

УДК 629.424.2

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВАЮЧИХ НА ПУСКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТЕПЛОВОЗІВ ТА ДОПОМІЖНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОЛЕГШЕННЯ ПУСКУ

Анацький О.О., Бобрицький С.В.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING STARTING CHARACTERISTICS AND DIESEL DIESEL ENGINES ASSISTIVE DEVICES TO FACILITATE PUSKU

Anatskiy O., Bobritskiy S.

В статті розглядаються фактори, що впливають на пускові характеристики дизельних двигунів, а також допоміжні пристрої для полегшення запуску дизеля. Виявлено недоліки системи пуску дизелів маневрових тепловозів, які негативно впливають на технічний стан акумуляторної батареї її термін служби та на технічний стан дизель-генераторної установки в цілому. Проведено розрахунок обертаючого моменту, необхідного для подолання статичного моменту опору провертання колінчастого валу
Ключові слова: дизельний двигун, пуск дизеля, полегшення пуску.

Вступ. З урахуванням доволі повільних темпів оновлення тягового рухомого складу на залізницях України особливої актуальності набуває вирішення комплексу науково-практичних задач щодо підтримання тягового рухомого складу, що експлуатується в належному технічному стані, шляхом модернізації окремих систем тепловозів.

Досвід експлуатації маневрових тепловозів на мережах залізниць України, а також на промисловому транспорті вказує на те, що значна кількість браку в роботі, порушення графіків руху, обумовлено неналежним технічним станом системи пуску тепловозних дизелів.

Нині склалася досить складна ситуація на ринку хімічних джерел струму. Тепловозні, стартерні акумуляторні батареї являють собою найдорожчу, та досить ненадійну ланку системи пуску.

В той же час, зупинки двигуна внутрішнього згорання під час технологічного простою тепловоза пов'язані із збільшенням пускових циклів, що призводить до зниження терміну служби акумуляторних батарей, додатковому зносу дизельних двигунів і негативно позначається на експлуатаційно-економічних показниках.

Це обґрунтовує актуальність науково-дослідних робіт в напрямку розробок направлених на удосконалення системи пуску дизелів маневро-

вих тепловозів та зменшенні статичного моменту опору провертання колінчастого валу.

Постановка проблеми. Для пуску двигуна внутрішнього згорання використовуються, головним чином, електрична енергія (електропуск) і енергія стисненого повітря (пневматичний пуск). У рідких випадках використовуються також енергія вибуху (піротехнічний пуск), кінетична енергія обертових мас (інерційний пуск) або енергія деформованої пружини та ін..

Електростартерна система пуску тепловозних дизелів являє собою найважливішу складову частину систем, що забезпечують запуск дизеля. Від технічного стану системи пуску дизеля залежить безперерйна робота залізничного транспорту в цілому.

Недосконалість систем пуску маневрових тепловозів головним чином пояснюється застосуванням застарілих підходів та методів при їх проектуванні та розрахунках.

Вищевказана ситуація визначає актуальність та важливість проведення науково-дослідних робіт, спрямованих на подовження терміну служби акумуляторних батарей маневрових тепловозів та застосування нового схемотехнічного рішення системи пуску тепловозних дизелів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В роботах Косова Е.Е., Фурмана В.В. Тартаковського Е.Д., Шапрана Е.Н., Рябко К.О. та інших багаторазово говорилося про те, що період пуску дизельних двигунів є перехідним процесом в роботі двигуна та необхідності більш детального вивчення факторів які впливають на сумішоутворення а отже на пуск в цілому. Але питання подовження терміну служби акумуляторних батарей маневрових тепловозів шляхом удосконалення системи пуску і в теперішній час викликає багато питань.

Мета статті. Дослідити фактори, що впливають на пуск дизелів та виявити можливість покра-

чення пускових характеристик для подальшої розробки практичних рекомендацій.

Результати дослідження. Робочий цикл дизеля при пуску істотно відрізняє від робочого циклу на номінальному режимі. Це обумовлено тим, що частота обертання колінчастого вала і швидкість руху поршня у багато разів менше, ніж при роботі на номінальному режимі. Збільшується також тепловіддача в стінки циліндра, погіршується герметичність, виникають втрати і витoki повітряного заряду, відбувається зворотний викид заряду через впускні клапани. Для надійного пуску дизелів необхідно, щоб температура повітря в кінці стиснення перевищувала температуру самозаймання уприснуло форсункою дизельного палива

Займання і згоряння палива при пуску дизелів залежать від передпускових параметрів повітряного заряду: тиску P_c і температури T_c кінця стиснення, кількості та якості суміші, моменту уприскування і цетанового числа дизельного палива.

Численні експериментальні дані свідчать про збільшення температури і тиску в кінці стиснення при підвищенні частоти прокручування колінчастого вала. При цьому існує загальна закономірність зміни параметрів повітряного заряду при збільшенні швидкості прокручування температура T_c і тиск P_c різко зростають при підвищенні частоти обертання до $170-200 \text{ хв}^{-1}$, потім темп зростання цих параметрів знижується, подальше збільшення частоти викликає незначне їх підвищення. Зміна тиску і температури повітря в кінці стиснення при підвищенні частоти прокручування двигуна в процесі пуску пояс-

нюється, в першу чергу, тим, що при цьому скорочується тривалість процесу стиснення, в результаті чого зростає показник політропи стиснення оскільки зменшується віддача тепла в стінки циліндра двигуна [1].

Фактори, що впливають на займання і згоряння робочої суміші при пуску, можуть бути розділені на які піддаються управлінню в процесі експлуатації та конструктивні, управління якими неможливо. На рисунку показана схема взаємодії факторів, що впливають на займістість суміші в початковий період пуску. У підпорядкованому прямокутнику на схемі виділено чинники, управління якими можливо. Так, наприклад, якість роботи паливної системи залежить від виду палива, його цетанового числа, температури. В експлуатації на ці параметри можна впливати шляхом додавання легкозаймистих рідин, вибором палива з відповідним значенням цетанового числа, його підігрівом перед подачею в двигун [2].

Електростартерна система пуску тепловозних дизелів має недоліки – великий обертаючий момент, який розвивається при пуску дизеля для подолання моменту опору провертання колінчастого вала, призводить до наростання пускових струмів пікових значень. Це тягне за собою зниження строку експлуатації акумуляторної батареї і підвищення зносу партертя валопроводів і зубчастих передач [3].

Актуальним являється завдання розробки методів зниження пускового струму акумуляторних батарей тепловозів на підставі результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

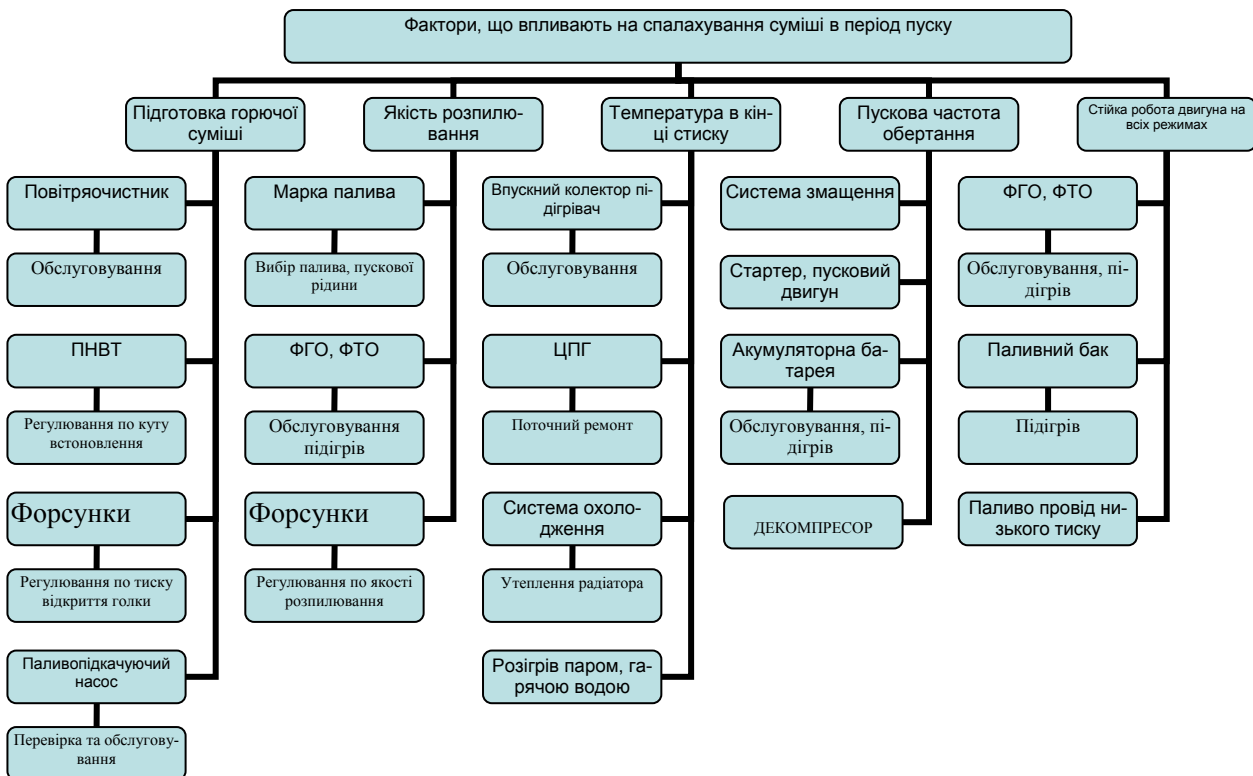


Рис. Взаємодія факторів, що впливають на займістість суміші в початковий період пуску

Обертаючий момент, необхідний для подолання моменту опору провертанню колінчастого валу M_c , Н·м, [4]

$$M_c = 390 \cdot V_h \times \left[\varepsilon + 6 \cdot \sqrt{\delta_H} + k_M \cdot \left(1 + \frac{\delta_H^2}{8} \right) \cdot \sqrt{v \cdot \frac{\pi \cdot n_{KP}}{30}} \right]$$

де V_h – робочий об'єм циліндрів, $V_h=0,163 \text{ м}^3$;
 ε – ступінь стиснення, $\varepsilon=3$;
 δ_H – коефіцієнт нерівномірності прокручування, $\delta_H=0,5$;
 k_M – коефіцієнт типу двигунів внутрішнього згорання, $k_M=2,8$;
 v – кінематична в'язкість масла, $v=4,5 \text{ Ст}$;
 n_{KP} – частота обертання колінчастого валу, $n_{KP}=180 \text{ об/хв}$.

$$M_c = 390 \cdot 0,163 \times \left[3 + 6 \cdot \sqrt{0,5} + 2,8 \cdot \left(1 + \frac{0,5^2}{8} \right) \cdot \sqrt{4,5 \cdot \frac{3,14 \cdot 180}{30}} \right] = 2786,676 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність на колінчастом валу під час пуску дизеля N_n , Вт:

$$N_n = \frac{M_c \cdot \pi \cdot n_{KP}}{30}, \quad (4.2)$$

$$N_n = \frac{2786,676 \cdot 3,14 \cdot 180}{30} = 52527,61 \text{ Вт}.$$

Потужність електрична P_e , Вт,

$$P_e = \frac{N_n}{\eta_{мех} \cdot \eta_{ел}},$$

де $\eta_{мех}$ – коефіцієнт корисної дії механічний, $\eta_{мех}=0,97$;
 $\eta_{ел}$ – коефіцієнт корисної дії електричний, $\eta_{ел}=0,84$.

$$P_e = \frac{52527,61}{0,97 \cdot 0,84} = 64466,88 \text{ Вт}.$$

В даний час проведено безліч дослідних і конструкторських робіт, спрямованих на поліпшення пускових якостей дизелів. Успіхи, досягнуті в результаті їх безсумнівні. Зменшено мінімальне пускове число обертів більшості серійно випускаємих двигунів, створені і випускаються спеціальні засоби полегшення пуску, пристосування для уприскування легкозаймистих рідин і так далі [3].

Пропонується під час модернізації пускових та регулювальних систем тепловозів встановлювати декомпресор, що дасть змогу зменшити насосні втрати в циліндрах. Що тягне за собою зменшення витрати палива та збільшення економічності роботи двигуна, а також підвищить надійність акумуляторних батарей.

Висновки. Розглянуті системи пуску дизелів тепловозів мають низку недоліків, які негативно впливають на технічний стан акумуляторної батареї її термін служби та на технічний стан дизель-генераторної установки в цілому. До факторів які негативно впливають слід віднести:

- безпосереднє підключення під час пуску тягового генератора до акумуляторної батареї;
- різке наростання пускового струму акумуляторної батареї, та як слідство зменшення її терміну експлуатації;
- додатковий знос дизельного двигуна від підвищеного пускового моменту.
- контактна техніка (пускові контактори) на ряду з безконтактною тиристорною має суттєві недоліки, висока вартість контакторів, наявність електричної дуги і як слідство підгоряння контактів, що суттєво впливає на термін служби.

Недосконалість систем пуску маневрових тепловозів головним чином пояснюється застосуванням застарілих підходів та методів при їх проектуванні та розрахунках.

Вищевказана ситуація визначає актуальність та важливість проведення науково-дослідних робіт, спрямованих на подовження терміну служби акумуляторних батарей маневрових тепловозів шляхом удосконалення системи пуску.

Література

1. Е.Е. Коссов, Е.Н Шапран, В.В. Фурман Совершенствование режимов работы силовых энергетических систем: Монография. Луганск: Изд-тво ВНУ им. В. Даля. 2006. – 280с.
2. С.М. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижков. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей. М. Машиностроение. 1990. 258 с.
3. Рябко К.А. Способ продления срока службы акумуляторных батарей тепловозов путем снижения пусковых токов / К.А. Рябко // Збірник наукових праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 25. – С. 121-125.
4. Фесенко М.Н. и др. Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования. – М.: Машиностроение, 1979. – 344 с

References

1. E.E. Kossov, E.N. Shapran, V.V. Furman Soвершенstvovanie rezhimov raboty silovyih energeticheskikh sistem: Monografiya. Lugansk: Izd-tvo VNU im. V. Dallya. 2006. – 280s.
2. S.M. Kvayt, Ya.A. Mendelevich, Yu.P. Chizhkov. Puskovyye kachestva i sistemyi puska avtotraktornyih dvigateley. M. Mashinostroenie. 1990. 258 s.

3. Ryabko K.A. Sposob prodleniya sroka sluzhbyi akkumulyatornyih batarey teplovozov putem snizheniya puskovyih tokov / K.A. Ryabko // ZbІrnik naukovih prats. – Donetsk: DonIZT, 2011. – Vip. 25. – S. 121-125.
4. Fesenko M.N. i dr. Teoriya, konstruktsiya i raschet avtotraktornogo elektrooborudovaniya. – M.: Mashinostroenie, 1979. – 344 s

Анацкий А.А., Бобрицкий С.В. Аналіз факторов влияющих на пусковые характеристики дизельных двигателей тепловозов и вспомогательных устройств для облегчения пуска.

В статье рассматриваются факторы, влияющие на пусковые характеристики дизельных двигателей, а также вспомогательные устройства для облегчения запуска дизеля. Выявлены недостатки системы пуска дизелей маневровых тепловозов, которые негативно влияют на техническое состояние аккумуляторной батареи ее срок службы и на техническое состояние дизель-генераторной установки в целом. Проведен расчет крутящего момента, необходимого для преодоления статического момента сопротивления проворачивания коленчатого вала

Ключевые слова: дизельный двигатель, пуск дизеля, облегчения пуска.

Anatskiy O., Bobritskiy S. Analysis of factors affecting starting characteristics and diesel engines assistive devices to facilitate pusk.

The article examines the factors affecting the starting characteristics of diesel engines, and auxiliary devices to facilitate starting the engine. Identified deficiencies in the system start-up of diesel shunting locomotives, which have a negative effect on the technical condition of its battery life and on the technical condition of a diesel generator set as a whole. Imperfection systems start shunting locomotives mainly due to the use of outdated approaches and methods in their design and calculations. The above situation determines the relevance and importance of scientific research aimed at extending the life of batteries shunting locomotives by improving the system start-up. The calculation of the torque required to overcome the static load torque cranking.

Keywords: diesel engine, diesel engine start-up, starting aid.

Анацкий О.О. – асистент кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу» УкрДАЗТ,
e-mail: anatskiy.aleksandr@mail.ru

Бобрицкий С.В. – к.т.н., доц., кафедри «Механіка та проектування машин» УкрДАЗТ.,
e-mail: truzyb_ukrainu@mail.ru

Рецензент: д.т.н., проф. Марченко Д.М.

Стаття подана 01.04.201