

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗАПУСКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

У статті проведено аналіз існуючих обладнань, що полегшують запуск двигунів з рідинною системою охолодження в умовах низьких температур та запропоновано новий спосіб збереження тепла.

Ключові слова: *дизель, охолодження, запуск, підігрівач, термос.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Ефективність експлуатації автомобілів у холодну пору року відчутно знижується через утруднення запуску холодних двигунів. Для скорочення витрат на підготовку автомобіля до роботи, а також зменшення пускового зношення двигунів у холодну пору року потрібна спеціальна теплова підготовка двигуна з рідинною системою охолодження до пуску і підтримки його стану у визначеному температурному режимі. На автопідприємствах застосовують міжзмінний підігрів двигунів, забезпечують їх надійний запуск у будь-який час або передпускове розігрівання до заздальгідь встановленому терміну. Використовують як автономні підігрівачі, що монтують на окремому автомобілі, так і групові підігрівачі, які розташовуються на підприємстві. У групових підігрівачах джерелом тепла служать гаряча вода, пара, нагріте повітря, електроенергія, пароводяні пристрої (змішані) й ін.

Розігрів двигуна гарячою водою здійснюється заливанням її через горловину радіатора. Це найбільш розповсюджений і в той же час найбільш спрощений і трудомісткий спосіб теплової підготовки.

Рідинна система охолодження двигуна якісно регулює і забезпечує більш рівномірну і низьку середню температуру деталей циліндро-поршневої групи ніж повітряна система. Але одним з недоліків є більша уразливість через можливість замерзання рідини при низьких температурах і як наслідок збільшується час на прогрівання і запуск, перевитрачається паливо.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми та на які спирається автор, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. При вивченні існуючих систем запуску холодного двигуна в умовах низьких температур, різноманітних передпускових підігрівачів охолодної рідини, підігрівачів картерного масла, підігрівачів повітря, підігрівачів

палива можна зробити висновок, що всі вони потребують обов'язкових і безумовних дій водія для включення в роботу та відключення, й енергетичних затрат на привід у дію (паливо, електроенергія), затрати на виготовлення додаткових складових елементів двигуна. В холодну пору року застосовують легко замерзаючі рідини (антифризи), які мають більшу в'язкість і меншу теплопровідність, ніж дистильована вода. В таких умовах запуск двигуна супроводжується різким перепадом температур між нагрітими деталями та рідиною через значне падіння швидкості теплопередачі. Як наслідок виникають подекуди осередки перегріву, з'являються тріщини, утворюється накип. Із збільшенням товщини накипу зменшується прохідний переріз каналів і збільшується термічний опір нагрітих поверхонь.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті є можливість створення такого обладнання для полегшення запуску двигуна при низьких температурах, яке не потребує додаткових енергетичних затрат і виключає необхідність водію витратити час на підготовку до роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Розглянемо особливості пуску дизелів для визначення найменш затратного способу пуску в холодну пору року.

Мінімальна пускова частота дизеля значно вища, ніж бензинового двигуна внаслідок особливостей сумішоутворення і запалення. При низькій частоті обертання колінчастого вала є великі відносні витоки повітря через нещільності поршневих кілець та клапанів, що знижує температуру повітря наприкінці процесу стиску. Крім того, погіршується розпилення палива підвищеної в'язкості. В'язкість дизельного масла вища, ніж масла для бензинових двигунів, що, у свою чергу, вимагає збільшення потужності пристроїв пуску.

Для полегшення запалення робочої суміші під час пуску циклову подачу палива збільшують у 2-3 рази з одночасним зменшенням кута випередження впорскування палива. У дизелях з розділеними камерами обов'язково встановлюють свічки розжарювання (рис.1) з нагрівальною електричною спіраллю, у дизелях з нерозділеними камерами їх установлюють не завжди. Свічка швидко (за 4 с) нагріває суміш до 850°C. Існують свічки з відкритою спіраллю.

Зимовим періодом експлуатації називається такий, коли температура навколишнього повітря встановлюється нижче від +5°C. Низька температура повітря утруднює пуск двигуна, впливає на роботу всіх його систем і підтримку нормального теплового режиму. Значно погіршується випаровуваність бензину й збільшується щільність повітря, що приводить до збідніння паливної суміші та поганого її запалення при пуску карбюраторних двигунів. У дизелях унаслідок підвищення в'язкості палива

і зниження температури повітряного заряду в циліндрах порушуються умови сумішоутворення й погіршується самоzapалювання.

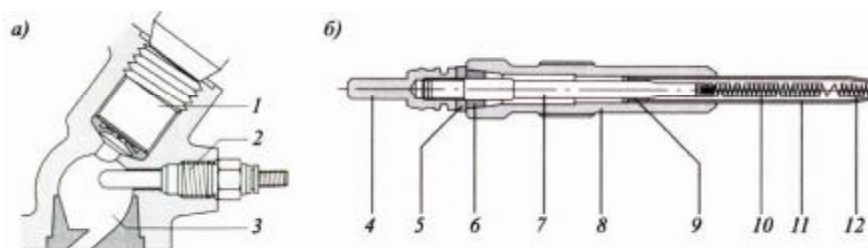


Рис. 1. Розташування свічки розжарювання у вихровій камері згоряння (а) та будова штифтової свічки (б): 1 – форсунка; 2 – свічка розжарювання; 3 – камера згоряння; 4 – наконечник; 5 – ізоляційна прокладка; 6 – подвійне ущільнення; 7 – стрижень; 8 – корпус; 9 – ущільнення захисної оболонки; 10 – нагрівальна спіраль; 11 – оболонка; 12 – порошок

Підвищення в'язкості масла при низьких температурах повітря викликає різке збільшення опору обертанню колінчастого вала, що утруднює досягнення необхідної для пуску двигуна частоти обертання вала. Зростання в'язкості масла зі зниженням температури призводить до того, що його прокачування по магістралях утрудняється настільки, що це може спричинити до виникнення сухого тертя. Тому в зимовий період необхідно застосовувати масла з низькою в'язкістю.

Способи полегшення пуску двигунів такі:

1. Підігрів повітря у впускному трубопроводі – у дизелях. Для підігріву холодного повітря, що надходить у двигун, застосовують свічки підігріву повітря у дизелів робочим об'ємом до 5 л (рис. 2) та електрофакельні свічки у дизелів з великим робочим об'ємом (рис. 3), які встановлюють у впускних трубопроводах двигуна.

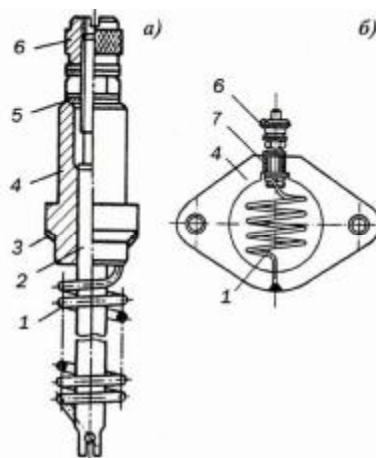


Рис. 2. Свічки підігріву повітря: а – типу CH150-А; б – фланцева; 1 – спіраль; 2 – стрижень; 3 – ущільнювальна шайба; 4 – корпус; 5 – ізоляційна шайба; 6 – контактна гайка; 7 – ізоляційна втулка

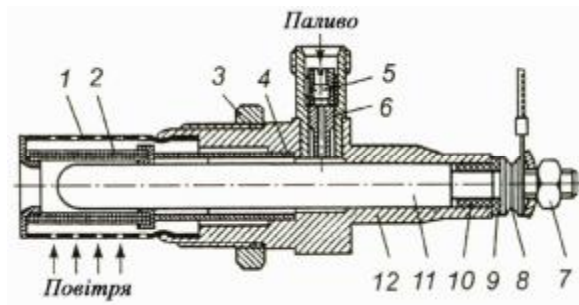


Рис. 3. Електрофакельна штифтова свічка:

1 – захисний екран; *2* – випарна сітка; *3, 7, 8* – гайки; *4* – випарник; *5* – фільтр;
6 – паливний жиклер; *9* – ізоляційна шайба; *10* – ізоляційна втулка; *11* – нагрівач;
12 – корпус

Останні підігрівають повітря за рахунок згоряння палива, яке подається на розпечену спіраль.

2. Використання хімічних засобів (аерозолів), що гарантують запуск двигуна при низьких температурах. Оскільки ці засоби представляють легкопарові рідини, їхнє запалення вциліндрах може відбуватися навіть при відключеній системі запалювання. Аерозо лірозпилюються у патрубок повітряного фільтра або у впускний трубопровід безпосередньо перед пуском. У вітчизняній практиці використовують рідини „Арктика” для бензинових ДВЗ і „Холод-40” для дизелів. Основним компонентом у них є діетиловий ефір. Розпилювання здійснюється у спеціальних пристроях (рис. 4).

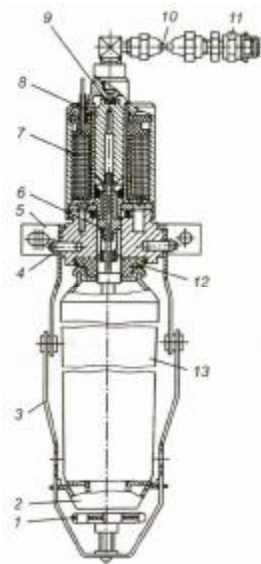


Рис. 4. Аерозольний пусковий прилад з електромагнітним приводом: *1* – регулювальний гвинт; *2* – натискний під'ятник; *3* – складені дужки; *4* – вісь дужок; *5* – кронштейн кріплення; *6* – емульсійна трубка; *7* – електромагніт; *8* – сердечник; *9* – пластинчастий клапан; *10* – трубопровід; *11* – форсунка; *12* – гумовий ущільнювач; *13* – аерозольний балон

3. Нагрівання двигуна через систему охолодження. Для передпускової підготовки бензинових двигунів потрібна вода, що нагріта до температури 75-80°C. Залити гарячу воду в горловину радіатора необхідно так, щоб швидкість подачі її в систему охолодження становила приблизно 5 л/хв. При цьому зливальні крани системи охолодження повинні бути відкриті, а жалюзі радіатора закриті. Після того як із кранів витече 6...8 літрів води, їх перекривають і заповнюють усю систему охолодження гарячою водою і пускають двигун із застосуванням пускової рідини.

4. Заливання в двигун масла, нагрітого до температури 90-120°C. Спосіб вимагає зливання масла після завершення роботи і зупинення двигуна.

5. Підвищення температури масла шляхом підігрівання картера двигуна спеціальним підігрівником чи іншим способом (уживши заходи пожежної безпеки). Інтенсивне нагрівання піддона (особливо алюмінієвого) викликає місцевий перегрів нижніх шарів масла, термічне руйнування присадок. Це призводить до прискорення старіння масла. Для нагрівання масла таким чином найкраще користуватися пальниками з інфрачервоним випромінюванням.

6. Використання електричних підігрівників (рис. 5). Вони використовуються для підігрівання охолодної рідини, масла у системі змащення, палива системи живлення та електроліту акумуляторних батарей. Їх можна використовувати не лише під час пуску, але й у період між запусками ДВЗ.

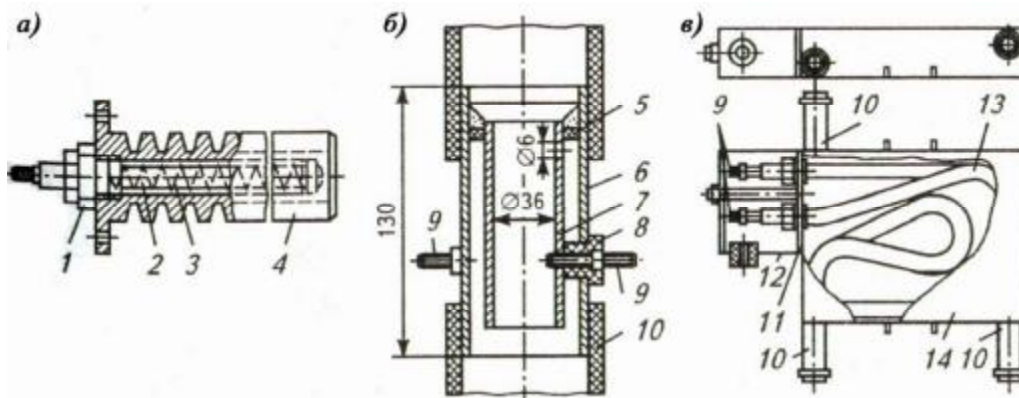


Рис. 5. Електричні підігрівники:

- a* – моторного масла; *б* – охолодної рідини; *в* – універсальний;
1 – ізолятор з клемою; **2** – стрижень; **3** – ніхромова спіраль; **4** – корпус;
5 – розпірне кільце; **6** – зовнішній електрод; **7** – внутрішній електрод;
8, 12 – ізолятор; **9** – виводи; **10** – патрубки; **11** – прокладка;
13 – нагрівальний елемент; **14** – теплообмінник

7. Використання передпускових підігрівників. Вони підігрівають картерне масло, блок та головку блока, підшипники колінчастого вала.

Індивідуальні передпускові підігрівники розрізняються за типом теплоносія, палива та ступенем автоматизації робочого процесу.

На рисунку 6 зображено передпусковий підігрівник дизеля КамАЗ. Утворення, запалювання та згорання паливно-повітряної суміші здійснюється в знімному пальнику котла. Суміш запалюється свічкою запалювання. Паливо подається насосом через форсунку, повітря – вентилятором. Для забезпечення циркуляції рідини встановлено гідравлічний насос.

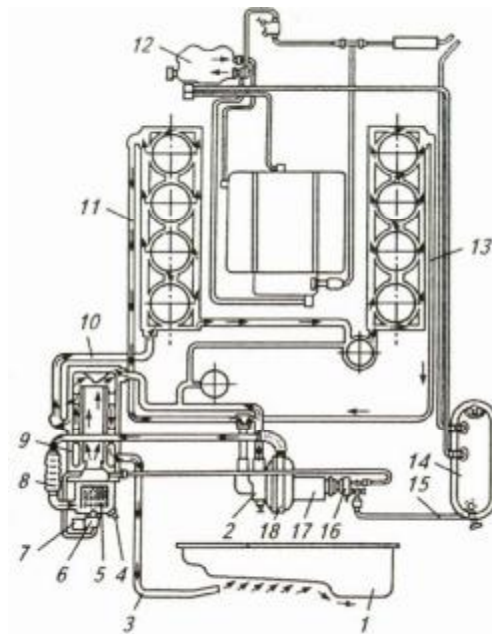


Рис. 6. Схема підключення підігрівника на дизелі:

1 – піддон ДВЗ; 2 – гідравлічний насос; 3 – випускна труба; 4 – свічка запалювання; 5 – пальник; 6 – форсунка; 7 – електромагнітний паливний клапан; 8 – повітряний паливний клапан; 9 – котел підігрівника; 10 – патрубок підведення рідини від підігрівника до блоку циліндрів; 11, 13 – патрубки відведення рідини від блока до підігрівника; 12 – паливний фільтр тонкого очищення; 14 – паливний бачок; 15 – паливопровід; 16 – паливний насос з редуційним клапаном; 17 – електродвигун насосного агрегату; 18 – вентилятор

Підігрівники-опалювачі здійснюють, окрім передпускового підігріву, автоматичне підтримання теплового стану ДВЗ як після його зупинення, так і при роботі. Рідинний підігрівник-опалювач (рис. 7) звичайно складається з двох частин: теплообмінника й пальника. Труби теплообмінника утворюють сорочку, у якій циркулює охолоджена рідина. В середині теплообмінника знаходиться жарова труба з завихрювачем газового потоку.

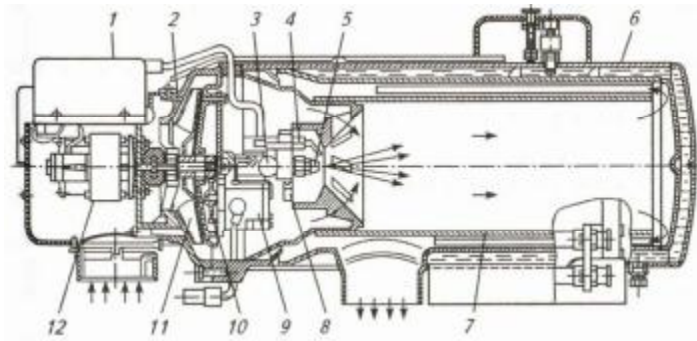


Рис. 7. Конструкція рідинного підігрівника-опалювача:

1 – джерело напруги; 2 – пальник; 3 – магнітний клапан; 4 – електроди свічки запалювання; 5 – форсунка; 6 – теплообмінник; 7 – жарова труба; 8 – індикатор полум’я; 9 – паливний насос; 10 – кінематична пара; 11 – вентилятор; 12 – електродвигун

8. Утеплення і нагрівання акумуляторних батарей, що підвищує їхню працездатність (збільшує значення пускового струму). В системах підігрівання АКБ використовують позисторні нагрівачі (рис. 8), які вбудовують у кожний акумуляторний елемент батареї.

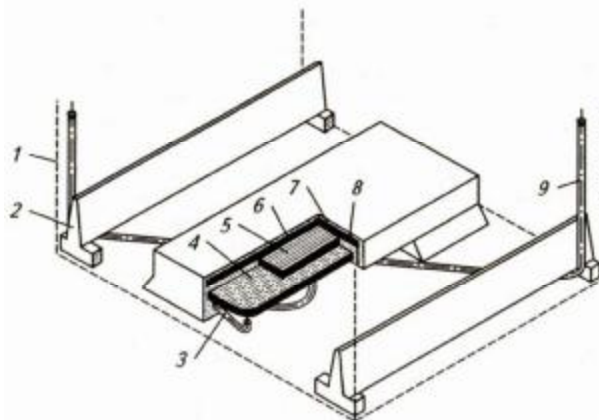


Рис. 8. Позисторний нагрівач для АКБ:

1 – контури акумуляторного елемента; 2 – призми на дні моноблока; 3 – петля підвідного проводу; 4, 6 – струмопідвідні пластини; 5 – позистор; 7 – корпус нагрівача; 8 – скоба; 9 – електропроводи

Розглянуті способи передпускового прогрівання дизельного двигуна складні за конструкцією і не передбачають використання залишкового тепла із рідинної системи охолодження. Тому запропоновано схему системи, яка усуває ці недоліки.

У запропонованій конструкції (рис. 9) закладено принцип накопичення та збереження тепла із системи охолодження в процесі роботи і подальшого витрачання на підігрівання деталей двигуна при його запуску.

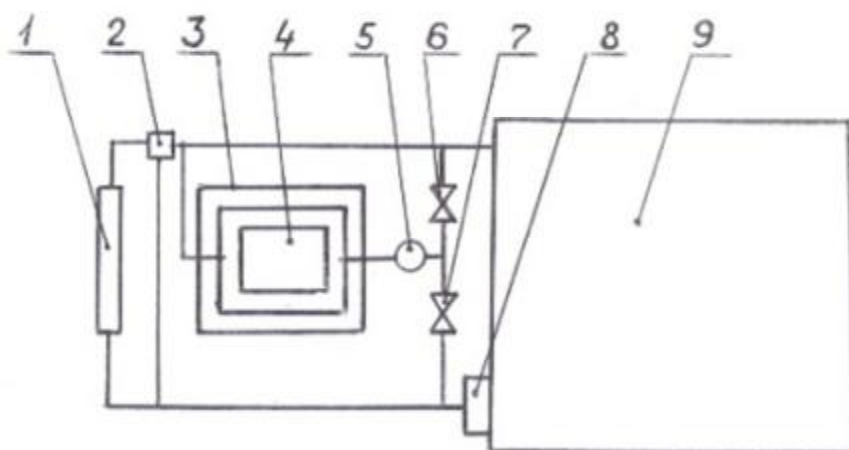


Рис. 9. Система охолодження:

1 – радіатор; 2 – термостат; 3 – термос; 4 – теплоакumuлюючий матеріал; 5 – електронасос; 6 – зворотний клапан; 7 – нагнітаючий клапан; 8 – насос системи охолодження; 9 – двигун внутрішнього згоряння

Принцип дії. В типову рідинну систему охолодження паралельно потоку вмонтується термос із додатковими елементами, роботою яких керує електронний блок. За час роботи двигуна насос 5 (рис. 1) через клапан 6 подає незначну кількість рідини із системи для прогрівання термосберігаючого матеріалу. Якщо двигун зупиняється на тривалий час, водій умикає насос 5 і через клапан 7 перекачує всю рідину із системи охолодження в термос. При наступному запуску двигуна насос 5 через клапан 7 повертає назад рідину із збереженим теплом для прогрівання й успішного запуску дизеля.

Висновки з цього дослідження

Запропонована схема системи охолодження призначена для дизелів вантажних автомобілів та автобусів, які працюють в умовах низьких температур. Така система має ефективність при щоденній роботі автомобіля, коли час між зупиненнями двигуна не перевищує 12 годин, тобто забезпечується швидкий запуск і зменшуються перевитрати палива на запуск в умовах низьких температур.

Література

1. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів: підручник / В.Ф. Кисликов. – К.: Либідь, 2000. – 400 с.
2. Говоруценко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говоруценко. – Х.: Вища шк., 1984. – 312 с.
3. Говоруценко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говоруценко, В.Н. Варфоломеев. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 272 с.
4. Долганов К.С. Автомобільні двигуни. Системи живлення та регулювання поршневих двигунів: навч. посіб. / К.С. Долганов.– К.: УТК, 1985. – 148 с.

5. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей / В.И. Карагодин. – М.: Академия, 2002. – 496 с.
6. Тур Е.Я. Устройство автомобиля / Е.Я. Тур. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
7. Рудзінський В.В. Автомобілі: (Техніко-експлуатаційні властивості. Аналіз конструкції): навч. посіб. / В.В. Рудзінський. – К.: ІСДО, 1993. – 164 с.
8. Крутов В.И. Топливная аппаратура автотракторных двигателей / В.И. Крутов. – М.: Машиностроение, 1985. – 208 с.
9. Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили / В.Ф. Платонов. – М.: Машиностроение, 1989. – 312 с.
10. Крутов В.И. и др. Топливная аппаратура автотракторных двигателей / В.И. Крутов. – М.: Машиностроение, 1985. – 208 с.
11. Основенко М.Ю. Автомобілі: навч. посіб. / М.Ю. Основенко. – К.: НМК ВО, 1992. – 344 с.
12. Гришкевич А.И. Автомобили: теория: – Минск: Высшей шк., 1986. – 208 с.
13. Родичев В.А. Грузовые автомобили / В.А. Родичев. – М.: Академия, 2002. – 256 с.
14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування й ремонт автомобілів: організація та управління / О.А. Лудченко – К.: Знання, 2004. – 478 с.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування й ремонт автомобілів: підручник / О.А. Лудченко – К.: Знання–Прес, 2003. – 511 с.
16. Лудченко О.А. Технічна експлуатація й обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
17. Сирота В.І. Основи конструкції автомобілів / В.І. Сирота – К.: Арістей, 2005. – 280 с.
18. Вишневецкий Ю.Т. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / Ю.Т. Вишневецкий. – М.: Дашков и К, 2006. – 380 с.
19. Афанасьев Л.Л. Гаражи и станции обслуживания автомобилей (Альбом чертежей): учеб. пособие / Л.Л. Афанасьев. – М.: Автотрансиздат, 1962. – 104 с.
20. Херцег К.А. Станции обслуживания легковых автомобилей / К.А. Херцег. – М.: Транспорт, 1978. – 303 с.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© М. В. Шипунов

УДК 62-747:621.43

*Н. В. Шипунов, ст. преподаватель
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАПУСКА АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В
УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

В статье проведён анализ существующего оборудования, которое облегчает запуск двигателей с жидкостной системой охлаждения в условиях низких температур и предложен новый способ сохранения тепла.

Ключевые слова: *дизель, охлаждение, запуск, подогреватель, термос.*

UDC 62-747:621.43

*N. V. Shipunov, Senior Lecturer
Poltava national technical University named after Yuri Kondratyuk*

**ANALYSIS OF WAYS TO START AUTOMOTIVE DIESEL INTERNAL
COMBUSTION ENGINES AT LOW TEMPERATURES**

The article analyzes the existing equipment, which facilitates starting engines with liquid cooling system at low temperatures, and a new way of keeping warm.

Keywords: *diesel, cooling, starting, heater, vacuum flask.*