

УДК 629.113.004.2 “324”

**Антошків О.В.**

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра експлуатації  
та ремонту автомобільної техніки

## **ЗАСОБИ ПОЛЕГШЕННЯ ЗАПУСКУ ДВИГУНА ПІД ЧАС ЗИМОВОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ PEUGEOT J9 KARSAN**

© Антошків О.В., 2000

**Проведено аналіз засобів полегшення запуску двигуна при низьких температурах, головний акцент якого скеровано на оцінку затрат енергії. Обґрунтовано застосування теплового акумулювання для покращання запуску двигуна автомобіля Peugeot J9 Karsan.**

Проблема запуску двигуна при низьких температурах є актуальною для автомобілів Peugeot J9 Karsan, які на даний час виконують пасажирські перевезення у режимі маршрутного таксі, оскільки вони зберігаються виключно на відкритих майданчиках. Протягом міжзмінного періоду, тривалість якого переважно становить 6 годин, двигун автомобіля охолоджується до температури довкілля, що, звичайно, погіршує його подальший запуск.

Хоча температурні умови, при яких експлуатуються автомобілі J9 Karsan, не є надто жорсткими (місто Львів розташоване у зоні помірного клімату), проте взимку тривалий час утримуються від’ємні температури [5]. Середньомісячна температура грудня становить – 2 °С, січня – 5 °С, лютого – 4 °С. Перехід середньої добової температури повітря через 0 °С відбувається 10 березня та 1 грудня; кількість днів з середньодобовою температурою нижче 0 °С становить 105.

Уже при зниженні температури повітря до 5 °С погіршуються умови експлуатації парку автомобілів, які зберігаються на відкритих майданчиках. Причиною цього є збільшення в’язкості оливи при низьких температурах та погіршення умов займання суміші. Внаслідок запуску та подальшого прогрівання двигуна в умовах низьких температур виникають значні зноси його деталей, збільшуються витрати пального та зростає рівень токсичних викидів.

Беручи до уваги наведені вище факти, необхідно визнати доцільними заходи для полегшення запуску двигуна при низьких температурах довкілля. Звичайно, з погляду збереження автомобіля, найдоцільнішим є його утримування у міжзмінний період в опалюваному приміщенні. Але у цьому випадку потрібно взяти до уваги значні витрати на спорудження приміщень та витрати на теплову енергію не тільки на час короткотривалого міжзмінного періоду, а затрати на опалення приміщення протягом усєї доби.

У будь-якому випадку для покращання запуску двигуна при низьких температурах необхідно витратити деяку кількість теплової енергії. Кількість теоретично необхідної теплоти для розігрівання двигуна [4] (не беручи до уваги теплові втрати внаслідок випромінювання у довкілля та на нагрівання сусідніх агрегатів) може бути визначена за рівнянням:

$$q \cdot d\tau = C \cdot dT + \alpha \cdot A \cdot (T_1 - T_0) \cdot d\tau, \quad (1)$$

де  $q$  – необхідна потужність джерела теплоти, Дж/год;  $\tau$  – тривалість процесу передачі теплоти, год;  $C$  – теплоємність двигуна, Дж/кг К;  $\alpha$  – коефіцієнт теплопередачі від стінок двигуна у доквілля, Дж/м<sup>2</sup> год;  $A$  – площа поверхні охолодження двигуна, м<sup>2</sup>;  $T_1$ ,  $T_0$  – температура двигуна та доквілля, відповідно, °С.

Теплоємність двигуна:

$$C = c_m \cdot M_m + c_o \cdot M_o + c_p \cdot M_p, \quad (2)$$

де  $c_m, c_o, c_p$  – питомі теплоємності металу двигуна, оливи та охолоджувальної рідини, відповідно;  $M_m, M_o, M_p$  – маси металу двигуна, оливи та охолоджувальної рідини, відповідно.

Для розрахунків зручно використовувати розв'язок диференційного рівняння для необхідної потужності джерела тепла

$$q = (T_1 - T_0) \cdot \alpha \cdot A \cdot \left[ 1 - \frac{1}{e^{\frac{\alpha A \cdot \tau}{C}}} \right]^{-1}, \quad (3)$$

Кількість теплоти, яку необхідно витратити на розігрівання чи підігрівання двигуна, можна розрахувати за формулою

$$Q = q \cdot \tau. \quad (4)$$

Обчислимо теоретичні значення необхідної кількості теплоти для розігрівання і підігрівання двигуна XD3P автомобіля J9 Karsan. За даними [8] приймаємо площу охолодження двигуна з радіатором  $A \approx 2,5$  м<sup>2</sup>, маса металу двигуна, який розігривається – 130 кг, масу оливи – 6 кг, масу охолоджувальної рідини – 12 кг. Приймаємо коефіцієнт теплопередачі при умові відсутності руху повітря  $\alpha = 33,52$  кДж/(м<sup>2</sup>·°С) [4], температуру доквілля –  $T_0 = -15$  °С, а температуру, до якої необхідно нагріти двигун, або на рівні якої треба утримати його тепловий стан –  $T_1 = 40$  °С (за результатами досліджень [1] встановлено недоцільність проведення розігрівання (підігрівання) стінок циліндрів двигуна вище ніж 40...50 °С).

Використавши формули (3) та (4), отримаємо, що для розігрівання двигуна XD3P за вказаних умов протягом 30-ти хв необхідно затратити 10,8 МДж. Для підігрівання двигуна, тобто для утримання його теплового стану, при якому можливий достатньо легкий запуск протягом міжзмінної перерви, необхідно затратити втричі більше енергії — 29,2 МДж. Звичайно, ці значення є досить умовними, оскільки при використанні різних засобів полегшення запуску двигуна при низьких температурах необхідні різні тривалості теплової підготовки при різних значеннях коефіцієнта теплопередачі, проте є очевидною велика різниця витрат енергії при підігріванні та розігріванні.

Питання оцінки засобів полегшення запуску двигуна при низьких температурах розглядається в багатьох публікаціях, але їх результати не можуть бути прийнятними із двох причин. По-перше, головний акцент спрямовано на техніко-економічну оцінку цих засобів, яка не може враховувати сучасного співвідношення витрат на матеріали, енергоносії тощо. По-друге, у цьому аналізі не враховані результати нових досліджень та розробок у галузі триботехніки, не розглядалася підготовка двигуна до запуску з використанням акумульованої теплової енергії. Виходячи з цього, постала потреба у проведенні аналізу доцільності застосування заходів для полегшення запуску автомобіля,

головний акцент якого повинен бути скерований, власне, на визначення витрат енергії для покращання запуску двигуна. Такий аналіз можна провести, використавши результати досліджень економічної ефективності засобів підготовки двигуна до запуску, оскільки вони базуються на даних про витрати енергоносіїв.

#### Витрати енергії на підготовку двигуна до запуску при низьких температурах

Показники	Водорозігрівання	Паророзігрівання	Електропідігрівання	Газорозігрівання	Пускові підігрівачі	Повітропідігрівання	Акумуляування теплоти
Тривалість операції, хв	36	15	600	7...10	20	300	3...5
Енерговитрати на запуск одного двигуна, МДж	20,1	22,2	128	14,5	19	134,3	0

Наведену вище таблицю було укладено після обробки даних спостережень за роботою засобів для підготовки двигунів ЗиЛ-130 автобусів ЛАЗ-695 (площа охолодження двигуна з радіатором –  $A \approx 6 \text{ м}^2$ , маса металу двигуна, який розігрівається – 440 кг, маса оливи – 8 кг, маса охолоджувальної рідини – 29 кг [3]), які проводились у м. Даугавпілс (Латвія) протягом зимового періоду експлуатації, температурні умови якого аналогічні до умов м. Львова; використано інформацію про акумуляування теплової енергії [2]. Розрахунок витрат енергії проведено за даними про витрати електроенергії та палива на підготовку до запуску протягом зимового періоду експлуатації автобусів [7].

Дані, наведені у таблиці, дають усі підстави вважати, що витрати енергії при застосуванні розігрівання за допомогою різних способів знаходяться на приблизно однаковому рівні. Але при використанні акумуляування теплової енергії (здійснюється або шляхом зберігання охолоджувальної рідини під час стоянки автомобіля при низьких температурах у термоізолюваному резервуарі з її подальшим підведенням безпосередньо у сорочку охолодження перед запуском, або шляхом прокачування рідини перед запуском через тепловий акумулятор з теплоакумуючим середовищем, яке акумулює теплоту під час роботи двигуна [2]), відсутні витрати енергії, що, безумовно, є значною перевагою перед іншими способами, проте у даному випадку неможливе інтенсивне розігрівання двигуна.

Заходи щодо теплової підготовки двигуна до запуску дасть змогу значно підвищити температуру охолоджувальної рідини та оливи двигунів перед запуском, що, здавалось би, повинно оцінюватися однозначно позитивно, якщо не брати до уваги будь-які витрати. Проте для підготовки двигуна до запуску витрачається енергія та час, для влаштування пунктів підготовки необхідні капітальні витрати на проведення тепло- чи електромереж, при яких, знову ж таки втрачається енергія. Якщо знехтувати тим, що в результаті використання акумуляованої теплової енергії охолоджувальної рідини не вдається досягти достатнього розігрівання двигуна, то є усі підстави вважати, що цей спосіб є найефективніший: не вимагає використання сторонньої енергії. Але, чи доцільно надто інтенсивно розігрівати двигун перед запуском?

Виходячи з гіпотези пускового зношування, інтенсивне розігрівання двигуна значно підвищує інтенсивність пускового зношування. На поверхнях тертя при низьких температурах утворюється міцна пускова плівка оливи, яка запобігає форсованому зношуванню в період запуску двигуна при низьких температурах. Плівка оливи, яка включає полярно активні молекули, найкраще прилипає до стінок при низьких температурах і втрачає

адгезію при підвищенні температури стінок циліндрів. Така плівка відокремлює поверхні тертя в момент зрушування поршня та при русі його з невеликими швидкостями під час запуску. У перший період прогрівання двигуна (коли стінки циліндрів достатньо нагріваються) пускова плівка руйнується і втрачає свої змащувальні властивості. Після прогрівання двигуна олива починає поступати до поверхонь тертя і інтенсивність зношування зменшується. Виходячи з цього факту, який підтверджений дослідями [4], необхідно проводити запуск двигуна, температура стінок циліндрів якого дорівнює температурі довкілля, і скорочувати тривалість прогрівання.

У двигунах XD3P автомобіля J9 Karsan використовуються оливи SAE 15W-40 або SAE 10W-30, які характеризуються добрими в'язкісно-температурними властивостями, і, при використанні яких, достатній незначний пусковий момент для запуску двигуна. Гранична температура оливи, при якій можливе прокручування двигуна стартером згідно з класифікацією SAE J300 DEC 95 [6] становить для SAE 15W-40 – 15 °С, а для SAE 10W-30 – 20 °С, граничні значення температур прокачування, які визначають неможливість сухого тертя в деталях, що змащуються під тиском, ще нижчі, відповідно, -25 та -30 °С. Ці значення вказують на недоцільність додаткових енергетичних витрат на розігрівання чи підігрівання двигуна з метою підвищення температури оливи у кліматичних умовах м. Львова.

З огляду на це, для автомобілів J9 Karsan не доцільно використовувати жоден із способів теплової підготовки двигуна, при якому мають місце додаткові витрати теплової енергії та інтенсифікується пускове зношування. Найкращі умови запуску двигуна можна створити при використанні теплового акумуляування, коли охолоджувальна рідина з теплового акумулятора подається у систему охолодження, від'єднану від радіатора не перед пуском, а в момент пуску двигуна. У такому випадку не знищується пускова плівка, а, отже, сповільнюється інтенсивність зношування; значно скорочується тривалість прогрівання, внаслідок чого зменшуються витрати палива, рівень токсичних викидів та ступінь зношування поверхонь тертя деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна.

1. Бакуревич Ю.Л., Толкачев С.С. *Експлуатація автомобілей зимою*. М., 1964. 2. Гащук П.М., Антошків О.В. *Взаємозумовленість ресурсних, екологічних та енергоощадних чинників, які визначають досконалість і ефективність систем охолодження автомобільних двигунів // Проектування, виробництво і експлуатація автотранспортних засобів та поїздів: Зб. асоціації "Автобус". Львів, № 2. 1999. С.12–16.* 3. *Краткий автомобильный справочник НИИАТ*. М., 1972. 4. Лосавіо Г.С. *Експлуатація автомобілей при низьких температурах*. М., 1973. 5. *Львівська область. Атлас / Під ред. О.І.Шаблія, М.З. Мальського, І.І. Ровенчака. Головне управління геодезії і картографії при Раді міністрів СРСР*. М., 1989. 6. Резников В.Д., Шестаковская Т.В. *Смазочные материалы для легковых автомашин и микроавтобусов*. М., 1997. 7. Шатревич Г.П. *Использование воздухообдува при безгаражном хранении автотракторной техники*. Рига, 1970. 8. *Karsan. Operator's Manual J9. Karsan Otomotiv Sanayi Mamulleri Pazarlama A. S. Organize Sanayi Bolgesi Bursa/TURKIYE*.