

ПОБУДОВА ІНДИКАТОРНОЇ ДІАГРАМИ ДВИГУНА POWERTECH 6068HF250 В ГАЗОДИЗЕЛЬНОМУ ЦИКЛІ

Лисенко Р.Д., аспірант

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна.

Постановка проблеми. Використання традиційного палива в сільському господарстві на сьогоднішній день все більше заміщується альтернативними видами джерелами енергії, що зумовлено постійним підвищенням цін на нафтопродукти і незадовільні екологічні характеристики. Перепоною до використання альтернативних джерел енергії є складність імплементації переобладнання традиційних дизельних двигунів з двохпальною системою живлення. Одним із перспективних шляхів удосконалення переобладнання серійних дизельних двигунів щодо використання зрідженого нафтового газу є моделювання основних параметрів роботи двигуна в газодизельному режимі, що дозволить визначити оптимальні параметри функціонування.

Мета дослідження: моделювати основні параметри роботи двигуна в газодизельному режимі

Основні результати дослідження: Значення тиску в циліндрі у характерних точках діаграми внесемо в таблицю 1. По даних таблиці будемо політропу розширення.

Таблиця 1

Значення тиску газів в циліндрі у характерних точках

P_r , МПа	P_a , МПа	P_c , МПа	P_z , МПа	P_b , МПа
0,209	0,201	9,688	14,532	0,632

Будуємо плоску систему координат. По осі абсцис відкладаємо значення об'єму циліндра V , по осі ординат – значення тиску газів P в циліндрі.

Масштаб по осі V :

$$m_V = \frac{V_a}{[V_a]}, \text{л/мм} \quad (1.1)$$

де V_a - повний об'єм циліндра, л,

$[V_a]$ – відстань на кресленні по осі абсцис, що відображає повний об'єм циліндра (мм).

Значення об'єму камери згорання визначаємо за формулою :

$$V_c = \frac{1,12}{17 - 1} = 0,07 \text{ л.}$$

Масштаб по осі P :

$$m_p = \frac{P_z}{[P_z]}, \text{ л/мм} \quad (1.2)$$

де $[P_z]$ – відстань на креслені по осі абсцис, що відображає значення максимального тиску циклу в циліндрі (мм).

Перпендикулярно осі абсцис з початку координат на відстані, що в масштабі відповідає об'єму камери згорання, проводимо вертикальну пряму. Ця пряма буде відповідати положенню поршня у ВМТ. Другу пряму відкладаємо на відстані від першої, що в масштабі відповідає робочому об'єму циліндра. Ця пряма буде відповідати положенню поршня у НМТ.

Перпендикулярно осі ординат, з початку координат на відстані, що в масштабі відповідає значенню атмосферному тиску P_0 проводимо горизонтальну пряму.

Будуємо спочатку розрахункову індикаторну діаграму.

Для цього спочатку відкладаємо характерні точки діаграми з відповідними координатами: $r(P_r; V_c)$, $a(P_a; V_h)$, $c(P_c; V_c)$, $z'(P_z; V_c)$, $b(P_b; V_h)$.

Потім відкладаємо допоміжні точки з відповідними координатами: $r''(P_a; V_c)$, $z(P_z; V_z)$, $l(P_b; V_h)$.

Для визначення координат точки z знайдемо об'єм V_z . Щоб визначити об'єм V_z , використаємо формулу (1.1), де $V_z = V_r$, оскільки точка z характеризує кінець попереднього розширення і початок політропи розширення.

Отже, підставляючи значення у формулу визначаємо V_r :

$$V_r = \frac{1,19}{11,807} = 0,101 \text{ л.}$$

Починаємо будувати діаграму з початку впуску. Точку r'' з'єднуємо з точкою a горизонтальною прямою припускаючи, що тиск на протязі всього такту впуску залишається сталим. З точки a будуємо політропу стиску.

Такт стиску на діаграмі характеризується кривою ac , що являє собою політропу стиску і описується формулою. У цій формулі відношення $\frac{V_a}{V_x}$ змінюємо від 1 до θ і визначаємо відповідні значення

P_x політропи стиску. Для розрахунку політропи стиску використаємо табличний метод. Це полегшує обчислення так, як можна при цьому використати електронні таблиці Microsoft Excel. За даними розрахунку будуємо політропу стиску ac .

З точки c тиск зростає при постійному об'ємі, тому точки c і z' з'єднуємо вертикальною прямою.

Точку z з'єднуємо з точкою z' горизонтальною прямою, яка характеризує підведення теплоти при постійному тиску.

Потім будуюмо політропу розширення яка характеризується кривою zb . Політропа розширення описується формулою (1.22). У цій формулі відношення $\frac{V_x}{V_r}$ змінюємо від 1 до d і визначаємо відповідні

значення P_x політропи розширення.

Для побудови лінії випуску відпрацьованих газів, з'єднаємо точку l з точкою r , припускаючи, що тиск в циліндрі під час випуску не змінюється.

Отже, площа незкругленої діаграми буде обмежуватися точками $rr''acz'zblr$.

В результаті отримуємо індикаторну діаграму двигуна PowerTech 6068HF250 в газодизельному циклі, зображену на рисунку 1.

Процес впуску розпочинається в кінці ходу поршня до ВМТ, коли відкривається впускний клапан для продувки (точка r' на діаграмі), після чого тиск після закриття впускного клапана (точка r''), тиск в циліндрі падає до P_a і залишається сталим до точки a . Тому ділянка діаграми від точки r' до точки a описується горизонтальною прямою. Точка a' розташовується на відстані від початку координат, що в масштабі відповідає об'єму циліндра при закритті впускного клапана.

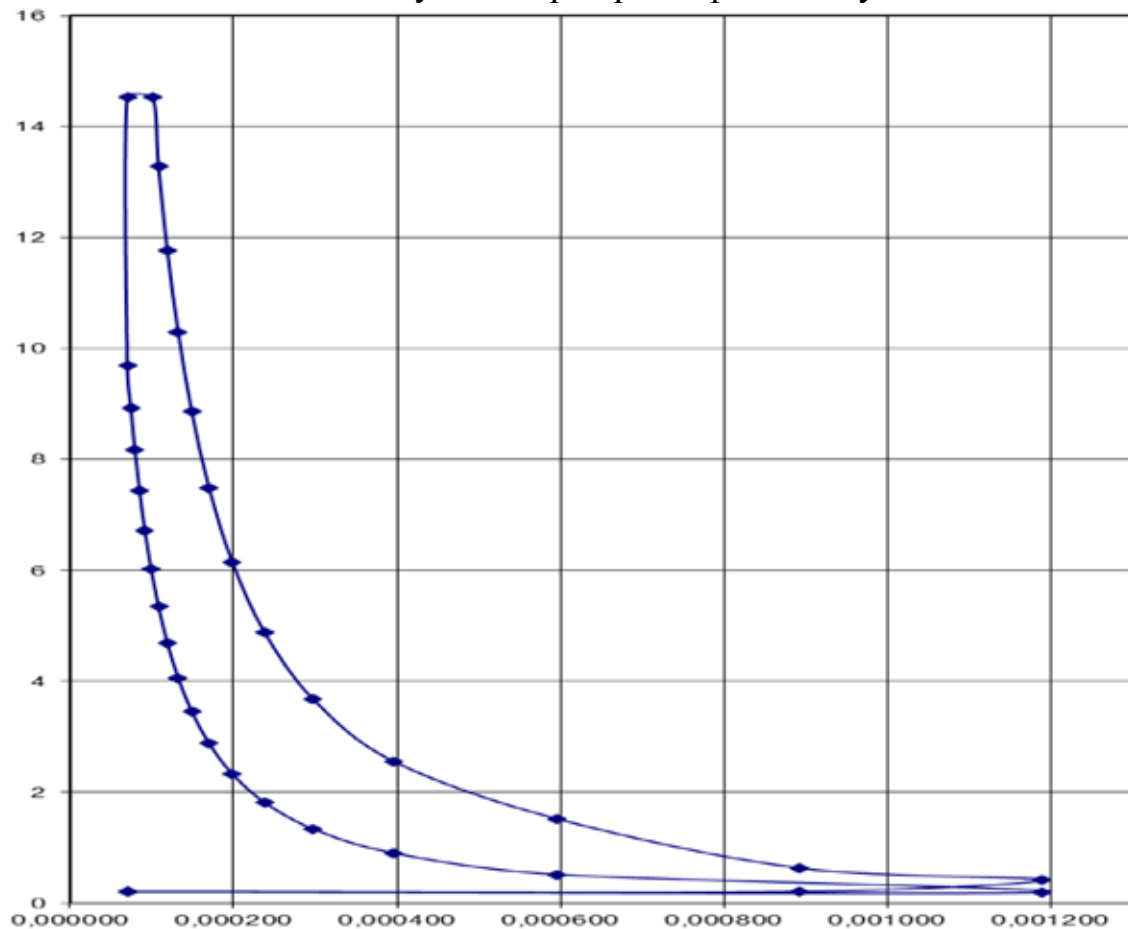


Рис 1 Індикаторна діаграма двигуна PowerTech 6068HF250 в газодизельному циклі.

Для побудови зкругленої діаграми, запишемо координати точок зкруглення. Точки rr' з'єднуємо плавною кривою. Будуємо індикаторну діаграму. Отриману діаграму розвертаємо по куту повороту колінчастого валу двигуна, аналітичним методом з використанням Microsoft Excel. Для цього потрібно перевести координати точок діаграми $P = f(V)$ у координати $P = f(j)$. Для цього використовуємо ряд формул, що пов'язують об'єм циліндра з кутом повороту колінчастого валу. Використовуючи формулу розраховуємо об'єм циліндра V_x в залежності від кута повороту колінчастого валу. Таким чином розраховуємо V_x для всіх положень колінвала, змінюючи j від 0 до 720° , враховуючи фази газорозподілу. Відповідно, при повороті колінвала на деякий кут j , тиск в циліндрі P зміниться на величину P_x . Значення P_x залежить від процесів, що відбуваються в двигуні.

При положенні колінвала $j = 0$ $P_x = P_r$.

При положенні колінвала $j = j_{a\phi}$, $P_x = P_{a\phi}$ (закриття випускного клапана).

При провертанні колінвала на кут від $j_{a\phi}$ до 180 $P_x = P_a$

Значення P_x при провертанні колінвала на кут від 180° до 360° змінюється за формулою (політропа стику).

При положенні колінвала $j = 360^\circ$, P_x матиме два значення: $P_x = P_c$ та $P_x = P_z$.

При положенні колінвала при $j = 390,11^\circ$, $P_x = P_{z\phi}$

При провертанні колінвала від $390,11^\circ$ до $j_{b\phi}$ (відкриття випускного клапана), P_x буде змінюватися за формулою 1.22 (політропа розширення). При провертанні колінвала від $j_{b\phi}$ до 540° , політропу розширення потрібно скруглити, використовуючи коефіцієнт округлення індикаторної діаграми n . Таким чином подальші значення P_x політропи розширення домножаються на коефіцієнт округлення. При провертанні колінвала від 540° до $j_{b\phi}$ (закриття випускного клапана), P_x буде плавно спадати до P_r і від $j_{b\phi}$ до 720° $P_x = P_r$. В результаті отримуємо діаграму двигуна PowerTech 6068HF250 в дизельному циклі, розвернуту по куту повороту колінчастого валу (рис2.).

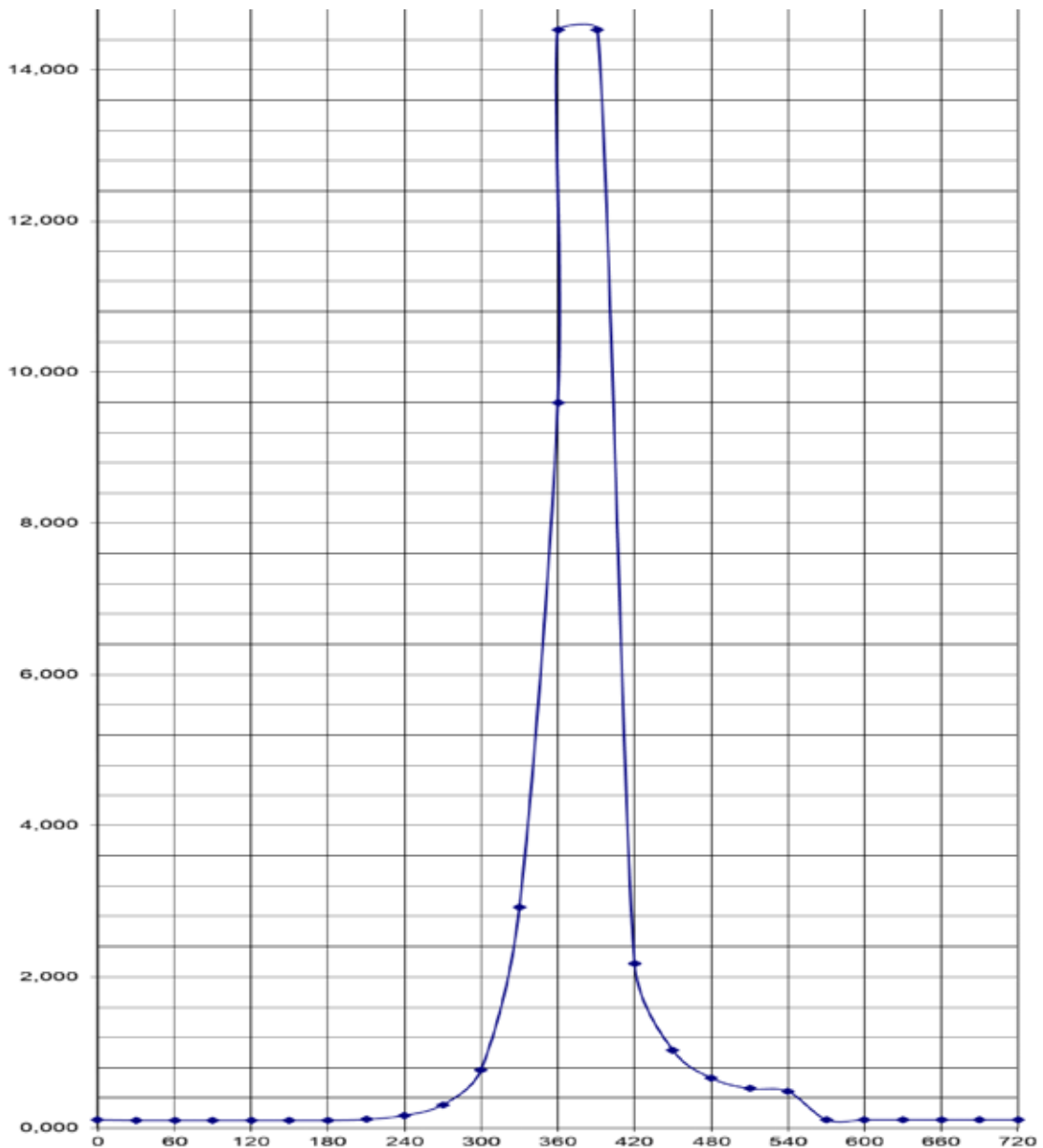


Рис 2 Індикаторна діаграма двигуна PowerTech 6068HF250 в газодизельному циклі

Висновки. Для визначення робочих і технологічних параметрів двигуна трактора в газодизельному режимі, наприклад, визначення витрати газу LPG і дози запалювання рідкого палива та встановлення інших контрольних точок, тепловий розрахунок двигуна за Гринівецьким – Метод Mazing з використанням середовища Mathcad є інформативним та актуальним. Отримані дані цілеспрямовано оброблялися в середовищі Microsoft Excel. Даний засіб дозволяє істотно поліпшити аналіз роботи дизельних двигунів в газодизельному режиміReferences

Список використаних джерел

1. Криштопа С., Панчук М., Козак Ф., Долішній Б., Микитій І., Скалацька О. Fuel economy raising of alternative fuel converted diesel

engines // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Т. 4, № 8. С. 6–13.

2. Матеїчук В., Костіан Н., Смієшек М., Грицук І., Вербовський В. Review of Methods for Evaluating the Energy Efficiency of Vehicles with Conventional and Alternative Power Plants // *Energies*. – 2023. Т. 16, № 17. С. 6331.

3. Матур С., Васвані Х., Сінгх Д., Ранджан Р. Alternative fuels for agriculture sustainability: Carbon footprint and economic feasibility // *AgriEngineering*. 2022. Т. 4, № 4. С. 993–1015.

4. Чжан Ц., Лі Дж., Тянь Дж., Донг Р., Зоу Ц., Гао С., Тан Д. Performance, combustion and emission characteristics investigations on a diesel engine fueled with diesel/ethanol/n-butanol blends // *Energy*. 2022. Т. 249. С. 123733.

5. Ши З., Ван Дж., Гуо Х., Лю С. Multi-Objective Optimization of the Structural Design of a Combustion Chamber of a Small Agricultural Diesel Engine Fueled with B20 Blend Fuel at a High Altitude Area // *Sustainability*. 2023. Т. 15, № 15. С. 11617.

6. Аббасі С., Бахрамі Х., Гобадіан Б., Кіані Де Кіані М. Energy analysis of a diesel engine using diesel and biodiesel from waste cooking oil // *Journal of Agricultural Machinery*. 2018. Т. 8, № 1. С. 149–157.

7. Медерле М., Урбан А., Фішер Г., Гуфнагель У., Бернхардт Г. Optimization potential of a standard tractor in road transportation // *Landtechnik*. 2015. Т. 70, № 5. С. 194–202.

8. Надикто В., Фіндура П., Кюрчев В., Орел О. Influence of Biodiesel on Performance of Machine-Tractor Units // *Acta technologica agriculturae*. 2022. Т. 25, № 1. С. 7–12.

9. Ташев А., Димітров Е. LPG effect on performance parameters of diesel engine operated on dual-fuel mode // *AIP Conference Proceedings*. 2022. Т. 2449, № 1.