

ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ  
МЕХАНІЗМА ЗМІНИ СТУПЕНЯ СТИСКУ

Міщенко М.І., д.т.н., професор, Супрун В.Л., аспірант,  
Шинкаренко В.В., студент  
АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»

*У роботі проаналізовані способи регулювання ступеня стиску в бензинових двигунах внутрішнього згорання, запропонований механізм зміни ступеня стиску для безшатунного двигуна із кривошипно-кулісним механізмом. Наведено деякі результати експериментальних і теоретичних досліджень.*

Кількість автомобільних двигунів внутрішнього згорання (ДВС) безупинно зростає. Це обумовлює прагнення подальшого підвищення паливної економічності й зниження токсичності відпрацьованих газів.

Серед різних способів зменшення витрати палива двигунами найбільш ефективним у цей час є регулювання ступеня стиску ( $\epsilon$ ) на часткових режимах. Очевидно що, найбільш перспективно застосування ДВЗ із змінним  $\epsilon$  на автомобілях, постійно експлуатованих у міських умовах, де їхні двигуни відносно невеликий час працюють із повним навантаженням. Існує багато різних способів регулювання ступеня стиску. Зміна ступеня стиску повинна відбуватися за дуже короткий час, щоб бензиновий двигун якнайменше працював з детонацією.

Метою статті є аналіз існуючих способів зміни ступеня стиску в автомобільних бензинових двигунах і подання деяких результатів експериментальних й аналітичних досліджень розробленого в АДІ ДонНТУ механізму для зміни  $\epsilon$  у безшатунном ДВЗ із кривошипно-кулісним механізмом.

Роботи з розробки й дослідження двигунів зі змінним ступенем стиску ведуться в США, Німеччині, Австралії, Японії, Швеції, Росії й ін. країнах.

Шведська фірма SAAB з початку 80-х років минулого століття працює над проектом SVC (Saab Variable Compression, «зміна ступеня стиску по-саабовски») по створенню бензинового двигуна автомобільного типу [1,2]. Система SVC підтримує на часткових навантаженнях двигуна ступінь стиску в межах від 8 до 14, забезпечуючи процес згорання на межі детонації й одержуючи при цьому максимально можливий ККД.

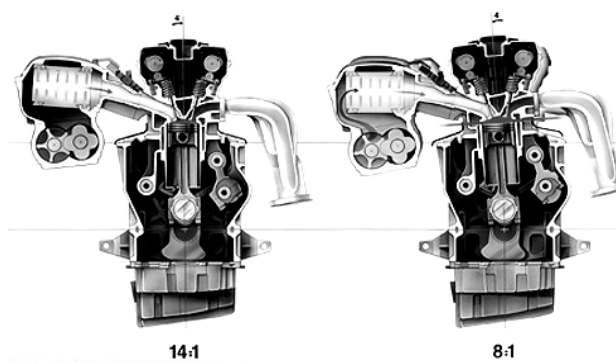


Рис. 1. Схема двигуна SVC

FEV Motorentechнік шведськими фахівцями із проекту SVC розроблений експериментальний п'ятициліндровий двигун робочим об'ємом 1,6 л. Двигун, установлений на автомобіль, на 30 % економічніше класичного з порівнянною потужністю, але на привод цього механізму затрачається велика кількість енергії [2].

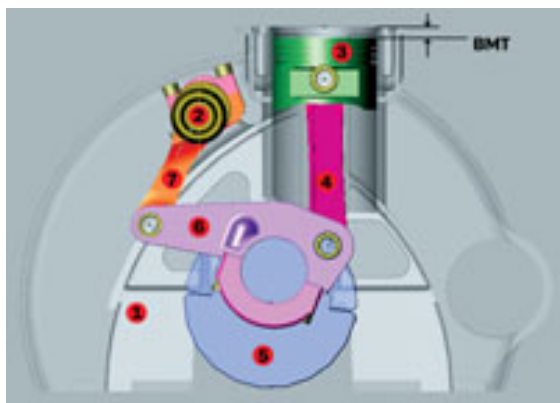


Рис. 2. Схема траверсного двигуна

тає траверсу відносно осі шатунної шийки, що переміщає шатун з поршнем. Таким чином, змінюється положення ВМТ, а отже, ступінь стиску.

Французькою фірмою MCE-5 виконаний двигун з новим перетворюючим механізмом. Короткий шатун з'єднується не з поршнем, як звичайно, а із двуплечим коромислом. Одне із плечей «опирається» на кронштейн, який можна переміщати вниз за допомогою потужного гідроциліндра - саме цим і досягається зміна ходу поршня й ступеня стиску. А сам поршень рухається строго вниз, затиснутий з однієї сторони опорною зубчастою рейкою, а з іншого боку - зубчастим сектором коромисла.

Конструктивна особливість двигуна – моноблок: головка й блок циліндрів відлиті заодно. Моноблок установлений на шарнірах і може гойдатися щодо нерухомої нижньої частини двигуна, змінюючи об'єм над поршнями. У цей час за підтримкою німецької фірми

У НАМІ разом з DaimlerChrysler виконаний двигун із траверсним силовим механізмом.

Силовий механізм дозволяє регулювати ступінь стиску залежно від навантаження. Траверса одним кінцем з'єднана із шатуном, а іншим зі штовхачем, що має ексцентрикову опору. При повороті ексцентрикової опори штовхач повертає траверсу відносно осі шатунної шийки, що переміщає шатун з поршнем.

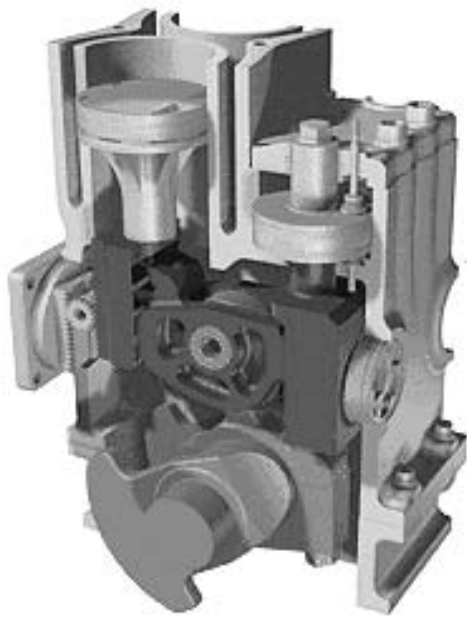


Рис. 3. Схема двигуна фірми MCE-5

Внутрішній поршень з'єднаний з верхньою головкою шатуна, а зовнішній має канавки для компресійних і маслоз'ємних кілець. Ці два поршні утворюють дві порожнини, заповнені маслом. У внутрішньому поршні є канали й клапани для масла, що постійно подається з головної магістралі двигуна.

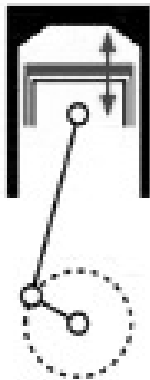


Рис. 4. Схема двигуна з ПАРСС

ускладнювалася й удосконалювалася.

До недоліків ПАРСС можна віднести відносно великий час спрацьовування, а також більшу масу.

Відомий спосіб зміни ступеня стиску шляхом переміщення опор колінчастого вала щодо головки циліндрів. Блок колінчастого вала, який включає шатуни й поршні, пов'язаний з віссю й вузлом, що пове-

При цьому поршень повністю звільнений від бічних сил, які у звичайному двигуні постійно притискають юбку й кільця до поверхні циліндра й становлять до 40% всіх механічних втрат на тертя.

На рис. 4 показаний двигун з поршнем, що автоматично регулює ступінь стиску (ПАРСС). Зміна положення поршня щодо шатуна здійснюється через гідравлічну систему.

Конструкція ПАРСС, яка була запропонована в 1952 р. Британським науково-дослідним інститутом двигунів [4], складається із внутрішнього й зовнішнього поршнів.

Під час роботи зовнішній поршень переміщується щодо внутрішнього поршня автоматично, що забезпечує роботу двигуна з різними ступенями стиску. Ступінь стиску підвищується переміщенням зовнішнього поршня нагору. Це переміщення відбувається під дією сил інерції й тиску масла. Сталість максимального тиску згоряння підтримується редукційним клапаном, відрегульованим на певний тиск. Поступово конструкція ПАРСС

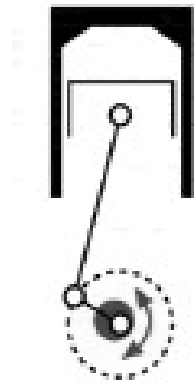


Рис. 5. Двигун з вертикальним переміщенням колінчастого вала

блений експериментальний зразок механізму зміни ступеня стиску (МЗСС) для безшатуного двигуна. Конструктивна схема МЗСС показана на рис. 1.

Ошибка! Ошибка связи.  
Рис. 6. Схема МЗСС

ртає ексцентрик колінчастого вала щодо осі на деякий кут. Переміщення колінчастого вала відносно головки циліндра змінює ступінь стиску. Даний спосіб має істотні недоліки – витрачаються більші зусилля на поворот ексцентрика у вузлі проворота, а також великий час спрацьовування механізму, що неприпустимо при детонації.

На основі аналізу існуючих механізмів, що змінюють ступінь стиску, в АДІ ДонНТУ був розроблений експериментальний зразок механізму зміни ступеня стиску (МЗСС) для безшатуного двигуна. Конструктивна схема МЗСС показана на рис. 1.

Механізм складається із рухомого корпусу 1 і поршенька 2. Поршеньок шарнірно з'єднаний через шток 3 з кулісою 4. Рухомий корпус жорстко з'єднаний за допомогою гвинтів з поршнем двигуна 5. Під час роботи двигуна рухомий корпус переміщується щодо внутрішнього під дією сили інерції й результуючої сили тиску масла, що виникає внаслідок різниці площ поперечного перерізу верхньої й нижньої порожнин.

Масло надходить у порожнини А і Б з масляної магістралі двигуна.

Основним питанням дослідження цього механізму є визначення його швидкодії. Була створена математична модель, що описує роботу механізму при зміні ступеня стиску.

Рух рухливої частини механізму визначається рівнянням

$$m_M \frac{d^2 x}{dt^2} = P_g + P_{j\Sigma} + P_M - P_{тр.к} - P_{гдр} - P_{тр.у},$$

- де  $x$  – відносне переміщення рухомого корпусу механізму;  
 $m_M$  – маса рухомого корпусу механізму;  
 $t$  – час переміщення;  
 $P_g$  – сила тиску газів;  
 $P_{j\Sigma}$  – сумарна сила інерції рухомих частин механізму;

$P_m$  – сила ваги рухливої частини механізму;  
 $P_{тр.к}$  – сила тертя поршневих кілець;  
 $P_{гидр}$  – сила, що характеризує гідравлічні втрати в механізмі;  
 $P_{тр.у}$  – сила тертя в ущільненнях механізму.

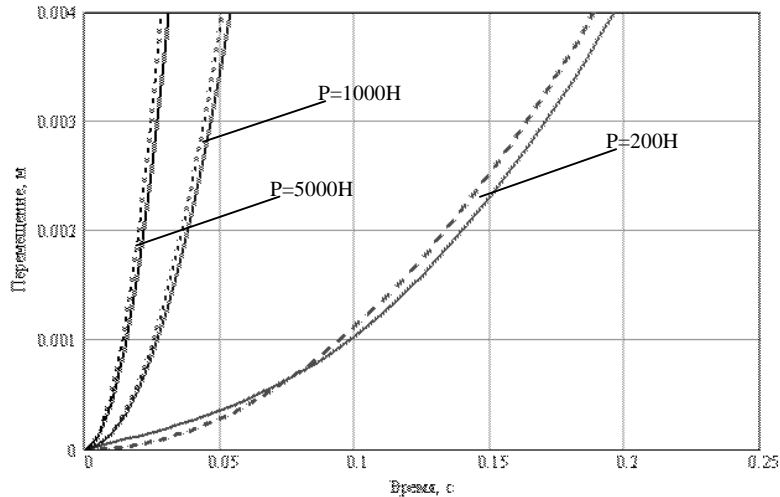


Рис. 7. Час переміщення рухомого корпусу механізму:  
 --- – експериментальні дослідження;  
 — – теоретичні дослідження.

Адекватність моделі перевірялася на безмоторній установці.

На рис. 7 показані графіки переміщення механізму, при зусиллі на поршень:  $P=200, 1000, 5000$  Н і температурі масла  $50^{\circ}\text{C}$ .

На безмоторній установці час спрацювання механізму записува-

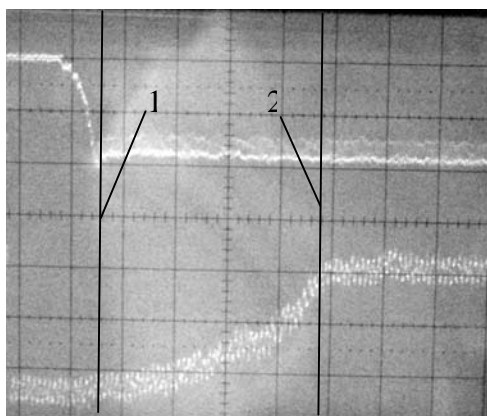


Рис. 8. Час переміщення корпусу механізму на безмоторній установці.

вить 4 мм за час - 0,18 с.

За отриманими даними можна зробити висновок відносно швидкодії механізму. При частоті обертання колінчастого вала  $n=3500$  хв<sup>-1</sup> переміщення корпусу механізму на 1 мм, тобто зменшення ступеня

вся за допомогою аналогово-цифрового осцилографа PİNTEK DS303P. На рис. 8 показаний характер руху корпусу механізму в умовах безмоторної установки. Верхня лінія на знімку показує роботу гідрозамка, а нижня – переміщення корпусу механізму. Вертикальні лінії 1, 2 показують крайні положення корпусу механізму, відповідно – верхнє та нижнє. По оцилограмі переміщення корпусу механізму стано-

пеня стиску з 17 до 15,8 одиниць, відбувається за 1,4 робочого циклу двигуна.

Пропонований механізм зміни ступеня стиску має у порівнянні з відомими механізмами значну перевагу у швидкодії. Крім того має просту та надійну конструкцію. Для визначення раціональних параметрів механізму необхідні подальші дослідження.

#### Бібліографічні посилання

1. Мищенко Н.И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания: В 2 т. – Т.1. Теория, разработка и испытание нетрадиционных двигателей внутреннего сгорания.— Донецк: Лебедь, 1998. — 228 с.
2. Saab: новые идеи в двигателестроении. – Авторевю. – 2000, – № 21.
3. Variable Kompression // Auto, Mot. und Sport. - 2000. - № 6.
4. Кутенев Ф. Т., Зленко М. А., Тер-Мкртчян Г. Г. Управление движением поршней — неиспользованный резерв улучшения мощностных и экономических показателей дизеля // Автомобильная промышленность. — 1998. — № 11. — С. 25 – 29.

30.04.08