

DOI 10.32820/2079-1747-2019-23-130-138

УДК 621.87

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУВАНOSTI ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО
ЗГОРЯННЯ ПРИ НЕСТАЛИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ**©**Подольак О. С., Смик О.М., Староста Ж.С.***Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

Подольак Олег Степанович: ORCID: 0000-0002-1477-8548; podoliak15os@gmail.com; завідувач кафедри машинобудування та транспорту; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Смик Олександр Миколайович: ORCID: 0000-0003-1384-749X; podoliak15os@gmail.com; судовий експерт Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України; вул. Ковтуна, 34, м. Харків, 61036.

Староста Жанна Степанівна: ORCID: 0000-0002-8461-7692; podoliak15os@gmail.com; студентка факультету Комп'ютерних і інтегрованих технологій у виробництві і освіті; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Виконано аналіз терміну служби приводу автомобільних кранів і встановлено причини передчасного руйнування поверхонь тертя основних деталей двигунів.

Проведені дослідження зношуваності деталей двигуна внутрішнього згоряння при несталих режимах роботи з застосуванням методу планування експерименту, реалізація якого здійснювалась на програмованому стенді. Стохастичною моделлю кожного етапу випробувань були осцилограми з записами режимів роботи двигунів в реальних умовах експлуатації. Планування експерименту виконувалося методом ітерації з урахуванням швидкісних, температурних і динамічних параметрів, а також коефіцієнта динамічності механічної системи «двигун - трансмісія - вантаж».

Отримані залежності зміни зносу двигунів від основних швидкісних і навантажувальних параметрів. Встановлено ступінь впливу кожного з цих параметрів на зношуваність двигунів внутрішнього згоряння.

Ключові слова: двигун, знос, режим роботи, стенд, кривошипно-шатунний механізм, математична модель, планування експерименту, механічна система.

Подольак О.С., Смик О.М., Староста Ж.С. «Исследование изнашиваемости двигателей внутреннего сгорания при неустановившихся режимах работы».

Выполнен анализ срока службы привода автомобильных кранов и установлены причины преждевременного разрушения поверхностей трения основных деталей двигателей.

Проведены исследования изнашиваемости деталей двигателя внутреннего сгорания при неустановившихся режимах работы с применением метода планирования эксперимента, реализация которого осуществлялась на программируемом стенде. Стохастической моделью каждого этапа испытаний были осциллограммы с записями режимов работы двигателей в реальных условиях эксплуатации. Планирование эксперимента осуществлялось методом итерации с учетом скоростных, температурных и динамических параметров, а также коэффициента динамичности механической системы «двигатель – трансмиссия – груз».

Получены зависимости изменения износа двигателей от основных скоростных и нагрузочных параметров. Установлено степень влияния каждого из указанных параметров на изнашиваемость двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель, износ, режим работы, стенд, кривошипно-шатунный механизм, математическая модель, планирование эксперимента, механическая система.

Podoliak O., Smyk O., Starosta J. «Investigation of wear of the internal combustion engine at the transient operation modes».

The analysis of the service life of the actuator and mounted mobile cranes causes premature failure of the main friction surfaces of engine parts.

Investigations of wear of the internal combustion engine parts during transient operating conditions using the method of experimental design, implementation of which was carried out on a programmable stand. Stochastic model of each stage of the test were waveform recordings engine operation under real operating conditions. Experimental Design was performed by iteration with the speed, temperature and the dynamic parameters, as well as the coefficient of dynamic mechanical system "motor - transmission - the goods".

Physical modeling was performed using software installation based on the inputted therein algorithms. This setting is to set different modes (corresponding to 4 iterations of steps) experimental engine. Statistical processing of waveforms with the records engine operating modes under operating conditions will allow to select the typical waveforms and use them to create algorithms for test programs. When thus considered coolant temperature and oil load value and its time variation, velocity and acceleration of the crankshaft.

The obtained data using the correlation-regression analysis were processed on the computer according to the program, which consisted of four standard blocks: preliminary statistical analysis, multiple regression analysis, pair and multi-level correlation analyzes. The application of this program allowed, with the precision of the highway, to perform a selective selection of parameters, highlighting the main factors determining the deterioration of the engine. As a result, for each type of engine, mathematical models were described that describe the relationship between speed, load and temperature parameters and the intensity of wear.

To implement the fifth step iteration was conducted varying the moment of inertia of the flywheel masses variable experimental setup. The design allowed to change the dynamic coefficient of a mechanical system. Dependencies of engine wear changes are obtained the basic speed and load parameters. The degree of influence of each of these parameters on the wear of the internal combustion engine.

Keywords: engine wear, dynamic factor, mode of operation, a stand, a crank mechanism, mathematical model, experimental design, mechanical system.

Вступ

Режими роботи силового агрегату автомобільного крана в експлуатаційних умовах характеризуються навантажувальними, швидкісними і температурними параметрами. Систематичний відбір та аналіз терміну служби двигунів експлуатованих в різних умовах [1],

дозволив зробити висновок, що термін служби двигунів автомобільних кранів в 1,6 - 2,4 рази менше ніж при експлуатації в сталих умовах. Аналіз робіт [1, 2] показує, що основними режимами роботи силових агрегатів встановлених на вантажопідйомних машинах є несталі режими. Мається на увазі, що зміна навантажувальних і швидкісних параметрів визначається не конструктивними характеристиками, а зовнішніми експлуатаційними впливами. Основними показниками несталих режимів є не тільки величини параметрів, але і інтенсивності їх зміни.

Вивчення даної проблеми досить складно, оскільки необхідно враховувати багатofакторність процесу зміни ресурсу деталей. Найбільш повно дослідити цю проблему можна, створивши узагальнену аналітичну модель, яка враховувала б усі чинники: навантажувальні (P), швидкісні (ω), температурні (T). Проблемою дослідження довговічності двигунів внутрішнього згоряння при експлуатаційних режимах займались: Мішин І.А.; Ждановський Н.С.; Канарчук В.Є. [3, 4, 5]. Однак спеціальних досліджень по зношуваності двигунів кранів автомобільного типу не проводилось. Для вивчення цієї задачі пропонується включити в математичну модель зносу двигуна коефіцієнт динамічності (k_D) механічної системи «двигун – трансмісія – вантаж

1. Мета роботи

Встановити закономірності зношування деталей ДВС, що враховують вплив коефіцієнта динамічності, навантажувальних, швидкісних та температурних режимів роботи.

2. Планування експерименту

Дослідження моделі зносу двигуна автомобільного крана ускладнено великою кількістю факторів, що впливають на нього. Тому теоретичний опис в цій області носить лише якісний характер і дозволяє науково обгрунтовано спланувати етапи дослідження. Кількісний опис моделі можна отримати експериментально великою кількістю трудомістких дослідів.

Досвід застосування математичних методів планування зносних динамічних випробувань показує, що використовувана методологія їх проведення математично строго і фізично коректно дозволяє поставити сучасний експеримент в рандомізованій формі.

Для встановлення закономірностей інтенсивності зносу двигуна необхідно мати відомості про значення параметрів, що входять у наступну багатовимірну функцію:

$$\frac{du}{d\Theta} = f(P_e; W_p; \omega; j; k_D), \quad (1)$$

де P_e – ефективне навантаження, W_p – інтенсивність зміни навантаження, ω – кутова швидкість колінчастого валу, j – прискорення колінчастого валу, k_D – коефіцієнт динамічності. Для дослідження функції (1) задамося наступними умовами:

1) робота двигуна відбувається з постійною швидкістю обертання колінчастого вала і $W_p = 0$, коефіцієнт динамічності не враховується. Тоді диференціальне рівняння зміни ресурсу перетворюється в двомірну функцію, що має наступний вигляд:

$$\frac{du}{d\Theta} = f_1(P_e). \quad (2)$$

З виразу (2) видно, що на першому етапі дослідження слід експериментально встановити закономірності зміни ресурсу в залежності від сталого навантаження;

2) двигун працює з постійним навантаженням, причому прискорення колінчастого вала дорівнює нулю, коефіцієнт динамічності не враховується. Тоді

$$\frac{du}{d\Theta} = f_2(\omega). \quad (3)$$

З виразу (3) видно, що необхідно вивчити вплив швидкісного режиму на ресурс;

3) двигун працює при постійній швидкості і змінних навантаженнях, коефіцієнт динамічності не враховується. При цьому аналізована функція має наступний вигляд:

$$\frac{du}{d\Theta} = f_3(W_p). \quad (4)$$

З рівняння (4) видно, що потрібно експериментально вивчити вплив інтенсивності зміни навантаження на ресурс;

4) припустимо, що двигун працює при постійному навантаженні і змінюється в часі швидкості, коефіцієнт динамічності не враховується. Тоді диференціальне рівняння перетворюється в функцію

$$\frac{du}{d\Theta} = f_4(j). \quad (5)$$

5) припускаємо, що двигун працює при постійній швидкості і навантаженні з урахуванням впливу коефіцієнта динамічності. Тоді маємо диференціальне рівняння

$$\frac{du}{d\Theta} = f_5(k_d). \quad (6)$$

З виразу (6) видно, що при ітераційному методі вирішення узагальненого диференціального рівняння слід експериментально визначити вплив коефіцієнта динамічності на ресурс силового агрегату. Два перших кроки ітерації (2), (3) показують шляхи вивчення ресурсу силового агрегату при стаціонарних параметрах і не становлять значних труднощів для експериментальної перевірки.

Для перевірки умов (4), (5) і (6) необхідно скласти динамічну програму і використовувати експериментальну установку, що забезпечує її відтворення. Запропоновані алгоритми дозволяють реалізувати експериментальну перевірку третього і четвертого кроків ітерації, які можуть бути представлені в загальному вигляді:

$$\begin{array}{l}
 P_{\vartheta} = \text{const} \left\{ \begin{array}{l}
 n = n_1 \div n_2; \quad j = j_1 \\
 n = n_1 \div n_2; \quad j = j_2 \\
 n = n_1 \div n_2; \quad j = j_3 \\
 \dots\dots\dots \\
 n = n_1 \div n_2; \quad j = j_i \\
 n = n_2 \div n_3; \quad j = j_1 \\
 n = n_2 \div n_3; \quad j = j_2 \\
 n = n_2 \div n_3; \quad j = j_3 \\
 \dots\dots\dots \\
 n = n_2 \div n_3; \quad j = j_i \\
 \dots\dots\dots \\
 \dots\dots\dots \\
 n = n_k \div n_{k+1}; \quad j = j_1 \\
 n = n_k \div n_{k+1}; \quad j = j_2 \\
 n = n_k \div n_{k+1}; \quad j = j_3 \\
 \dots\dots\dots \\
 n = n_k \div n_{k+1}; \quad j = j_i
 \end{array} \right\} n_{\vartheta} = \text{var}; \\
 \\
 n_{\vartheta} = \text{const} \left\{ \begin{array}{l}
 P_e = P_{e_1} \div P_{e_2}; \quad W_p = W_{p_1} \\
 P_e = P_{e_1} \div P_{e_2}; \quad W_p = W_{p_2} \\
 P_e = P_{e_1} \div P_{e_2}; \quad W_p = W_{p_3} \\
 \dots\dots\dots \\
 P_e = P_{e_1} \div P_{e_2}; \quad W_p = W_{p_j} \\
 P_e = P_{e_2} \div P_{e_3}; \quad W_p = W_{p_1} \\
 P_e = P_{e_2} \div P_{e_3}; \quad W_p = W_{p_2} \\
 P_e = P_{e_2} \div P_{e_3}; \quad W_p = W_{p_3} \\
 \dots\dots\dots \\
 P_e = P_{e_2} \div P_{e_3}; \quad W_p = W_{p_j} \\
 \dots\dots\dots \\
 \dots\dots\dots \\
 P_e = P_{e_k} \div P_{e_{k+1}}; \quad W_p = W_{p_1} \\
 P_e = P_{e_k} \div P_{e_{k+1}}; \quad W_p = W_{p_2} \\
 P_e = P_{e_k} \div P_{e_{k+1}}; \quad W_p = W_{p_3} \\
 \dots\dots\dots \\
 P_e = P_{e_k} \div P_{e_{k+1}}; \quad W_p = W_{p_j}
 \end{array} \right\} P_{\vartheta} = \text{var}
 \end{array}$$

Реалізація наведених алгоритмів базується на критерії ідентичності роботи двигуна як при сталих, так і при несталих режимах. Така аналогія дозволяє зіставити результати досліджень з даними експериментальних випробувань [5].

При здійсненні фізичного моделювання функція (1) досліджувалася наступним чином. Програмна установка (рис. 1) на підставі введених в неї алгоритмів задавала різні режими роботи випробуваному двигуну, що виконував на кожному режимі одиницю умовної роботи.

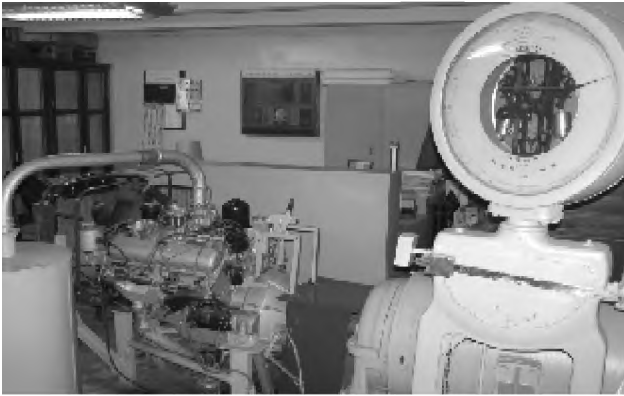


Рис 1. Загальний вид програмної установки

Зазначена одиниця відповідає середньому значенню часу, при якому знос має стабільні значення з мінімальним відхиленням. Статистична обробка осцилограм з записами режимів роботи двигунів в умовах експлуатації дозволила з достовірністю до 0,85 вибрати типові осцилограми і з їх допомогою скласти алгоритми програм випробування для кожного двигуна з урахуванням температур води в системі охолодження і масла, величини навантаження, швидкості обертання колінчастого валу і зміни у часі зазначених режимів роботи. Ці осцилограми після розшифровки а також результати числового експерименту дали підставу для програмування програмної установки і були стохастичною моделлю кожного етапу випробувань.

З урахуванням їх варіації (по максимуму) на кожному етапі задавалося додатково по чотири режими, які вибирались за допомогою методу рангової кореляції. Проведені випробування в певній мірі дозволили відтворити експлуатаційні умови і максимально наблизити зміни параметрів до реальних умов експлуатації автомобільного крана.

Для реалізації експериментальної перевірки п'ятого кроку ітерації проводилось варіювання моментом інерції маховика змінної маси експериментальної установки. Для цього була розроблена двомасова динамічна еквівалентна модель установки, на якій виконувались зношувальні випробування (рис. 2).

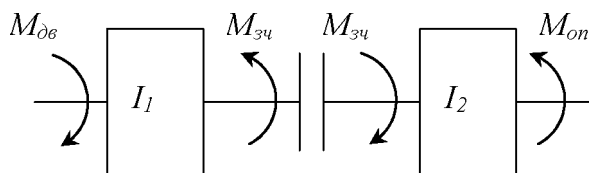


Рис. 2. Динамічна двомасова модель експериментальної установки: $M_{об}$ – момент двигуна; $M_{зч}$ – момент зчеплення; $M_{оп}$ – момент опору руху; I_1 , – момент інерції двигуна КАМАЗ – 740, I_2 – момент інерції, маховика змінної маси навантажувача установки.

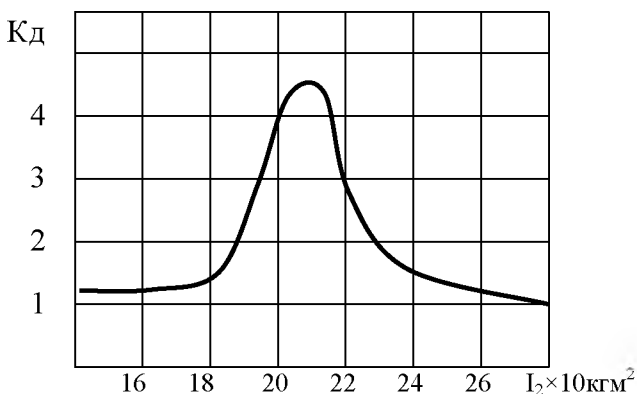


Рис. 3. Зміна коефіцієнта динамічності експериментальної установки від моменту інерції I_2 навантажувача.

Скориставшись методикою [6] складемо диференціальні рівняння коливальної системи експериментальної установки:

$$\ddot{M}_{12} + \kappa_{12} \left(\frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} \right) \dot{M}_{12} + \beta_{12}^2 M_{12} = \frac{c_{12}}{I_1} M_{об}(t) + \frac{c_{12}}{I_2} M_{оп}(t); \quad (7)$$

Вирішивши рівняння (7) можна провести чисельний експеримент залежності коефіцієнта динамічності від моменту інерції I_2 при цьому I_1 залишається постійним (рис. 3).

Конструкція установки дозволяє змінювати момент інерції маховика змінної маси I_2 і тим самим варіювати коефіцієнтом динамічності, що дозволяє здійснити перевірку п'ятого кроку ітерації.

3. Обговорення результатів

Обробка результатів зносних випробувань двигунів показала, що інтенсивність зносу двигуна автомобільного крана в значній мірі залежить від значення коефіцієнта динаміки (рис. 4), інтенсивності зміни навантаження (рис. 5) і величини прискорень (рис. 6).

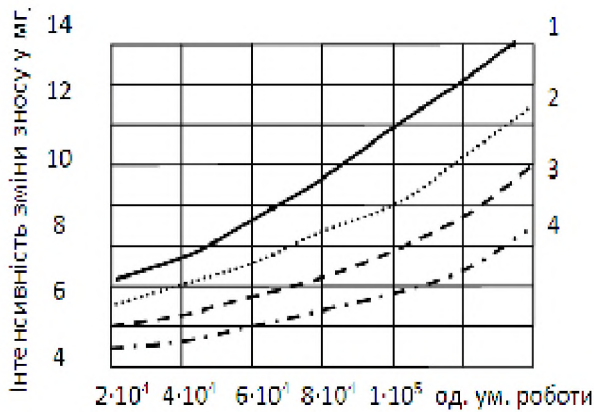


Рис. 4. Вплив коефіцієнта динамічності на знос двигуна КАМАЗ - 740 при стендових випробуваннях

1 - $K_d = 4,5$; 2 - $K_d = 3,5$;
 3 - $K_d = 2,5$; 4 - $K_d = 1,5$.

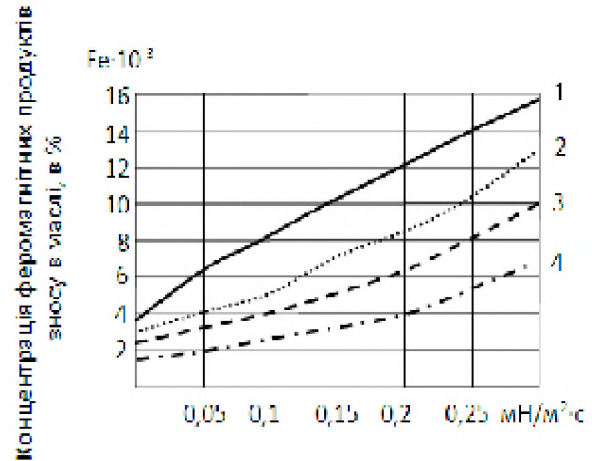


Рис. 5. Вплив швидкості зміни навантаження на інтенсивність зносу двигуна ЗІЛ - 130 при зміні режиму від 0,7 - 0,8 мН/м² (1), від 0,6 - 0,7 мН/м² (2), від 0,5 - 0,6 мН/м² (3), 0,4 - 0,5 мН/м² (4) за 10⁵ од. ум. роб.

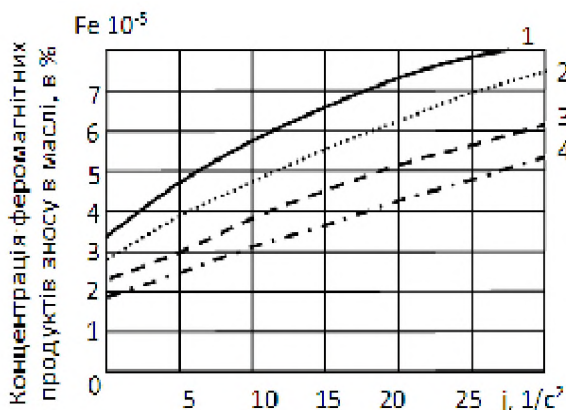


Рис. 6. Вплив прискорення на інтенсивність зносу двигуна ЗІЛ - 130 при зміні режиму від 2000 - 3000 об / хв (1), від 1400 - 2200 об / хв (2), від 1000 - 1800 об / хв (3), 800 - 1400 об / хв (4) за 10⁵ од. ум. роб.

крива зносу 4 на рис. 4, змінюється майже пропорційно виконаній роботі, при зростанні коефіцієнта динамічності її крутизна збільшується, а функція набуває форму параболи. Аналізуючи експериментальні дослідження можна прийти до висновку, що незалежно від

Так робота двигуна при несталих навантажувальних режимах (0,4 - 0,8 мН/м²) призводить до збільшення зносу 2,8 рази, робота приводу при зміні прискорення від 5 до 20 1/с² (за 1 × 10⁷ од. ум. роботи) призводить до збільшення зносу деталей двигунів ЯМЗ - 236 і КАМАЗ - 740 - в середньому в 2,2 рази, ЗІЛ - 130 - в 2,3 рази. Однак найбільший вплив на зношуваність двигуна оказує значення коефіцієнта динаміки. Криві, що характеризують інтенсивність зносу при різних значеннях K_d в діапазоні від 1,5 до 4, постійно зростають, при малих навантаженнях

типів двигунів при несталіх динамічних режимах роботи автомобільних кранів в порівнянні з еквівалентними сталими режимами знос приводу зростає більш ніж в 3 рази.

Отримані залежності також вказують на те, що при сталому режимі роботи і режимах з малим прискоренням колінчастого вала (до 4 l/c^2) мінімальний знос спостерігається в межах еквівалентної швидкості колінчастого вала, рівної 1250 - 1600 об / хв. При великих навантаженнях і прискореннях знос деталей двигуна збільшується пропорційно зростанню швидкості колінчастого вала (рис.6).

По концентрації продуктів зносу в пробах картерного масла, було досліджено зношування приводу автомобільного крана. Випробування проводилися на двигунах ЗИЛ - 130 і КАМАЗ - 740, що пройшли обкатку. Отримані дані за допомогою кореляційно-регресійного аналізу оброблялися на ЕОМ за програмою, яка складалася з чотирьох стандартних блоків: попереднього статистичного аналізу, множинного регресійного аналізу, парного і множинного кореляційних аналізів. Застосування зазначеної програми дозволило з точністю до шостого знака виконати селективний відбір параметрів, виділивши основні чинники, що визначають знос двигуна. В результаті для кожного типу двигунів були отримані математичні моделі, що описують взаємозв'язок між швидкісними, навантажувальними і температурними параметрами та інтенсивністю зношування.

$$\left[\frac{du}{d\Theta} \right]_{\text{ЗИЛ-130}} = 0,004235 + 0,0325(K_D - 0,006) + 0,00556(W_P - 0,017) + 4,5(j - 4,634)10^{-5} + 7,6(W_{T.B} - 4,92)10^{-6};$$

$$\left[\frac{du}{d\Theta} \right]_{\text{КАМАЗ-740}} = 0,003945 + 0,03874(K_D - 0,0045) + 0,004151(W_P - 0,09) + 3,81(j - 2,75)10^{-5} + 5,98(W_{T.B} - 4,78)10^{-6}.$$

Аналіз отриманих моделей показав, що знос деталей двигуна визначають параметри (K_D ; W_P ; j ; $W_{m.в}$; $W_{m.м}$) які, як відомо, є похідними від основних параметрів (P ; n ; T_B ; T_M). При цьому встановлено, що динамічні параметри, які характеризують несталі режими роботи, істотно обумовлюють знос деталей двигуна. Найбільш вагомим є параметр K_D , значення якого в 2,4 - 4,6 рази перевершує значення інших, наступні за значимістю параметри W_P і j , в 1,3 - 3 рази перевершують інші.

Висновки

В ході досліджень виявлені закономірності зношування деталей двигунів автомобільних кранів і встановлені найбільш вагомні експлуатаційні фактори, які приводять до прискореного руйнування поверхонь тертя.

Список використаних джерел:

1. Подоляк О. С. Особенности работы приводов автомобильных кранов при переходных процессах / О. С. Подоляк, А. В. Силка // Современные направления теоретических и прикладных исследований 2008 : междунар. науч.-техн. конф., тезисы докл. – Одесса, 2008. – Т. 3. – С. 34-36.
2. Подоляк О. С. Исследование модели изменения ресурса силового агрегата автомобильного крана методом итерации / О. С. Подоляк, А. А. Мельниченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. –

2008. – Вып. 6 (36). – С. 27-30.

3. Мишин И. А. Долговечность двигателей / И. А. Мишин. – Л. : Машиностроение, 1976. – 288 с.

4. Ждановский Н. С. Экономичность и долговечность тракторных и автомобильных двигателей в зависимости от режимов работы. Ч. 1 / Н. С. Ждановский, А. В. Николаенко. – Л. : Машиностроение, 1967. – 91 с.

5. Канарчук В. Е. Долговечность и износ двигателей при динамических режимах работы / В. Е. Канарчук. – Киев : Наукова думка, 1978. – 256 с.

6. Нестеров А. П. Динамические нагрузки в трансмиссии автомобильных кранов при переходных процессах / А. П. Нестеров, О. С. Подоляк, А. В. Чернышенко // *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. – Харків : УДАЗТ. – 2006. – № 73. – С. 127-135.

7. N.H.S.Ray, M.K.Mohanty and R.C.Mohanty, „Biogas as Alternate Fuel in Diesel Engines IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 9, Issue 1 (Sep. - Oct. 2013), PP 23-28 www.iosrjournals.org.

8. C D Rakopoulos, E G Giakoumis, and D C Rakopoulos, „Study of the short-term cylinder wall temperature oscillations during transient operation of a turbo- charged diesel engine with various insulation schemes 4 February 2008.

References

1. Podoljak, OS & Silka, AV 2008, ‘Osobnosti raboty privodov avtomobil'nyh kranov pri perehodnyh processah’, *Sovremennye napravleniya teoreticheskikh i prikladnyh issledovanij*, Odessa, vol. 3, pp. 34-36.

2. Podoljak, OS & Melnichenko, AA 2008, ‘Issledovanie modeli izmeneniya resursa silovogo agregata avtomobilnogo krana metodom iteracii’, *Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyh tehnologij*, iss. 6 (36), pp. 27-30.

3. Mishin, IA 1976, *Dolgovechnost dvigatelej*, Mashinostroenie, Leningrad.

4. Zhdanovskij, NS & Nikolaenko, AV 1967, *Jekonomichnost i dolgovechnost traktornyh i avtomobilnyh dvigatelej v zavisimosti ot rezhimov raboty*, part 1, Mashinostroenie, Leningrad.

5. Kanarchuk, VE 1978, *Dolgovechnost i iznos dvigatelej pri dinamicheskikh rezhimah raboty*, Naukova dumka, Kiev.

6. Nesterov, AP, Podoljak, OS & Chernyshenko, AV 2006, ‘Dinamicheskie nagruzki v transmиссии avtomobilnyh kranov pri perehodnyh processah’, *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoho derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu*, *Ukrainska derzhavna akademiia zaliznychnoho transportu*, Kharkiv no. 73, pp. 127-135.

7. N.H.S.Ray, M.K.Mohanty and R.C.Mohanty, „Biogas as Alternate Fuel in Diesel Engines IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 9, Issue 1 (Sep. - Oct. 2013), PP 23-28 www.iosrjournals.org.

8. C D Rakopoulos, E G Giakoumis, and D C Rakopoulos, „Study of the short-term cylinder wall temperature oscillations during transient operation of a turbo- charged diesel engine with various insulation schemes 4 February 2008.

Стаття надійшла до редакції 23 квітня 2019 р.