

## ИМПУЛЬСНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Л.А. Шеромов, д.т.н., профессор кафедры судовых ДВС  
Новосибирская государственная академия водного транспорта*

Представлено описание ДВС без кривошипно-шатунного механизма, с высоким КПД, который достигается значительным уменьшением времени цикла с одновременным значительным увеличением максимальных параметров. Прототипом такого двигателя является артиллерийское орудие. Предполагается, что благодаря уменьшению времени действия высокой температуры на детали, окружающие камеру сгорания, тепловая напряженность останется допустимой. Энергия рабочего процесса в этом двигателе поглощается линейным электрическим генератором.

В наиболее общем случае термический КПД рабочего процесса любого теплового двигателя, в частности ДВС, определяется отношением минимальной и максимальной температур рабочего цикла, т. е.

$$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}.$$

Эта формула действительна для цикла Карно. Для всех тепловых двигателей, имеющих другой цикл, берется отношение так называемых средних интегральных температур при подводе и отводе теплоты. Следовательно, для увеличения термического КПД двигателей внутреннего сгорания необходимо уменьшить отношение минимальной и максимальной температур. В реальных ДВС увеличение максимальной температуры цикла ограничено недопустимо большой тепловой напряженностью его деталей. Это вызывает нарушение условий смазки в парах трения, особенно между цилиндром двигателя и поршнем. Здесь весь резерв практически исчерпан. Тем более что увеличение максимальной температуры цикла приводит к повышению максимального давления цикла, следовательно, к недопустимо большим механическим нагрузкам на детали двигателя.

Теоретически очевидно, что для повышения КПД поршневого ДВС необходимо сделать ход поршня на такте расширения больше, чем на такте сжатия, но кривошипно-шатунный механизм не позволяет этого сделать.

Тем не менее, максимальная температура цикла поршневых ДВС довольно высока. У дизелей она достигает 2200 К, у бензиновых —

2600 К. Как видно, эта температура значительно больше той, которую могут выдержать материалы камеры сгорания двигателя и тем более смазочное масло при постоянном воздействии. Такие высокие температуры оказываются возможными, так как реально действуют в течение очень короткого времени, то есть импульсно. После осуществления рабочего цикла детали охлаждаются. Например, газотурбинный двигатель принципиально не может иметь такой же большой КПД, как у поршневых двигателей, так как максимальная температура их цикла постоянно действует на детали (лопатки газовой турбины) и не может быть больше температуры разрушения материала, из которого они изготовлены.

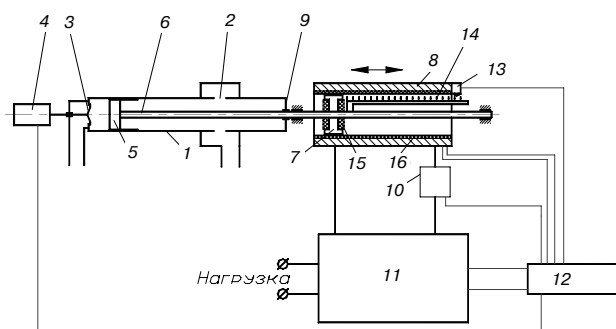
Предлагаемый способ работы поршневого ДВС заключается в том, что параметры рабочего цикла (максимальные давление и температура) в целях увеличения КПД значительно повышаются, но для сохранения уровня тепловой напряженности время цикла значительно уменьшается. Примером такого осуществления рабочего цикла является огнестрельное оружие (пушка и т. п.). Достижимые там давления превышают 1000 атм, а температуры достигают многих тысяч градусов.

Предлагаемый импульсный ДВС в принципе может работать по дизельному циклу или циклу бензинового двигателя. Практическое осуществление такого способа работы ДВС требует отказа от традиционных схем их конструкций.

Во-первых, сила, действующая на поршень такого двигателя, очень велика, и преобразовать ее в крутящий момент чисто механически едва ли возможно. Поэтому предлагается использовать электрическую компенсацию этой силы в линейном электрическом генераторе (см. рисунок). Используя свойство обратимости электрических машин, можно осуществлять и такт сжатия предлагаемого ДВС.

Во-вторых, давления в таком ДВС значительно больше, чем в обычном, поэтому при его изготовлении должны применяться более прочные материалы и соответствующая технология, аналогичная технологии изготовления орудийных стволов.

В-третьих, есть проблема управления рабочим процессом. Например, необходимо запускать линейный генератор в режиме двигателя для совершения такта сжатия в определенный момент



### Импульсный ДВС:

1 — цилиндр двигателя; 2 — продувочные окна; 3 — выпускной клапан; 4 — электромагнитный привод выпускного клапана; 5 — поршень; 6 — шток поршня; 7 — якорь линейного электрического генератора; 8 — статор линейного электрического генератора; 9 — воздушная предохранительная подушка; 10 — управляемый электрический вентиль; 11 — буфер электрической энергии; 12 — управляющий компьютер; 13 — датчик положения поршня; 14 — обмотка якоря; 15 — силовая обмотка генератора; 16 — подшипники штока

времени, регулировать скорость отбора электрической энергии так, чтобы поршень передвигался всегда на одно и то же расстояние при изменении режима работы ДВС. Для этой цели можно применить управляющий компьютер (микропроцессор), оборудованный соответствующими датчиками и исполнительными механизмами. Задел по этой проблеме уже имеется в области двигателестроения, так что необходимы лишь конкретные конструкторские проработки.

Автором проведены сравнительные расчеты термодинамических циклов предлагаемого двигателя и обычного дизеля. При этом оказалось, что термический КПД возрастает примерно на 26 %. Следовательно, в реальном цикле можно увеличить КПД на 15–18 %. Расчеты проведены для максимального давления цикла 40 МПа и максимальной температуры цикла 5000 К.

Работает двигатель следующим образом (на примере дизельного двухтактного цикла). На рисунке его поршень показан в начале процесса расширения, т. е. топливо впрыснуто форсунками (на рисунке не показаны), и идет процесс его сгорания. При этом поршень 5 под действием давления в цилиндре 1 движется вправо (на рисунке) и через шток 6 предает усилие на электромагнит генератора 7. Генерируемая при этом электрическая энергия поступает через открытый микропроцессором 12 вентиль 10 в буфер 11 (например, аккумулятор). В основном буфер служит для поддержания постоянного напряжения на нагрузке (например, электродвигателе). В конце такта расширения выпускной клапан открывается электроприводом и цилиндр продувается воздухом из ресивера от продувочного насоса (на рисунке не показан). По окончании продувки микропроцессор переводит генератор в двигательный режим, переключая вен-

тили 10, и, таким образом, осуществляется процесс сжатия (поршень идет влево на рисунке). Далее цикл повторяется. Но при условии поддержания определенной температуры внутренней стенки цилиндра, где установлен специальный датчик.

При такой схеме работы увеличится и механический КПД, так как существенно уменьшатся потери на трение. В отличие от обычных ДВС, шток поршня перемещается в подшипниках скольжения, разнесенных на значительное расстояние. Это исключит силу, прижимающую поршень к стенке цилиндра. Кроме этого, двигатель не имеет коленчатого вала, в подшипниках которого трение также существенно. Конечно, существует КПД всех электрических элементов, но он, как известно, близок к единице, и незначительно уменьшит эффект от повышения КПД двигателя внутреннего сгорания.

При работе двигателя существует возможность обрыва электрической цепи генератора. Тогда для предотвращения разрушения конструкции с обратной стороны штока поршня можно установить специальную демпфирующую воздушную подушку в виде цилиндра, которая начинает действовать при проходе поршнем крайнего положения. На рисунке — это ближайшая к генератору кромка продувочных окон 9.

При рабочем ходе поршня линейный генератор создает импульс тока, который поглощается буфером 11. Принципиальных проблем с созданием этого генератора нет. За прототип его конструкции принимается обычный генератор постоянного тока.

К недостаткам предлагаемого двигателя следует отнести возможное ухудшение экологических показателей, однако имеется возможность значительного увеличения продолжительности такта расширения по отношению к такту сжатия, что очевидно приведет к частичному решению проблемы.

По мнению автора изобретения предлагаемая идея является революционной в двигателестроении. Основная ее цель — полный отказ от преобразования тепловой энергии в механическую и максимальное использование электроники и компьютерной техники. Вообще применение электроники в современных ДВС нарастает лавинообразно, поэтому переход прямого преобразования тепловой энергии в электрическую энергию давно назрел. При этом автором выполнены все необходимые расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции.

### Литература

1. Способ работы поршневого ДВС. Патент РФ № 2209324.