

## **ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНА, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ НА ЛЕГКОМУ ПАЛИВІ, НА РЕЖИМАХ ЧАСТКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**Сандомирський М.Г., к.т.н., проф.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Рассмотрена возможность эффективного использования цикла с продолженным сжатием на режимах частичных нагрузок, которая обеспечивает существенную экономию топлива без ухудшения экологических показателей; на всех режимах сгорание происходит в условиях, которые достигнуты в базовой конструкции двигателя.*

Відомо, що автомобільні двигуни більшість часу працюють в містах, де дуже велика густина руху при невеликих швидкостях. Саме на цих режимах витрачається значна кількість палива. Тому пошуки покращення економічності на цих режимах слід розглядати як важливу проблему, враховуючи також, що при цьому погіршуються екологічні показники двигуна.

Особливо це явище пов'язано з використанням двигунів, які працюють на легкому паливі. Останні працюють за циклами зі ступенем стиску в межах  $\varepsilon = 8 \div 10$  в залежності від палива, що використовується, тобто від його октанового числа.

Ступінь стиску в кожному двигуні обирається при встановленні параметрів номінального режиму. Вона на кожному двигуні має сталі значення і залишається незмінною на всіх експлуатаційних режимах. Від неї суттєво залежить економічність двигуна, причому остання зростає, коли ступінь стиску вища, що відомо з термодинаміки.

Разом з цим при навантаженнях, менших за номінальну, можливо на тому ж самому паливі досягти бездетонаційної роботи при більших значеннях ступеня стиску. Сьогодні невідомі технічні рішення, в яких ступінь стиску була б змінною. В напрямку роботи по створенню таких двигунів проводяться дослідження, але ці розробки не досягли рівня, необхідного для їх впровадження у сферу експлуатації.

З цього витікає, що розмір камери згорання при сталому значенні ступеня стиску залишається незмінним. На частковому навантаженні меншу масу газової суміші необхідно спалювати в камері відносно більшого об'єму (встановленого для номінального режиму).

Оскільки абсолютна кількість залишкових газів незначно залежить від режиму роботи двигуна, то у випадку, що розглядається, їх відносна кількість зростатиме на режимах часткових навантажень, що негативно впливає на процес згорання.

Зменшення цього негативного явища в сучасних двигунах досягають збільшенням кількості палива в суміші, тобто її збагаченням (зменшенням

коефіцієнту надлишку повітря  $\alpha$ ), наприклад, в карбюраторних двигунах використовують так звані системи компенсації суміші, а також інші технічні рішення.

Підвищення кількості палива в суміші пришвидшує процес згоряння, а разом з цим погіршує як економічні, так і екологічні показники роботи на цих режимах.

Одним з можливих шляхів усунення цих негативних явищ є використання запропонованого автором нового циклу, на який отримано патент на винахід [1]. В цьому циклі реалізується новий спосіб роботи двигуна внутрішнього згоряння з продовженим стиском. Головною метою запропонованого способу є забезпечення деякого розширення об'єму робочого тіла в процесі згоряння для зменшення схильності до детонації в двигунах з іскровим запалюванням і до зменшення жорсткої роботи – у дизелях.

Ступінь стиску в момент теплопідводу названа в подальшому потрібним ступенем стиску, а в момент досягнення верхньої мертвої точки (ВМТ) – продовженим ступенем стиску, який перевищує потрібний. В циклі з продовженим стиском (при повороті кривошипу і русі поршня до ВМТ) спочатку досягається значення потрібного ступеня стиску, але згоряння не відбувається, бо суміш не запалюють; далі тиск зростатиме (без згоряння) до ВМТ - досягається продовжений ступінь стиску. Після подальшого повороту кривошипу починається розширення і зменшення ступеня стиску до моменту, коли він знову досягне потрібного ступеню в процесі розширення. В цей момент підводять теплоту (тобто відбувається процес згоряння). Таким чином процес теплопідводу перенесений з кінця такту стиску, як це звичайно відбувається у двигунах, на процес розширення з деяким зміщенням відносно ВМТ.

За рахунок деякого збільшення кута повороту кривошипа при цьому, за який в реальних умовах відбувається згоряння, досягається зменшення схильності до виникнення детонації в двигунах з іскровим запалюванням і зменшення жорсткості роботи в дизелях. Цим цілям присвячений патент, про який вище йшла мова.

Оскільки в статті мова йде про покращення економічності двигунів, що працюють на легкому паливі, то момент, при якому починається згоряння, забезпечується подачею іскри, що легко регулюється на всіх двигунах, які працюють з іскровим запалюванням.

Слід підкреслити, що найбільша густина паливно-повітряної суміші буде мати місце у ВМТ. Далі при повороті кривошипа розмір камери над поршнем зростає і приймає номінальне значення в момент досягнення потрібного ступеня стиску і подачі іскри.

Якщо подати іскру з випередженням від цього моменту, то згоряння (теплопідвід) відбудеться завчасно, коли густина повітряної суміші більша від номінальної, і відповідно ступінь стиску перевищує потрібну. При цьому можливо виникнення детонації з погіршенням показників двигуна.

Але, якщо перевести роботу двигуна з номінального режиму на режим часткового навантаження шляхом, наприклад, дроселювання при забезпеченні

сталого складу паливно-повітряної суміші ( $\alpha$ ), то густина останньої зменшиться і виникне можливість збільшити ступінь стиску для досягнення такої ж самої густини, що і на номінальному режимі. Тобто параметри суміші в момент теплопідводу (запалювання) можуть співпадати з параметрами на режимі номінальної потужності, але відбуватися це буде, коли камера згоряння буде меншою порівняно з розміром, встановленим для номінального режиму. За рахунок досягнення умов збігу густини суміші на режимі часткового навантаження з умовами стану суміші для номінального режиму можливо забезпечити запаленням (теплопідвід) з випередженням, тобто коли кривошип повернеться після ВМТ на кут менший від того, який забезпечує отримання номінальної потужності і відповідає величині потрібного ступеня стиску. Це легко зробити шляхом подачі іскри запалювання з випередженням відносно моменту, встановленого для номінального режиму.

При цьому кількість суміші буде меншою від кількості для номінального режиму, а її склад буде збігатися з номінальним. Це дасть змогу забезпечити ефективний процес згоряння без необхідності збагачення суміші. А підвищення ступеня стиску при цьому забезпечить підвищення коефіцієнта корисної дії.

Для порівняння показників двигуна при реалізації звичайного циклу з підводом теплоти при сталому об'ємі з показниками, які можливо одержати при використанні запропонованого циклу з продовженим стиском, де теж теплопідвід відбувається при сталому об'ємі, нижче наведені відповідні розрахунки з використанням однакової теоретичної моделі процесів, що відбуваються.

Порівняння проведено за умовами роботи двигуна на суміші незмінного складу, тобто при  $\alpha = const$  при різних навантажувальних режимах. Різні навантаження відповідають різним коефіцієнтам наповнення  $\eta_v$ , причому для номінального режиму обрано значення  $\eta_v = 0,75$ , що реалізується в багатьох двигунах. Режими часткових навантажень відбуваються при менших значеннях  $\eta_v$ , але при однаковому значенні коефіцієнт надлишку повітря  $\alpha = 1$ .

Інші показники обрані такими:

1. потрібна ступінь стиску  $\varepsilon_{\Pi} = 8$

2. продовжена ступінь стиску  $\varepsilon_{\max} = 18$

3. параметри навколишнього середовища  $P_0 = 10^5$  Па;  $T_0 = 300$ К

4. параметри залишкових газів  $P_r = 1,05$   $P_0 = 1,05 \cdot 10^5$  Па;  $P_r = 800$ К

5. кутова швидкість  $\omega - 500$  1/с

6. склад палива  $g_H = 0,15$ ;  $g_C = 0,85$

7. нижча теплота згоряння  $Q_H = 44 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$

8. робочий об'єм і кількість циліндрів базового двигуна:

$V_h = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ ;  $i = 4$

При розрахунках потужності враховано, що на режимах часткових навантажень автомобіля, як правило, зменшується частота обертання

колінчастого вала.

Результати розрахунків подані на рис. 1.

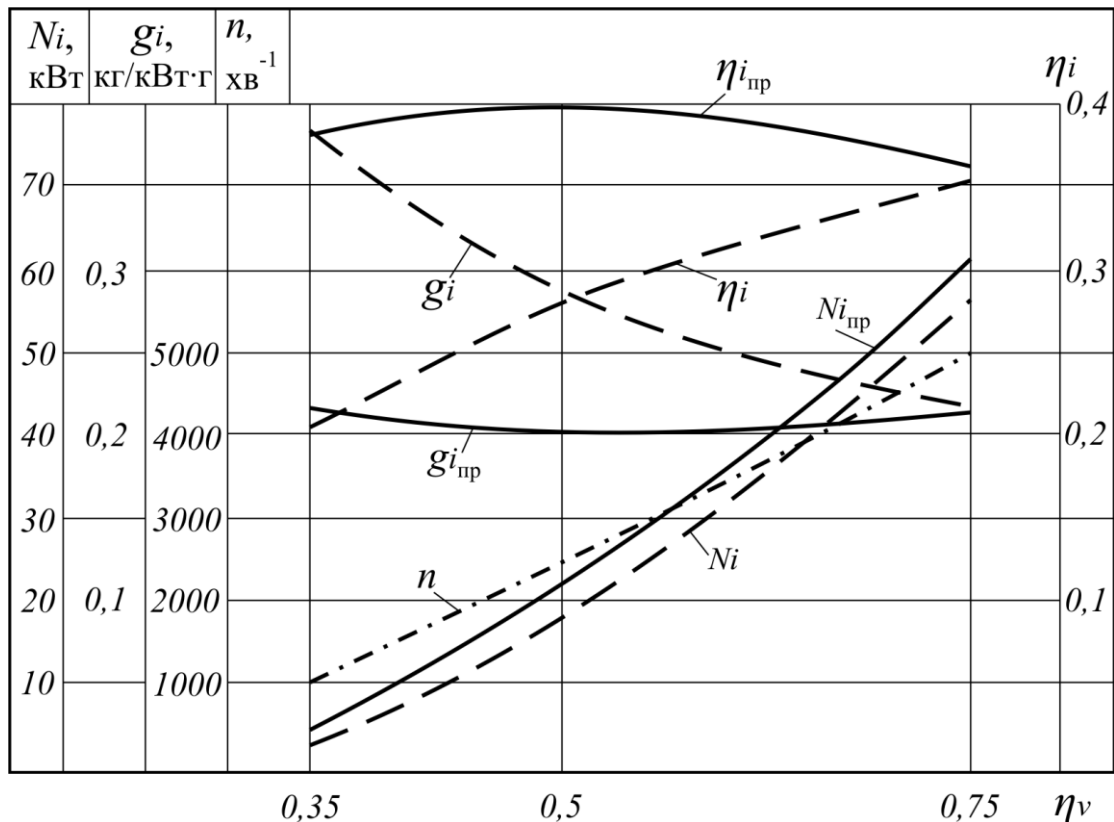


Рис. 1 – Вплив навантажень на показники карбюраторного двигуна зі звичайним циклом роботи та циклом з продовженим стиском:

$\eta_v$  – коефіцієнт наповнення;  $\eta_i$  – індикаторний к.к.д.;  $n$  – частота обертання колінчастого вала;  $N_i$  – індикаторна потужність, індикаторна питома витрата палива (підстрочний індекс пр відноситься до циклу з продовженим стиском)

Як бачимо з результатів наведених розрахунків, при роботі двигуна по звичайному циклу і зменшенні навантаження (зменшенні  $\eta_v$ ) індикаторний к.к.д. суттєво знижується, а індикаторна питома витрата палива відповідно суттєво зростає.

При використанні циклу з продовженим стиском при зменшенні навантаження економічність практично не погіршується.

В обох випадках при цьому потужність зменшується. В циклі з продовженим стиском вона трохи вища на всіх режимах.

**Висновки:** 1. Проведене теоретичне дослідження показало, що при використанні циклу з продовженим стиском можливо досягти значного покращення економічності двигуна легкого палива на режимах часткових навантажень.

2. Зміну режиму роботи двигуна (в циклі з продовженим стиском) при зміні навантаження можливо реалізувати зміною кута випередження запалювання.

## **Список використаних джерел:**

1. Патент України на винахід № 85061 "Спосіб роботи двигуна внутрішнього згоряння з продовженим стиском".

## **Анотація**

### **УЛУЧШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ, КОТОРЫЙ РАБОТАЕТ НА ЛЕГКОМ ТОПЛИВЕ, НА РЕЖИМАХ ЧАСТИЧНЫХ НАГРУЗОК**

Сандомирский М.

*Рассмотрена возможность эффективного использования цикла с продленным сжатием на режимах частичных нагрузок, которая обеспечивает существенную экономию топлива без ухудшения экологических показателей, на всех режимах сгорания происходит в условиях, которые достигнуты в базовой конструкции двигателя.*

## **Abstract**

### **IMPROVEMENT OF ECONOMY OF ENGINE WHICH WORKS ON AN EASY FUEL, ON THE MODES OF THE PARTIAL LOADING**

M. Sandomirskiy

*The considered possibility of the effective use of cycle with the continued compression on the modes of the partial loading, which provides the substantial economy of fuel without worsening of ecological indexes; on all modes combustion takes place in terms which are attained in base construction of engine.*