

Захарчук В. І., д.т.н., проф.; Гонтар Б. О.; Полохайло А. І.; Момонт П. С.

ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА ПРИ ЙОГО РОБОТІ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ

Описано метод оцінки та прогнозування енергетичних та паливо-економічних показників двигуна при використанні альтернативних палив

Постановка проблеми. На сьогоднішній день у нашій державі є великий парк колісних транспортних засобів та мобільної сільськогосподарської техніки з дизелями, які працюють на дизельному паливі нафтового походження. Але вартість дизельного палива весь час зростає та погіршується екологічна ситуація в країні. Одним з основних шляхів виходу з цієї ситуації є адаптація дизелів до роботи на альтернативних паливах [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Енергетичну ефективність роботи двигуна при використанні альтернативних моторних палив (АМП), стійкість його роботи, взаємодія його показників з транспортним засобом і навколишнім середовищем (НС) визначаються його швидкісними і навантажувальними характеристиками. За даними літературних джерел [2] для розрахунку та побудови зовнішньої швидкісної характеристики (ЗШХ) двигуна застосовуються емпіричні формули, які визначають поточні значення потужності N_{ex} і питомої ефективної витрати палива g_{ex} . Згідно з попередніми даними використання цих формул для розрахунку показників ЗШХ ДВЗ дає дуже великі похибки не тільки для двигунів на АМП, але і для сучасних моделей бензинових ДВЗ і дизелів [3].

Мета дослідження – оцінити енергетичні та паливо економічні показники двигуна при його роботі на нафтовому дизельному паливі, біодизельному паливі та природному газі.

Основні результати дослідження. В якості міри ефективності паливно-енергетичного поля двигуна, яке об'єднує показники навантажувальних характеристик, в роботі введено комплексний показник, взаємно пов'язуючий енергетичні та паливо-економічні показники двигуна – механічний еквівалент одного МДж палива

$$ME = \frac{M_k \omega}{G_n}, \text{ Вт*год/МДж}, \quad (1)$$

де M_k - ефективний крутний момент двигуна, Нм, який розвивається при частоті обертання колінчастого вала ω , с^{-1} та годинній витраті палива в енергетичних одиницях G_n , МДж/год.

Паливно-енергетичне поле відображає міру потенційних можливостей двигуна і умови, за яких можлива максимально вигідна його реалізація за рахунок взаємної погодженості характеристик двигуна та показників палива.

Для зручності порівняння паливно-енергетичних показників двигуна при використанні різних палив розглядається цільова функція

$$ME^{\max} = f(M^k, n) \quad (2)$$

Кількісна оцінка транспортної роботи ТЗ має виконуватись на основі комплексних критеріїв та нормованих вимірників, відображаючих закономірні зв'язки основних факторів транспортної роботи з параметрами і вихідними характеристиками двигуна. З цією метою в роботі вводиться комплексний критерій техніко-економічної ефективності транспортного

засобу (ТЗ), який може використовуватись як комплексний показник паливо-швидкісних властивостей

$$K_{me} = \frac{m_{mз} \cdot V}{G_n}, \text{ ткм/МДж,}$$

де $m_{mз}$ - повна маса ТЗ, т; V – середня швидкість руху, км/год; G_n - середня годинна витрата палива в енергетичних одиницях, МДж/год.

Паливно-енергетичне поле відображає міру потенційних можливостей двигуна і умови, за яких можлива максимально вигідна його реалізація за рахунок взаємної погодженості характеристик двигуна та показників палива.

На рис. 1 показана цільова функція механічного еквівалента $ME^{\max} = f(n)$ для двигуна Д-243 при використанні різних палив.

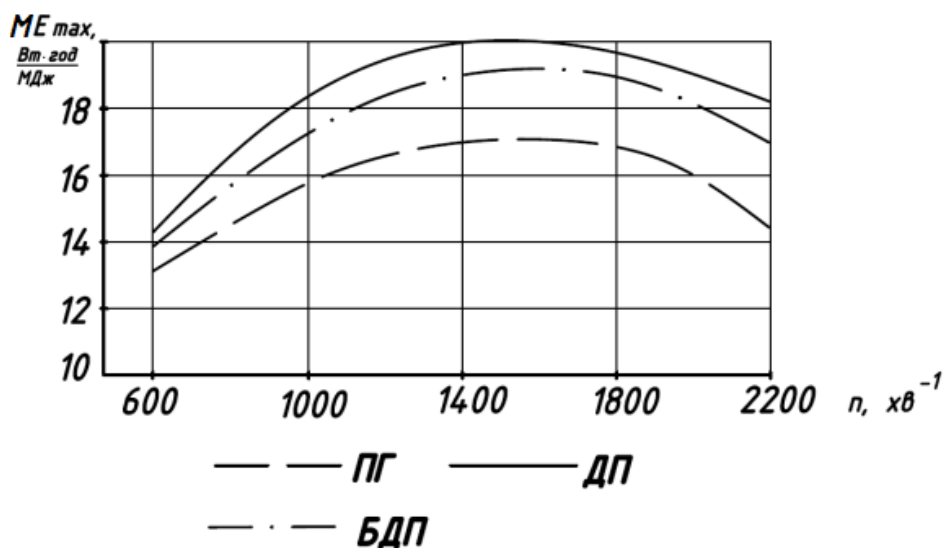


Рисунок 1 – Залежність цільової функції ME^{\max} від частоти обертання двигуна Д-243 при роботі на різних паливах

З графіків видно, що найбільш високі значення механічного еквівалента має дизельне паливо. Але найменша різниця між значеннями спостерігається в зоні низьких частот обертання і значних навантажень на двигун. Найбільше значення цільова функція має при частоті обертання, яка відповідає максимальному крутному моменту. Використовуючи цільову функцію $ME^{\max} = f(M^k, n)$ можна визначити оптимальні зони паливно-енергетичного поля двигуна для використання їх в якості робочих при використанні різних палив.

Кількісна оцінка транспортної роботи ТЗ має виконуватись на основі комплексних критеріїв та нормованих вимірників, відображаючих закономірні зв'язки основних факторів транспортної роботи з параметрами і вихідними характеристиками двигуна.

На рис. 2 показана залежність критерію техніко-економічної ефективності від швидкості усталеного руху ТЗ. Цей критерій об'єктивно відображає продуктивність, тягово-швидкісні властивості та паливну економічність ТЗ при використанні різних палив.

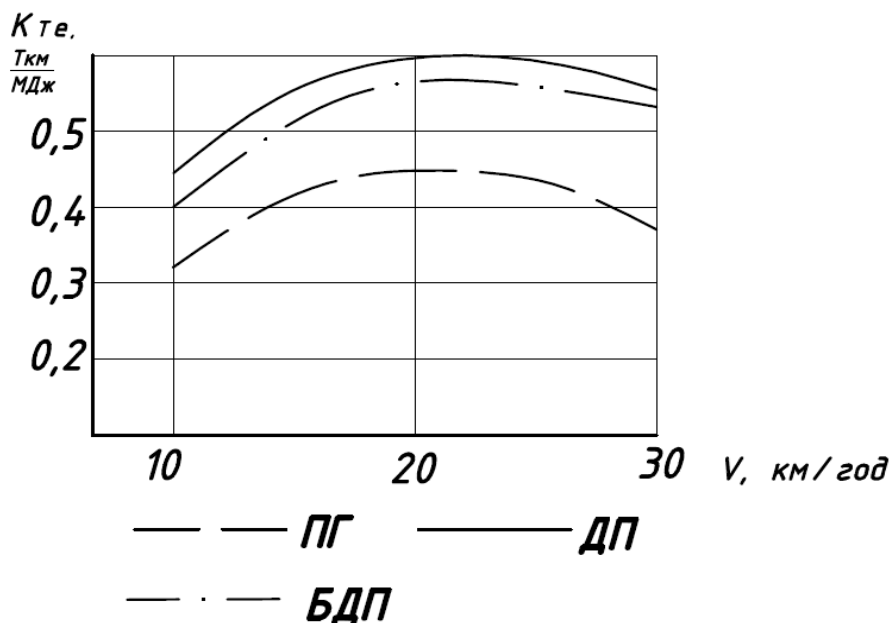


Рисунок 2 – Залежність критерію техніко-економічної ефективності від швидкості усталеного руху трактора МТЗ-80

Висновки. Найкращі значення критерію властиві трактору з дизелем, працюючому на нафтовому ДП, найгірші – трактору з газовим двигуном, що пояснюється більшою до 25% питомою ефективною витратою палива. Найбільша техніко-економічна ефективність при роботі на всіх видах палива досягається при швидкості трактора 22...23 км/год, що пояснюється роботою двигуна з крутним моментом, близьким до максимального. Взаємозв'язок критерію техніко-економічної ефективності K_{te} та механічного еквівалента ME одного МДж палива обумовлюють вимоги до паливно-енергетичного потенціалу двигуна і до взаємної узгодженості характеристик двигуна та ТЗ в цілому.

Список літературних джерел

1. Анискин В.И. Внедрение в сельскохозяйственное производство техники, работающей на компримированном природном газе // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. - 2005. - № 1.- С. 17-18.
2. Гусаков С.В. Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников. – М.:ИПК РУДН, 2008.–318 с.
3. Zaharchuk V. Cognitive model of the internal combustion engine/Vychuzanin V., Gritsuk, I., et al., // SAE Technical Paper 2018-01-1759, 2018.

Захарчук Віктор Іванович – д.т.н., професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет

Гонтар Богдан Олександрович – студент машинобудівного факультету, Луцький національний технічний університет

Полохайло Андрій Іванович – студент машинобудівного факультету, Луцький національний технічний університет

Момонт Павло Сепанович – студент машинобудівного факультету, Луцький національний технічний університет