

УДК 621.43

Бесшатунный двигатель с переменной степенью сжатия

Мищенко Н.И., Супрун В.Л., Автомобильно-дорожный институт
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

Введение. Постоянно увеличивающееся количество автомобилей обуславливает стремление дальнейшего повышения топливной экономичности автомобильных двигателей и снижения токсичности отработавших газов.

В настоящее время существует много различных способов уменьшения расхода топлива двигателями. Одним из эффективных способов является регулирование степени сжатия (ϵ) на частичных режимах.

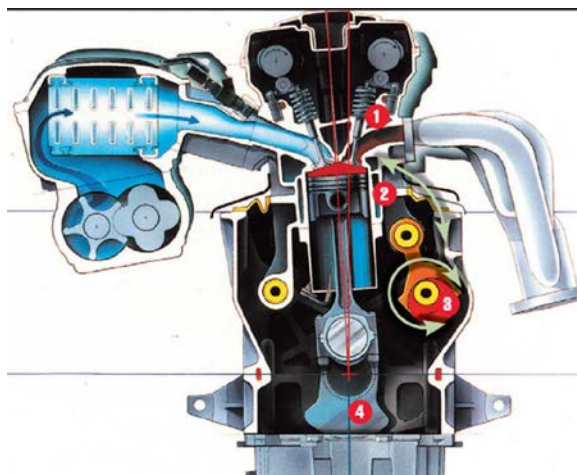


Рис. 1 – Двигатель SAAB с SVC

SVC (Saab Variable Compression) разработала бензиновый двигатель автомобильного типа [1]. Система SVC поддерживает на частичных нагрузках двигателя степень сжатия в пределах от 8 до 14, обеспечивая процесс сгорания на грани детонации и получая при этом максимально возможный КПД.

Моноблок двигателя: головка и блок цилиндров отлиты заодно (рис. 1). Моноблок установлен на шарнирах и может поворачиваться на небольшой угол относительно неподвижной нижней части двигателя,

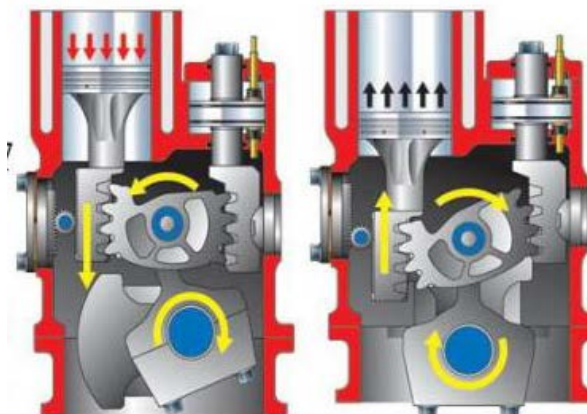


Рис. 2 – Двигатель MCE-5

Известно достаточно много конструкций двигателей с регулированием степени сжатия. Но ввиду того, что механизмы для изменения степени сжатия имеют сложную конструкцию, в настоящее время на серийных автомобилях двигатели с $\epsilon=var$ практически не устанавливаются.

Анализ конструкций двигателей с $\epsilon=var$. Работы по разработке и исследованию двигателей с переменной степенью сжатия ведутся в США, Германии, Австралии, Японии, Швеции, России и др. странах.

Шведская фирма SAAB с начала 80-х годов прошлого века по проекту разработала бензиновый двигатель автомобильного типа [1]. Система SVC поддерживает на частичных нагрузках двигателя степень сжатия в пределах от 8 до 14, обеспечивая процесс сгорания на грани детонации и получая при этом максимально возможный КПД. Моноблок двигателя: головка и блок цилиндров отлиты заодно (рис. 1). Моноблок установлен на шарнирах и может поворачиваться на небольшой угол относительно неподвижной нижней части двигателя, изменяя объем над поршнями.

Экспериментальный пятицилиндровый двигатель SAAB рабочим объемом 1,6 л был установлен на автомобиль. Этот двигатель на 20% экономичнее классического с сопоставимой мощностью, но на привод этого механизма затрачивается энергия до 2 кВт.

Французской фирмой [2] разработан двигатель MCE-5 с новым преобразующим механизмом (рис. 2). Шатун соединяется с двуплечим коромыслом. Одно из плеч «опирается» на крон-

штейн, который можно перемещать вниз с помощью поршенька гидроцилиндра. Перемещение поршенька гидроцилиндра позволяет изменять ход поршня и степень сжатия. При этом поршень движется строго вдоль оси цилиндра, зажатый с одной стороны опорной зубчатой рейкой, а с другой стороны – зубчатым сектором вала.

В результате этого поршень полностью освобожден от боковых сил, которые в обычном двигателе постоянно прижимают юбку поршня и кольца к поверхности цилиндра и составляют до 40...60% всех механических потерь на трение. Топливная экономичность составляет 15%.

К недостаткам таких двигателей можно отнести относительно большое время срабатывания, а также большое количество энергии, затрачиваемое на привод механизма для изменения степени сжатия.

На основе анализа существующих механизмов, изменяющих степень сжатия, в лаборатории двигателей АДИ ДонНТУ был разработан экспериментальный образец механизма изменения степени сжатия (МИСС) для бесшатунного двигателя [3] разработанного в 90-х годах прошлого столетия в АДИ ДонНТУ для малогабаритной техники.

Бесшатунный двигатель (рис. 3) представляет собой двухвальный поршне-

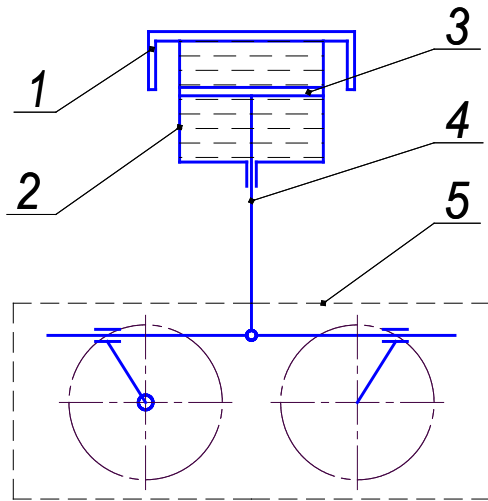


Рис. 3. Схема бесшатунного двигателя с изменяемой степенью сжатия (АДИ ДонНТУ)

невой ДВС с кривошипно-кулисным механизмом, в котором усилие от поршня 1 передается через механизм изменения степени сжатия (корпус 2 и поршеньки 3) и шток 4 на коленчатые валы силового механизма 5.

Конструктивная схема МИСС показана на рис. 4. Механизм состоит из подвижного корпуса 1 и поршенька 2. Поршеньки шарнирно соединены через шток 3 с кулисой 4. Подвижный корпус жестко соединен с помощью винтов с поршнем 5 двигателя. Во время работы двигателя подвижный корпус перемещается относительно поршенька под действием силы давления газов, силы инерции массы поршня и результирующей силы давления масла. Масло поступает в полости А и Б с масляной магистрали двигателя. Механизм изменения степени сжатия имеет электронную систему управления (на рис. 4 не показана), связанную с датчиком детонации.

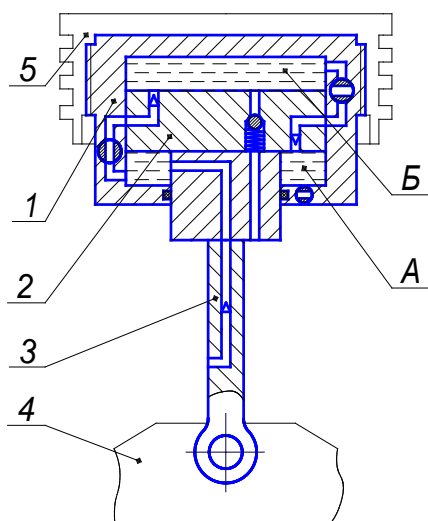


Рис. 4. Схема МИСС

Работа МИСС проверялась на безмоторной установке, созданной в лаборатории двигателей АДИ ДонНТУ. Установка позволяет имитировать давление сгорания, действующее на механизм в процессе работы двигателя.

По полученным данным [4] можно сделать вывод относительно быстродействия

механизма. Например, при частоте вращения коленчатого вала $n=3500 \text{ мин}^{-1}$ перемещение корпуса механизма на 1 мм, то есть уменьшение степени сжатия с 17 до 15,8 единиц, происходит за 1,4 рабочего цикла двигателя.

Механизм изменения степени сжатия имеет по сравнению с известными механизмами значительное преимущество в быстродействии, а также простую и надежную конструкцию.

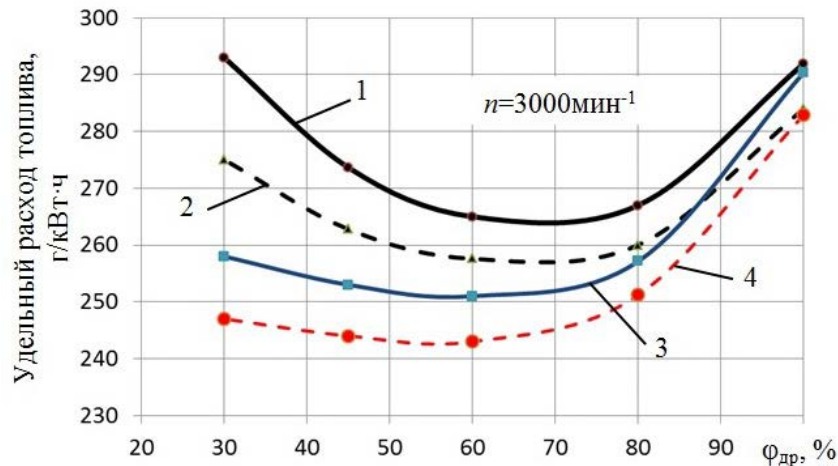


Рис. 5 – Нагрузочные характеристики по эффективному удельному расходу топлива g_e при степенях сжатия ϵ (кривые 1, 2) и $\epsilon_{опт}$ (кривые 3, 4):
— — классический двигатель; - - - — бесшатунный двигатель

Испытания механизма изменения степени сжатия проводились на бесшатунном двигателе в лаборатории двигателей АДИ ДонНТУ.

Для примера на рис. 5 показаны нагрузочные характеристики бесшатунного и классического двигателей при номинальной ϵ и оптимальной $\epsilon_{опт}$ степенях сжатия.

Очевидно, величина $\epsilon_{опт}$ возрастает с уменьшением нагрузки.

Как показали испытания, бесшатунный двигатель по всем эффективным показателям значительно превосходит классический ДВС. Это обеспечивается существенным превышением механического КПД бесшатунного двигателя как вследствие меньших потерь на трение, так и в результате более высокого среднего индикаторного давления цикла.

Выводы

Бесшатунный двигатель с номинальной ϵ имеет по сравнению с классическим ДВС следующие преимущества:

- повышение удельной индикаторной мощности на 3...3,7% и удельной эффективной мощности на 7...12%;
- уменьшение удельного эффективного расхода топлива от 3,2 до 16,7%;
- уменьшение коэффициента остаточных газов от 1,3 до 45%;
- увеличение коэффициента наполнения на 1,4...7%;
- повышение механического КПД на 5,8...34,6%.

При регулировании степени сжатия на частичных режимах топливная экономичность бесшатунного двигателя повышается до 20%.

При реализации модульного отключения цилиндров бесшатунного двигателя топливная экономичность повышается на 30...45%.

Кроме этого бесшатунный двигатель отличается от классического:

- идеальной уравновешенностью при любом числе и расположении цилиндров;

- меньшим износом и большей долговечностью цилиндрико-поршневой группы;
- низким уровнем шума и вибрации;
- исключительно тихим ходом.

Особенности конструкции и рабочего процесса бесшатунного двигателя позволяют утверждать, что этот двигатель является реальным конкурентом классическому автомобильному ДВС.

Список литературы

1. Saab: новые идеи в двигателестроении. – Авторевю. – 2000, – № 21.
2. MCE-5 VCRI: repousser les limites de la reduction de la consommation de carburant [Электронный ресурс] / Офіційний сайт MCE-5. – Режим доступа: http://www.mce-5.com/la_technologie_mce-5_vcri.html, свободный. – Название с экрана.
3. 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.
4. Міщенко М.І., Супрун В.Л., Шинкаренко В.В. Теоретичні дослідження механізму зміни ступеня стиску в бензиновому двигуні. Двигателя внутреннего сгорания. – Х.: ХПИ, 2008. – № 2. – С. 60 – 64.