного давления дизеля.

**Ключевые слова:** дизель, фильтр твердых частиц, гидравлическое сопротивление, математическая модель.

---

© А. Н. Кондратенко, 2014

**Введение.** Научно-исследовательские работы, направленные на создание принципиально новых и совершенствование известных конструкций *фильтров твердых частиц* (ФТЧ), как показано в [1], являются актуальными и экономически обоснованными.

**Анализ литературных источников.** В отделе поршневых энергоустановок (ПЭУ) Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины (ИПМаш НАНУ) разработан *фильтрующий элемент* (ФЭ) для ФТЧ новой конструкции, описанный в предыдущей части исследования [1, 2]. В [1] проведены результаты физического моделирования процесса движения текучей среды (ГС) в *прозрачном макете модуля* (ПММ), разработанного для такого элемента, на *безмоторной исследовательской установке* (БИУ). Там же описаны результаты экспериментального исследования *действующего макетного образца* (ДМЦ) ФЭ с насыпкой из природного цеолита (ПЦ) в сетчатых кассетах, которое проводилось на *моторном испытательном стенде* (МИС) лаборатории отдела ПЭУ ИПМаш НАНУ, оснащенном авто-тракторным дизелем 2Ч10,5/12. Эксперименты на МИС состояли из четырех этапов, в каждом из которых определялись физический смысл и значения соответствующих коэффициентов в формуле (1) из [1]. В части I исследования указан физический смысл и значения настроенного коэффициента  $k_0$ ; в данной части – температурного коэффициента  $k_t$ .

**Цель и задачи всего исследования** представлены в [1]. В данной части отражены подходы к решению четвертой и, частично, пятой задачи. Там же описана математическая модель гидравлического сопротивления ФТЧ дизеля в реальных условиях эксплуатации.

**Определение температурного коэффициента.** По-анalogии с настроенным коэффициентом  $k_0$ , для разных режимов внешней скоростной характеристики (в.с.х.), характеризующихся разной температурой отработавших газов (ОГ)  $t_{ФТЧвх}$ , отличающейся от температуры ОГ  $t_{ФТЧвх\max}$  на режиме максимального крутящего момента  $M_{кр\max}$  заведомо в меньшую сторону, эта зависимость – расходная характеристика «прогноза» при  $t_{ОГ} = \text{const}$  – может быть получена путем введения специального температурного коэффициента  $k_t$ . Этот коэффициент равен отношению гидравлического сопротивления (ГС) действующего макета ФЭ к значению ГС на расходной характеристике «прогноза» при  $t_{ОГ} = \text{const}$  и соответствующем значении  $g_{m,ОГ}$ . Для режима  $M_{кр\max}$  очевидно, что  $k_t$  равен 1,0, поскольку это общая точка изотермической и прогнозной расходных характеристик при  $t_{ОГ} = \text{const}$  и  $t_{ОГ} \neq \text{const}$  (в данном случае совпадающей с экспериментально полученной на МИС расходной характеристикой для ДМ или ДМЦ ФЭ), в чем и заключается суть предложенного метода. Для остальных режимов характеристики

коэффициент  $k_t < 1,0$  и зависит от температуры  $t_{\Phi TЧ_{\text{вх}}}$ .

Предлагаемый подход и физический смысл температурного коэффициента описывается следующими формулами:

$$\Delta P_{\Phi TЧ_{\text{эксн}}} = \Delta P_{\Phi TЧ_{t \neq \text{const}}} = \Delta P_{\Phi TЧ_{t = \text{const}}} \cdot k_t = \Delta P_{\text{ПММ}} \cdot k_0 \cdot k_t; \quad (1)$$

$$k_t = \Delta P_{\Phi TЧ_{\text{эксн}}} / \Delta P_{\Phi TЧ_{\text{прогн}}} = \Delta P_{\Phi TЧ_{\text{эксн}}}(g_{m\_OГ}) \Big|_{t_{OГ}(n_{кв})} / \Delta P_{\Phi TЧ_{t = \text{const}}}(g_{m\_OГ}) \Big|_{t_{OГ}(n_{кв})} =$$

$$= 1 - \Delta P_{\text{нопр}} \Big|_{t_{OГ}(n_{кв})} / \Delta P_{\Phi TЧ_{t = \text{const}}}(g_{m\_OГ}) \Big|_{t_{OГ}(n_{кв})}; \quad (2)$$

$$\Delta P_{\text{нопр}} = \Delta P_{\Phi TЧ_{\text{прогн}}} - \Delta P_{\Phi TЧ_{\text{эксн}}} =$$

$$= \Delta P_{\Phi TЧ_{t = \text{const}}}(g_{m\_OГ}) \Big|_{t_{OГ}(n_{кв})} - \Delta P_{\Phi TЧ_{\text{эксн}}}(g_{m\_OГ}) \Big|_{t_{OГ}(n_{кв})}. \quad (3)$$

Зависимости  $k_t$  от  $g_{m\_OГ}$ ,  $t_{OГ}$  и  $n_{кв}$ , полученные экспериментально на МИС для  $\tau_M = 0$  с,  $L_{\text{вып}} = 0$  м (и, соответственно,  $t_{\Phi TЧ_{\text{вх}}\text{max}} = 605^\circ\text{C}$ ), отражают суть описанного формулами (1) – (4) подхода. Они приведены на рис. 1 и описаны методом линейной регрессии [5] – формулы (10) и (11) для ДМ ФЭ и формулы (12) и (13) для ДМЦ ФЭ.

Для  $t_{\Phi TЧ_{\text{вх}}\text{max}} = \text{const}$  при пустом ФТЧ (то есть, для  $L_{\text{вып}} = \text{const}$  и при  $\tau_M = 0$  с) каждая точка на в.с.х. соответствует расходной характеристике при  $t_{OГ} = \text{const}$  и своем значении  $t_{\Phi TЧ_{\text{вх}}}$ . То есть она имеет вид расходной характеристики ПММ ФЭ (полинома 3-й степени – см. формулу (2) в [3]), коэффициенты при  $g_{m\_OГ}$  которой умножены на  $k_0$  и  $k_t$ . А сама характеристика может называться *кривой прогноза* при  $t_{OГ} = \text{const} \neq t_{\Phi TЧ_{\text{вх}}\text{max}}$ , в отличие от кривой прогноза при  $t_{OГ} = \text{const} = t_{\Phi TЧ_{\text{вх}}\text{max}}$ , коэффициенты при  $g_{m\_OГ}$  которой умножены только лишь на  $k_0$ .

Температура  $t_{OГ}$  отработавших газов в выпускном коллекторе дизеля на стационарном режиме его работы (то есть с любой, но постоянной частотой  $n_{кв}$ ) обусловлена часовым массовым расходом топлива  $B_{\text{ч}}$  и эффективным коэффициентом полезного действия (КПД) дизеля  $\eta_e$ , определяющим значение среднего эффективного давления рабочего процесса  $P_e$ . Которое связано однозначной зависимостью со значением крутящего момента  $M_{кр}$  дизеля формулой

$$P_e = 30 \cdot M_{кр} \cdot \tau / (9,55 \cdot z \cdot V_h) \cdot 10^{-6}, \text{ МПа}. \quad (5)$$

Для дизеля 2Ч10,5/12: тактность  $\tau = 4$  такта/цикл, количество цилиндров  $z = 2$  шт., рабочий объем цилиндра  $V_h = 1,039 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , тогда получаем

$$P_e = 6,05 \cdot 10^{-3} \cdot M_{кр} \text{ МПа}. \quad (6)$$

Согласно экспериментальным данным для режимов в.с.х.:

$$M_{кр} = -4,776 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв}^2 + 0,118 \cdot n_{кв} + 37,5;$$

$$R^2 = 0,97891, \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (7)$$

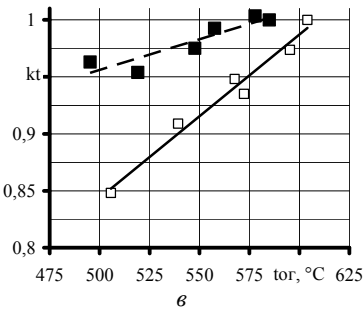
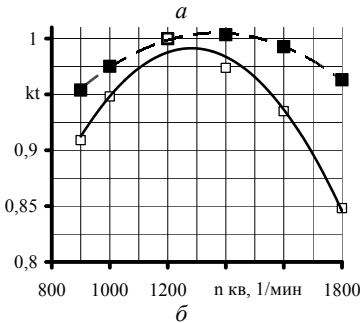
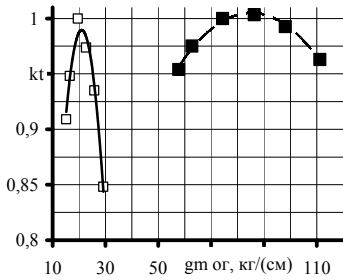


Рис. 1 – Зависимости температурного коэффициента  $k_t$  от режимных параметров дизеля 2Ч10,5/12:  
 ■ – ДМ ФЭ; □ – ДМЦ ФЭ.

$$\Delta P_{nonp} = 10,698 \cdot g_{m\_OG}^2 - 426,13 \times g_{m\_OG} + 4245,2; R^2 = 0,99479. \quad (13)$$

$$t_{OG} = -3,590 \cdot 10^{-4} \cdot n_{кв}^2 + 0,963 \cdot n_{кв} - 94,8; \\ R^2 = 0,98880, \text{ } ^\circ \text{C}. \quad (8)$$

То есть, формы графиков зависимости момента  $M_{кр}$  (а, значит, и  $P_e$ ) и температуры  $t_{OG}$  (а, значит, и  $t_{\Phi TЧex}$ ) от частоты  $n_{кв}$  подобны, в то время как эффективная мощность дизеля не отражает формы этих зависимостей и выражается формулой

$$N_e = M_{кр} \cdot n_{кв} / 9550, \text{ кВт}. \quad (9)$$

Указанные зависимости описываются равенствами:

$$k_t = -6,432 \cdot 10^{-5} \cdot g_{m\_OG}^2 + 1,096 \cdot 10^{-2} \times \\ \times g_{m\_OG} + 0,538 = -2,283 \cdot 10^{-7} \cdot n_{кв}^2 + \\ + 6,248 \cdot 10^{-4} \cdot n_{кв} + 0,577 = \\ = 5,394 \cdot 10^{-4} \cdot t_{\Phi TЧex} + 0,686; \\ R^2(g_{m\_OG}) = 0,98786; R^2(n_{кв}) = \\ = 0,99703; R^2(t_{\Phi TЧex}) = 0,83020; \quad (10)$$

$$\Delta P_{nonp} = 0,649 \cdot g_{m\_OG}^2 - 103,34 \times \\ \times g_{m\_OG} + 4047,7; R^2 = 0,94970. \quad (11)$$

$$k_t = -2,171 \cdot 10^{-3} \cdot g_{m\_OG}^2 + 9,120 \cdot 10^{-2} \times \\ \times g_{m\_OG} + 0,0321 = -5,425 \cdot 10^{-7} \cdot n_{кв}^2 + \\ + 1,391 \cdot 10^{-3} \cdot n_{кв} + 0,10 = \\ = 1,433 \cdot 10^{-3} \cdot t_{\Phi TЧex} + 0,127; \\ R^2(g_{m\_OG}) = 0,97036; R^2(n_{кв}) = \\ = 0,98092; R^2(t_{\Phi TЧex}) = 0,97201; \quad (12)$$

**Второй этап экспериментальных исследований.** Для выявления влияния температуры  $t_{\Phi TЧex}$  на эффективность очистки их от ТЧ разработанным фильтром за счет корректировки процессов конденсации  $СН_x$  на ТЧ и коагуляции самих ТЧ (а, значит, влияния на структуру, состав и размеры ТЧ), проведен второй этап моторных исследований. При этом снижение температуры  $t_{\Phi TЧex}$  вообще, и  $t_{\Phi TЧexmax}$  в частности, достигалось посредством изменения размещения МВ по длине выпускного тракта МИС при помощи набора гибких жаропрочных газопроводов, в которых происходит естественное охла-

ждение потока ОГ путем теплообмена с ОС и расширения. Таким образом, ДМЦ ФЭ исследовался путем снятия режимов в.с.х. в четырех положениях по длине выпускного тракта МИС – на расстоянии от выходного фланца выпускного коллектора дизеля  $L_{вып}$ , равном 0, 1,5, 5,0 и 8,0 м. По результатам данного этапа исследования выбрано рациональное значение  $L_{вып} = 5,0$  м [6, 7]. Влияние на ГС ФТЧ величины  $L_{вып}$  в представленной математической модели учитывается компоновочным коэффициентом  $k_L$ , физический смысл и значения которого будут предметом рассмотрения следующей части исследования. Характер изменения и соотношения между величинами  $\Delta P_{ФТЧ}$ ,  $\Delta P_{вып}$  и  $\Delta P_{МВ}$ , а также  $t_{ОГ}$ ,  $t_{ФТЧвх}$ ,  $\Delta t_{МВ}$ ,  $t_{ФТЧвых}$ , и  $\Delta t_{ФТЧ}$ , выявленные и описанные на первом этапе моторных исследований, для второго, третьего и четвертого этапов в среднем сохраняются. При этом величины  $\Delta t_{ФТЧ}$  и  $\Delta t_{МВ}$  уменьшаются с ростом  $g_{m.ОГ}$  и увеличиваются с ростом  $t_{ФТЧвх}$ .

**Третий этап исследований и анализ его результатов.** Для получения данных о среднеэксплуатационных значениях рабочих характеристик разработанного ФТЧ, в том числе и о его гидравлическом сопротивлении, проведен третий этап моторных исследований при  $L_{вып} = 5,0$  м [6, 7]. Для оценки этих значений применена стандартизированная методика испытаний АТС по 13-ти и 8-ми режимным стационарным циклам, содержащаяся в Правилах ЕЭК ООН № 49 и № 96 [1, 2]. Методика адаптирована к особенностям МИС и предполагает снятие следующих характеристик дизеля 2Ч10,5/12:

- режимов в.с.х.;
- нагрузочной характеристики (н.х.) частоты  $n_{кв}$  режима  $M_{кр\max}$  (н.х.  $M_{\max}$ );
- нагрузочной характеристики частоты  $n_{кв}$  режима номинальной мощности (н.х.  $N_{ном}$ ) и характеристики холостого хода (х.х.х.) [7].

При этом появляется возможность уточнить значения  $k_t$  в более широких пределах изменения температуры  $t_{ФТЧвх}$  в функции момента  $M_{кр}$  – от 0 Н·м (по х.х.х.) до  $M_{кр\max}$  (по н.х.  $M_{\max}$ ). Расходные характеристики ДМЦ для всех четырех характеристик работы дизеля 2Ч10,5/12 представлены на рис. 2.

На нем видно, что влияние  $t_{ФТЧвх}$  на ГС ДМЦ ФЭ при неизменном значении  $g_{m.ОГ}$  существенно. Это проявляется при сравнении экспериментально полученных расходных характеристик для в.с.х. и х.х.х., для которых расходы  $g_{m.ОГ}$  изменяются в практически одинаковом, наиболее широком для любого дизеля, диапазоне, а температуры  $t_{ФТЧвх}$  для одних и тех же значений  $g_{m.ОГ}$  существенно различаются. Также проявляется влияние характера и диапазона изменения  $t_{ФТЧвх}$  по режимам самих характеристик. Для н.х., по режимам которых изменениями расхода  $g_{m.ОГ}$  допустимо пренебречь, а тем-



пературы  $t_{фгч_{ex}}$  изменяются в самом широком диапазоне для дизеля, влияние  $t_{фгч_{ex}}$  на ГС ДМЦ ФЭ наиболее информативно.

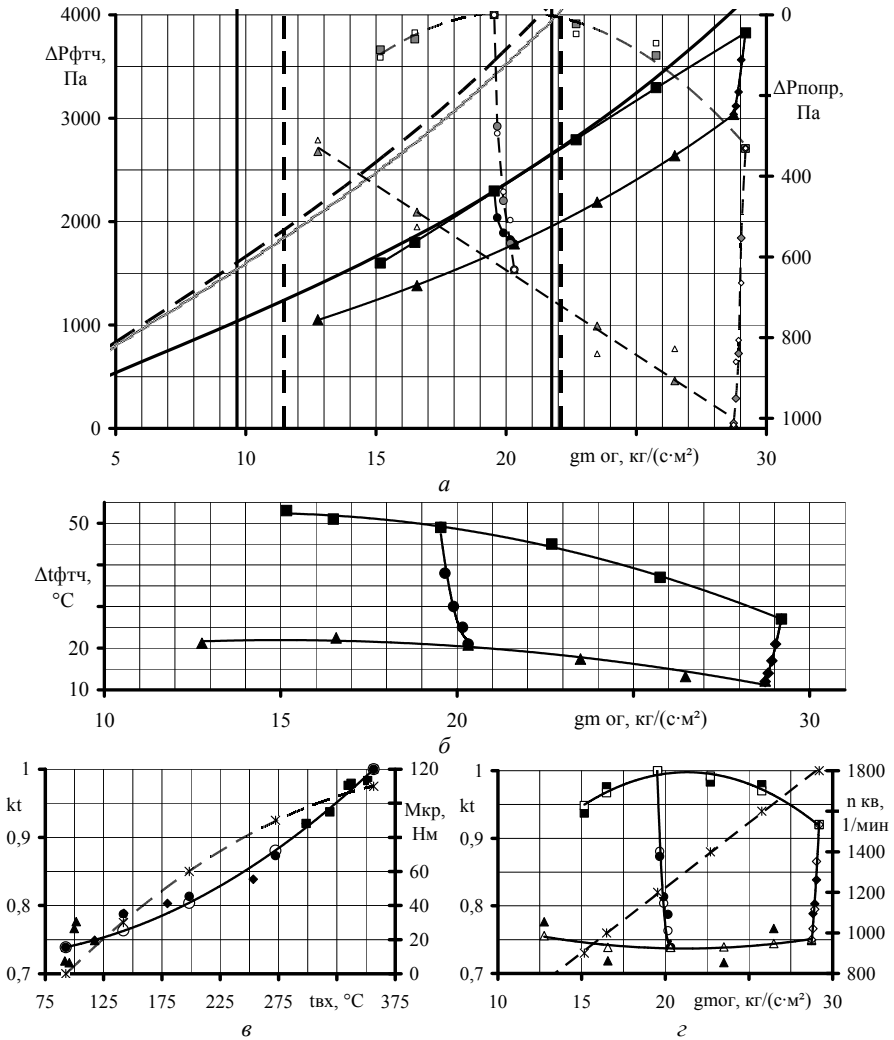


Рис. 2 – Расходные характеристики ДМЦ ФЭ, перепады температуры на нем и температурный коэффициент при испытаниях дизеля 2Ч10,5/12 по стандартизированным циклам:

■, □, ▣ – в.с.х.; ▲, △, ▴ – х.х.х.; ●, ○, ◐ – н.х. при  $n_{кв} = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ; ◆, ◇, ◑ – н.х. при  $n_{кв} = 1800 \text{ мин}^{-1}$ ; для а: ■, ▲, ●, ◆ –  $\Delta P$ ; □, △, ○, ◇ –  $\Delta P_{попр.эксп}$ ; для б: □, △, ○, ◇ –  $\Delta P_{попр.прогн}$ ; для в и г: ■, ▲, ●, ◆ –  $k_t$ ; □, △, ○, ◇ –  $k_t$ ; \* –  $M_{кр}$  и  $n_{кв}$ .

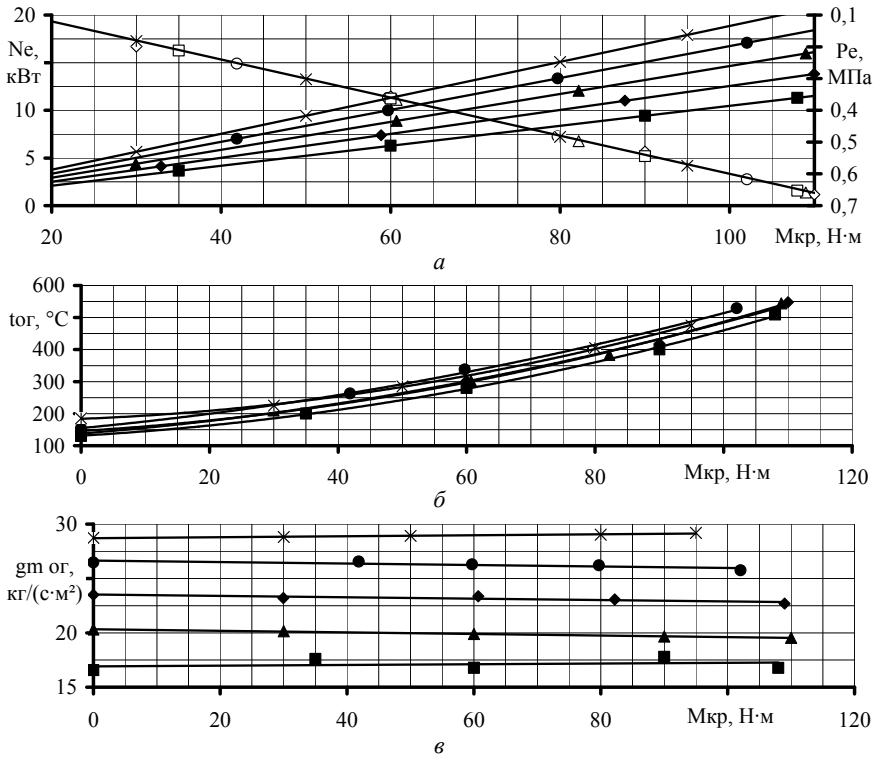


Рис. 3 – Распределения показателей дизеля 2410,5/12 по режимам н.х.: *a* – эффективной мощности, среднего эффективного давления; *б* – температуры ОГ; *в* – потока ОГ: для  $n_{кв} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ : ■ –  $N_e$ ;  $t_{ог}$ ;  $g_{m.ог}$ ; □ –  $P_e$ ; для  $n_{кв} = 1200 \text{ мин}^{-1}$ : ◆ –  $N_e$ ;  $t_{ог}$ ;  $g_{m.ог}$ ; ◇ –  $P_e$ ; для  $n_{кв} = 1400 \text{ мин}^{-1}$ : ▲ –  $N_e$ ;  $t_{ог}$ ;  $g_{m.ог}$ ; △ –  $P_e$ ; для  $n_{кв} = 1600 \text{ мин}^{-1}$ : ● –  $N_e$ ;  $t_{ог}$ ;  $g_{m.ог}$ ; ○ –  $P_e$ ;  $n_{кв} = 1800 \text{ мин}^{-1}$ : \* –  $N_e$ ;  $t_{ог}$ ;  $g_{m.ог}$ ; × –  $P_e$ .

На рис. 2 также содержится распределение величин  $\Delta P_{нопр}$  и  $k_t$  по режимам всех снятых характеристик дизеля – экспериментально полученных (по формулам (3) и (4)) –  $\Delta P_{нопр.эксн}$  и  $k_{t.эксн}$ , и спрогнозированных с использованием предложенного подхода (по формулам (12) и (13)) –  $\Delta P_{нопр.прогн}$  и  $k_{t.прогн}$ . Величины  $\Delta P_{нопр.эксн}$  и  $\Delta P_{нопр.прогн}$  отличаются друг от друга на 18,1 – 3,3 %, в зависимости от значения  $t_{фгч_{вх}}$  по н.х. (чем ниже  $t_{фгч_{вх}}$ , тем выше погрешность прогнозирования). А величины  $k_{t.эксн}$  и  $k_{t.прогн}$  различаются в пределах 1,9 – 0,6 %, в зависимости от величины разницы температур ОГ между точками расходной характеристики при  $t_{ог} = \text{const}$  и расходной ха-

рактистике при  $t_{OG} \neq \text{const}$  для конкретных режимов в.с.х., что объясняется особенностями распределения погрешности измерения температуры ОГ термомпарами ТХА и прибором А566 по диапазону изменения  $t_{ФГЧ_{\text{вх}}}$ .

Распределение параметров работы дизеля 2Ч10,5/12 –  $N_e$ ,  $M_{кр}$ ,  $t_{OG}$  и  $g_{m,OG}$  – по режимам в.с.х., х.х.х., н.х.  $N_{ном}$  и по н.х.  $M_{\text{max}}$  приведено на рис. 3 – 5. Как следует из их формы, результаты анализа особенностей этого распределения на предмет пригодности для использования в качестве аргумента, в функции которого рационально задавать  $k_t$ , приведенного для в.с.х. в прошлой части данного исследования [3], можно распространить и на остальные характеристики.

Экспериментально полученные значения температуры и потока ОГ описываются следующими уравнениями регрессии: для н.х. с  $n_{кв} = 1200 \text{ мин}^{-1}$  форм. (14) и (15), для н.х. с  $n_{кв} = 1800 \text{ мин}^{-1}$  форм. (16) и (17), для х.х.х. форм. (18) и (19).

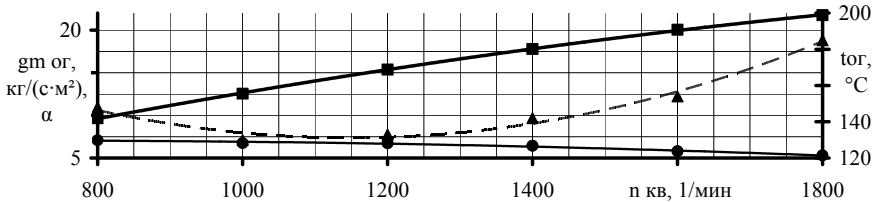


Рис. 4 – Распределение температуры и потока ОГ по режимам х.х.х. дизеля 2Ч10,5/12:

■ –  $g_{m,OG}$ ; ▲ –  $t_{OG}$ .

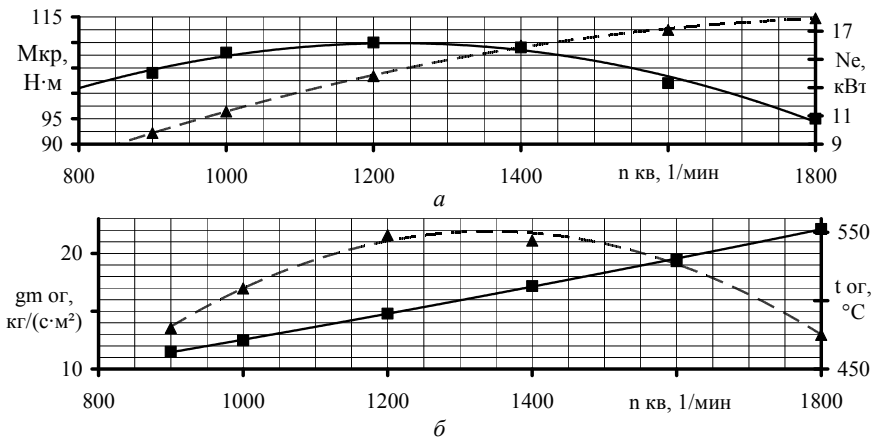


Рис. 5 – Распределения показателей дизеля 2Ч10,5/12 по режимам в.с.х.: а – эффективной мощности и крутящего момента; б – потока и температуры ОГ:

для а: ■ –  $M_{кр}$ ; ▲ –  $N_e$ ; для б: ■ –  $g_{m,OG}$ ; ▲ –  $t_{OG}$ .

$$t_{OG} = 1,866 \cdot 10^{-2} \cdot M_{кр}^2 + 1,597 \cdot M_{кр} + 137,8; R^2 = 0,99625, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (14)$$

$$g_{m.ог.двс} = -7,317 \cdot 10^{-3} \cdot M_{кр} + 20,338; R^2 = 0,99369, \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2); \quad (15)$$

$$t_{OG} = 2,438 \cdot 10^{-2} \cdot M_{кр}^2 + 0,776 \cdot M_{кр} + 183,6; R^2 = 0,99940, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (16)$$

$$g_{m.ог.двс} = 4,612 \cdot 10^{-2} \cdot M_{кр} + 28,709; R^2 = 0,95422, \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2); \quad (17)$$

$$t_{OG} = 1,254 \cdot 10^{-4} \cdot n_{кв}^2 - 0,288 \cdot n_{кв} + 296,6; R^2 = 0,98162, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (18)$$

$$g_{m.ог.двс} = 1,179 \cdot 10^{-2} \cdot n_{кв} + 0,723; R^2 = 0,99926, \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2). \quad (19)$$

Таким образом, для ДМЦ ФЭ зависимость коэффициента  $k_t$  от температуры  $t_{фгчвх}$ , описываемая формулой (12) и определенная в ходе анализа результатов первого этапа моторных экспериментов, нашла свое подтверждение в более широком диапазоне температур.

Использование в качестве аргумента для  $k_t$  величины  $t_{фгчвх}$  удобно с практической точки зрения (системы снижения токсичности ОГ дизелей оборудованы датчиком температуры ОГ) и отражает термодинамические основы этого коэффициента. Однако, значение  $t_{фгчвх}$  формируется значением момента  $M_{кр}$ , которое, в свою очередь, определяется исключительно давлением  $P_e$ . Зависимости значений  $k_t$  для ДМЦ ФЭ от  $M_{кр}$  и  $P_e$  дизеля 2Ч10,5/12, представляющие теоретический интерес, представлены на рис. 6 и имеют следующий вид:

$$k_t = 4,320 \cdot 10^{-9} \cdot M_{кр}^4 - 6,512 \cdot 10^{-7} \cdot M_{кр}^3 + 4,012 \cdot 10^{-5} \cdot M_{кр}^2 + 9,326 \cdot 10^{-5} \cdot M_{кр} + 0,739 = 2,3454 \cdot P_e^4 - 2,2103 \cdot P_e^3 + 1,045 \cdot P_e^2 - 1,422 \cdot 10^{-2} \cdot P_e + 0,739; \\ R^2(M_{кр}) = R^2(P_e) = 0,99999. \quad (20)$$

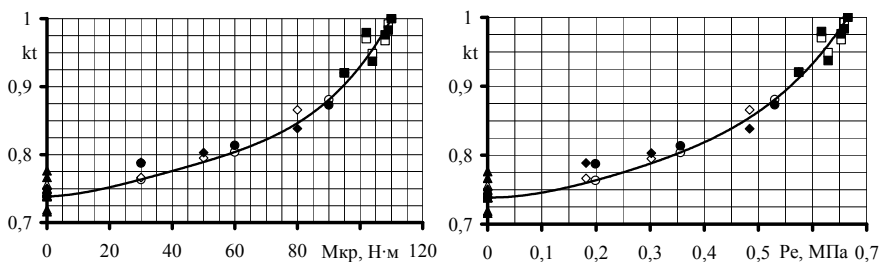


Рис. 6 – Зависимости коэффициента  $k_t$  от  $M_{кр}$  и  $P_e$ :

■, □ – в.с.х.; ▲, △ – х.х.х.; ●, ○ – н.х.  $M_{max}$ ; ◆, ◇ – н.х.  $N_{ном}$ ; ■, ▲, ●, ◆ –  $k_{t.эксп}$ ; □, △, ○, ◇ –  $k_{t.прогн}$ .

Определению физического смысла и значений компоновочного  $k_L$  и временного  $k_t$  коэффициентов посвящены следующие этапы моторных стен-

довых испытаний ДМЦ и, соответственно, части данного исследования.

**Выводы.** Разработана математическая модель для описания связи между расходными характеристиками физической модели ФТЧ и полноразмерного ФТЧ в реальных условиях эксплуатации. Она базируется на расходной характеристике модуля ФЭ при постоянной температуре ТС и использует набор коэффициентов, позволяющих учесть влияние ряда эксплуатационных факторов. Приведен и обоснован физический смысл температурного коэффициента и экспериментально определены зависимости его значения от температуры ОГ на входе в ФТЧ, которая зависит от среднего эффективного давления дизеля.

**Список литературы:** 1. Кондратенко А.Н. Математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твердых частиц дизеля. Часть 1: настроечный коэффициент / А.Н. Кондратенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. –Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 18 (1061). – С. 68 – 80. 2. Кондратенко О.М. Зниження викиду твердих частинок транспортних дизелів, що перебувають в експлуатації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец 05.05.03 «Двигуни та енергетичні установки» / О.М. Кондратенко. – Харків, 2013. –20 с. 3. Кондратенко О.М. Стендові випробування автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 за стандартизованими циклами для визначення ефективності роботи ФТЧ / О.М. Кондратенко, О.П. Строков, С.О. Вамболь // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 10 (1053). – С. 11 – 19.

**Bibliography (transliterated):** 1. Kondratenko, A. N. "Matematicheskaja model' gidravlicheskogo soprotivlenija fil'tra tverdyh chastic dizelja. Chast' 1: nastroecnoj koeficient." *Visnyk NTU «KhPI»*. Ser.: *Matematyčne modeljuvannja v tehnici ta tehnologijah*. No. 18 (1061). Kharkiv: NTU «KhPI», 2014. 68–80. Print. 2. Kondratenko, O. M. *Znyzhennja vykydu tverdyh chastynek transportnyh dyzeliv, scho perebuvajut' v ekspluataciji*. Avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk. Kharkiv, 2013. Print. 3. Kondratenko, O. M., O. P. Strokov and S. O. Vambol'. "Stendovi vyprobuvannja avtotraktornogo dyzelja 2Ch10,5/12 za standartyzovanymy cyklamy dlja vyznachennja efektyvnosti roboty FTCh." *Visnyk NTU «KhPI»*. Ser.: *Avtomobile- ta traktorobuduvannja*. No. 10 (1053). Kharkiv: NTU «KhPI», 2014. 11–19. Print.

*Поступила (received) 26.05.2014*

УДК 621.224

**Ю.М. КУХТЕНКОВ**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків;  
**М.Ю. КУХТЕНКОВ**, менеджер, КП «МІЦ», Харків;  
**С.О. РИЖОВ**, нач. відділу, ЗАТ НВП «Нафтогазова техніка», Липці

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЕРТОВОГО ЗРИВУ В НАСОСНОМУ РЕЖИМІ ОБОРотНИХ ГІДРОМАШИН

Проведено експериментальні дослідження обертового зриву в оборотних гідравлічних машинах при напорах 200 м. Визначається число зон зриву і швидкість їх обертання. При зменшенні ви-

## З М І С Т

К 80-летнему юбилею Ганделя Ю.В. ....	3
<i>Анділахай О. О.</i> Розробка математичної моделі визначення параметрів абразивної обробки деталей затопленими струменями .....	9
<i>Бодяньський Є. В., Тищенко О. К., Копаліані Д. С.</i> Багатомірна каскадна нейро-фаззі система з оптимізацією пулу нейронів .....	17
<i>Владіміров Е. О., Гавва Д. В., Чикунов П. О.</i> Розкриття невизначеності вирішення задачі кінематики графічним способом при вивченні курсу теорії механізмів та машин .....	26
<i>Возняк О. Т., Пона О. М., Шаповал С. П.</i> Вплив вітру на роботу сонячного колектора з гофрованим теплопоглиначем .....	32
<i>Гайдамака А. В.</i> Распределение осевой нагрузки между цилиндрическими роликами радиального подшипника .....	39
<i>Гречка І. П.</i> Встановлення технічного рівня гідроагрегату обертання .....	45
<i>Григорьев А. Л.</i> Метод прочностного динамического анализа запирающего механизма дизельной форсунки .....	53
<i>Донской Д. Ф., Кутя М. М., Олешко С. А.</i> Математическая модель динамики добычи газа на завершающей стадии эксплуатации месторождения.....	59
<i>Кондратенко А. Н.</i> Математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твёрдых частиц дизеля. Часть 1: настроечный коэффициент .....	68
<i>Кондратенко А. Н.</i> Математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твёрдых частиц дизеля. Часть 2: температурный коэффициент .....	80
<i>Кухтенков Ю. М., Кухтенков М. Ю., Рижов С. О.</i> Дослідження обертowego зриву в насосному режимі оборотних гідромашин.....	89
<i>Мачуга О. С.</i> Особливості проектування лісозаготівельної техніки для роботи на територіях з ухилом. Частина 2. Розв'язування практичних задач .....	94
<i>Мельник О. С., Трохименко Н. В., Онищук О. В.</i> Програмовані наноелектронні логічні елементи .....	110

<b>Ольшанський В. П., Ольшанський С. В.</b> Функція Ламберта в задачі коливань математичного маятника.....	116
<b>Плаксії Ю. А.</b> Двочастотна кватерніонна еталонна модель обертання твердого тіла конічного типу.....	120
<b>Проценко М. И.</b> Экспериментальный стенд для исследований работы термотрансформатора с использованием струйной термокомпрессии и его расчётная модель.....	130
<b>Семко А. Н., Владыкина Н. Н.</b> Моделирование электромагнитных и гидродинамических параметров в лабораторной установке.....	138
<b>Сімсон Е. А., Назаренко С. О., Марусенко С. І.</b> Аналіз чутливості елементів конструкцій при динамічних навантаженнях.....	146
<b>Сотник М. І.</b> Моделювання робочих режимів відцентрових насосів.....	151
<b>Степук А. В., Автономова Л. В., Бондарь С. В.</b> Влияние модели состояния материала на напряжённно-деформированное состояние П-образной конструкции при ударе шаром.....	161
<b>Тарсис Е. Ю.</b> Вариационно-структурный метод решения плоской контактной задачи теории упругости.....	167
<b>Тимошенко Н. С., Семко А. Н.</b> Теоретическое и экспериментальное исследование модели вытяжного газохода для дуговых сталеплавильных печей.....	178
<b>Ткаченко В. Н.</b> Исследование напряжённно-деформированного состояния колеса волновой зубчатой передачи с использованием теорий упругих оболочек.....	191
<b>Шевченко С. А., Валивахин С. А.</b> Математическая модель регулятора давления газа.....	195
<b>Шуклинов С. Н.</b> Адаптивная система управления торможением автомобиля с перенастраиваемой моделью.....	209
<b>Реферати</b> .....	218
<b>Рефераты</b> .....	224
<b>Abstracts</b> .....	231

ків. В методі використана можливість представлення загального рішення рівнянь цієї моделі в формі інтегралів Дюамеля із ядрами Коші.

**Ключові слова:** динамічна модель, суттєва нелінійність, коливання витків пружини, дотичні напруження.

УДК 622.691.4

**Математична модель динаміки видобутку газу на завершальній стадії експлуатації родовища / Д. Ф. Донський, М. М. Кутя, С. А. Олешко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 59 – 68. Бібліогр.: 4 назв. – ISSN 2222-0631.**

Розроблено та реалізовано для практичних цілей математичну модель динаміки обсягів видобутку газу для родовищ на завершальній стадії розробки, оцінено вплив утворення рідинних пробок в ліфтових трубах свердловини та в порожнині її шлейфа на режими роботи системи «свердловина – шлейф – установка збору».

**Ключові слова:** модель відбору газу, динаміка видобутку, природний газ, родовище, свердловина, заключна стадія розробки, рідинні пробки.

УДК 621.43.068.4

**Математична модель гідравлічного опору фільтра твердих часток дизеля. Частина 1: настроувальний коефіцієнт / О. М. Кондратенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 68 – 80. Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2222-0631.**

Приведено та описано математичну модель гідравлічного опору ФТЧ у реальних умовах експлуатації. Модель побудовано на основі витратної характеристики одного модуля ФТЧ, експериментально отриманій за постійної температури текучого середовища, і даних стендових випробувань автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, що обладнаний повнорозмірним ФТЧ. Модель дозволяє врахувати ряд факторів, що характеризують умови експлуатації ФТЧ у складі випускної системи цього дизеля. Врахування цих факторів проводиться шляхом введення відповідних коефіцієнтів. У даній частині роботи описано фізичний зміст та оцінено значення настроувального коефіцієнту моделі, що дозволяє зв'язати результати досліджень на безмоторній установці і моторному стенді та врахувати тип конструктивного виконання модуля фільтруючого елемента.

**Ключові слова:** дизель, фільтр твердих частинок, гідравлічний опір, математична модель.

УДК 621.43.068.4

**Математична модель гідравлічного опору фільтра твердих частинок дизеля. Частина 2: температурний коефіцієнт / О. М. Кондратенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 80 – 89. Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2222-0631.**

Описано математичну модель гідравлічного опору фільтра твердих частинок (ФТЧ) дизеля у реальних умовах експлуатації. Модель побудовано на основі витратної характеристики одного модуля ФТЧ, експериментально отриманій за постійної температури текучого середовища, і даних стендових випробувань автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, оснащеного повнорозмірним ФТЧ. Модель дозволяє врахувати ряд факторів, що характеризують умови експлуатації ФТЧ у складі випускної системи цього дизеля. Врахування цих факторів проводиться шляхом введення відповідних коефіцієнтів. У даній частині роботи описано фізичний зміст та оцінено значення температурного коефіцієнту моделі, що дозволяє врахувати зміну температури відпрацьованих газів на вході у корпус фільтра як функцію середнього ефективного тиску дизеля.

**Ключові слова:** дизель, фільтр твердих частинок, гідравлічний опір, математична модель.

УДК 621.224

**Дослідження обертового зриву в насосному режимі оборотних гідромашин / Ю. М. Кухтенков, М. Ю. Кухтенков, С. О. Рижов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 89 – 94. Бібліогр.: 1 назва. – ISSN 2222-0631.**



УДК 621.43.068.4

**Математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твердых частиц дизеля. Часть 1: настроечный коэффициент / А. Н. Кондратенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 68 – 80. Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2222-0631.**

Приведена и описана математическая модель гидравлического сопротивления ФТЧ в реальных условиях эксплуатации. Модель построена на основе расходной характеристики одного модуля ФТЧ, экспериментально полученной при постоянной температуре текучей среды, и данных стендовых испытаний автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, оснащенного полноразмерным ФТЧ. Модель позволяет учесть ряд факторов, характеризующих условия эксплуатации ФТЧ в составе выпускной системы этого дизеля. Учет этих факторов производится путем введения соответствующих коэффициентов. В данной части работы описан физический смысл и оценены значения настроечного коэффициента модели, позволяющего связать результаты исследований на безмоторной установке и моторном стенде и учесть тип конструктивного исполнения модуля фильтрующего элемента.

**Ключевые слова:** дизель, фильтр твердых частиц, гидравлическое сопротивление, математическая модель.

УДК 621.43.068.4

**Математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твердых частиц дизеля. Часть 2: температурный коэффициент / А. Н. Кондратенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 80 – 89. Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2222-0631.**

Описана математическая модель гидравлического сопротивления фильтра твердых частиц (ФТЧ) дизеля в реальных условиях эксплуатации. Модель построена на основе расходной характеристики одного модуля ФТЧ, экспериментально полученной при постоянной температуре текучей среды, и данных стендовых испытаний автотракторного дизеля 2Ч10,5/12, оснащенного полноразмерным ФТЧ. Модель позволяет учесть ряд факторов, характеризующих условия эксплуатации ФТЧ в составе выпускной системы этого дизеля. Учет этих факторов производится путем введения соответствующих коэффициентов. В данной части работы описан физический смысл и оценены значения температурного коэффициента модели, позволяющего учесть изменение температуры отработавших газов на входе в корпус фильтра как функцию среднего эффективного давления дизеля.

**Ключевые слова:** дизель, фильтр твердых частиц, гидравлическое сопротивление, математическая модель.

УДК 621.224

**Исследования вращающегося срыва в насосном режиме обратимых гидравлических машин / Ю. М. Кухтенков, М. Ю. Кухтенков, С. А. Рыжов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №18 (1061). – С. 89 – 94. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2222-0631.**

Проведены экспериментальные исследования вращающегося срыва в обратимых гидравлических машинах при напорах 200 м. Определяется число зон срыва и скорость их вращения. При уменьшении расхода вращающийся срыв преобразовывается в помпаж. Пульсации давления между рабочим колесом и направляющим аппаратом при вращающемся срыве достигают 25%, и при помпаже – 28 %.

**Ключевые слова:** вращающийся срыв, пульсации давления, рабочее колесо, направляющий аппарат.

УДК 630\*377.4:531.8

**Особенности проектирования лесозаготовительной техники для работы на территориях с уклоном. Часть 2. Решение практических задач / О. С. Мачуга // Вісник НТУ «ХП».**

(1061). – pp. 59 – 68. Bibliog.: 4 titles. – ISSN 2222-0631.

In the article a mathematical model of the gas production dynamics for fields at the final stage of operation is developed and implemented for practical purposes. The authors also evaluate the effect of forming liquid plugs in the tubing of the well and in the cavity of its pipeline on the modes of the system «well – pipeline – collecting unit».

**Key words:** a mathematical model, dynamics, gas, field, well, the final stage of development, liquid plugs.

UDC 621.43.068.4

**Mathematical model of the hydraulic resistance of a diesel particulate matter filter. Part 1: adjusting coefficient / A. N. Kondratenko** // Bulletin of National Technical University «KhPI» Series: Mathematical modeling in engineering and technologies. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2014. – №18 (1061). – pp. 68 – 80. Bibliog.: 21 titles. – ISSN 2222-0631.

The paper deals with the mathematical model describing hydraulic resistance of a DPF under real operating conditions. The model is based on the flow characteristics of a single module of the DPF filter element obtained experimentally for a constant temperature of fluid, and data of bench tests of autotractor diesel 2Ch10.5/12 equipped with a full-sized DPF. The model also allows taking into account a number of factors that characterize operating conditions of the DPF in the exhaust system of this diesel by introducing respective coefficient. The dependence of these coefficients on the operating and design parameters of diesel 2Ch10.5/12 is experimentally obtained and described using the method of linear regression. In this part of the research we describe the physical meaning and evaluate the adjusting coefficient of this mathematical model, which allows to correlate the results of non-motorized installation studies and those obtained using engine test band, and to take into account the case design type of the DPF filter element module. Using flow characteristics of the exhaust stream, such as mass flow rate per unit area of the inlet section of the module, when designing a DPF allows taking into account the model dimensions of the model and the number of the filter element modules.

**Key words:** diesel, particulate matter filter, hydraulic resistance, mathematical model.

UDC 621.43.068.4

**Mathematical model of the hydraulic resistance of the diesel particulate matter filter. Part 2: temperature coefficient / A. N. Kondratenko** // Bulletin of National Technical University «KhPI» Series: Mathematical modeling in engineering and technologies. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2014. – №18 (1061). – pp. 80 – 89. Bibliog.: 3 titles. – ISSN 2222-0631.

The paper deals with a mathematical model describing hydraulic resistance of a diesel particulate matter filter (DPF) under real operating conditions. The model is based on the flow characteristics of a single module of the DPF filter element obtained experimentally for a constant temperature of fluid, and data of bench tests of autotractor diesel 2Ch10.5/12 equipped with a full-sized DPF. The model also allows taking into account a number of factors that characterize operating conditions of the DPF in exhaust system of this diesel by introducing respective coefficient. The dependence of these coefficients on the operating and design parameters of diesel 2Ch10.5/12 is experimentally obtained and described using the method of linear regression. In this part of the research we describe the physical meaning and evaluate the temperature coefficient of this mathematical model, which allows taking into account changes of the temperature of the exhaust gas at the filter housing inlet by the function of the mean effective pressure of the diesel. Using flow characteristics of the exhaust stream, such as mass flow rate per unit area of the inlet section of the module, when designing a DPF allows taking into account the model dimensions of the model and the number of the filter element modules.

**Key words:** diesel, particulate filter, hydraulic resistance, mathematical model.

UDC 621.224

**Investigation of rotating stall of reverse hydraulic machine pumping mode / Y. M. Kukhtenkov, M.Y. Kukhtenkov, S. A. Ryzhov** // Bulletin of National Technical University «KhPI» Series: Mathematical modeling in engineering and technologies. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2014. – №18

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХПІ»**

**Збірник наукових праць**

Серія:  
Математичне моделювання  
в техніці та технологіях

№ 18 (1061)

Науковий редактор д-р техн. наук, проф. В. А. Ванін,  
Технічний редактор С. Д. Нижник

Відповідальний за випуск канд. техн. наук Г. Б. Обухова

**АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ:** 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХПІ».  
Кафедра вищої математики.  
Тел.: (057) 707-60-35, (057) 707-60-87;  
e-mail: kpi\_mmtt@mail.ru

Обл.-вид. № 79 – 14.

Підп. до друку 03.07.2014 р. Формат 60×84 1/16. Папір офісний.  
Друк цифровий. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 10,0. Облік.-вид. арк. 10,0.  
Тираж 300 пр.(1-й завод 1 – 100) Зам. № ZE 1530. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХПІ». Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта  
видавничої справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вил Фрунзе, 21

---

Цифрова друкарня ТОВ «Цифрова друкарня №1»  
Ідент. код юридичної особи: 37190180 від 27.07.2010.  
61001, Харків, пл. Повстання, 7/8, тел. (057) 754-49-40, (057) 754-49-42.