

КУЛАЧКОВО-ПОРШНЕВОЙ МЕХАНИЗМ В ДВС

Барисевич Сергей Николаевич, Санкевич Александр Александрович
Научный руководитель - А.В. Предко
(Белорусский национальный технический университет)

В данной статье рассматривается одно из конструктивных решений, позволяющее снизить удельный эффективный расход топлива и значительно повысить мощность.

Поршневой двигатель с кривошипно-шатунным механизмом с точки зрения преобразования химической энергии топлива в механическую – изделие далеко несовершенное. Конструкторы постоянно работают над устранением или хотя бы в какой-то мере ослаблением действия различных недостатков. Но есть один, на который, в принципе, воздействовать невозможно. Он заложен в самом кривошипно-шатунном механизме. Точнее сказать, в преобразовании возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. В этом легко убедиться, если проанализировать влияние крутящего момента на эффективность работы двигателя. Очевидно, что крутящий момент равен произведению давления газов на поршень P_{Γ} на площадь поршня F_{Π} и эксцентриситет $\Delta_{\text{Ш}}$ шатунной шейки коленчатого вала, т. е. $M_{\text{кр}} = P_{\Gamma} \cdot F_{\Pi} \cdot \Delta_{\text{Ш}}$.

Для создания крутящего момента необходимо, чтобы кривошипная головка шатуна в шарнире играла роль ведущей. Иными словами, кривошипная головка при движении должна иметь возможность увеличивать угловую скорость шатунной шейки в шарнире. Поршень же, хотя и находится под очень высоким давлением рабочего газа, расходует энергию непроизводительно. Только когда давление P_{Γ} снизится с максимальных значений почти до минимума, он начинает вращать кривошип. В итоге свыше 70 % энергии расходуется впустую. Отсюда следует вывод: чтобы исключить эти потери, необходимо устранить

жесткую связь кривошипа с поршнем и обеспечить его взаимодействие с максимальным плечом выходного вала при максимальном значении P_{Γ} . Такое решение возможно.

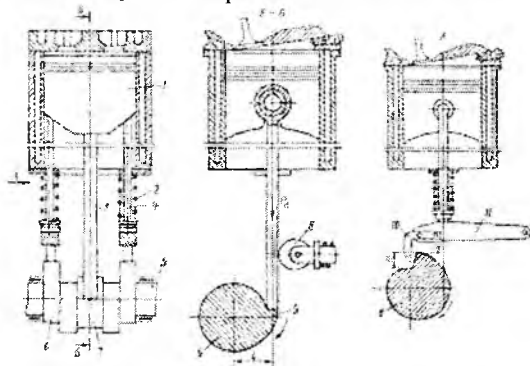


Рис. 1. Схема ДВС с измененным приводом поршня:

1 – поршень; 2 – пружина; 3 – шток поршня; 4 – толкатель; 5 – кулачковый вал; 6 – функциональный кулачок (кулачок привода толкателя); 7 – силовой кулачок; 8 – поджимной вал; 9 – выступ силового кулачка; 10 – ползун; 11 – баяка; 12 – уступ функционального кулачка

В процессе образования крутящего момента поршень создает кратковременный рабочий толчок на плечо кривошипа. Таким образом, на всех поршневых двигателях с кривошипно-шатунным механизмом крутящий момент создается с помощью кратковременных толчков, возникающих в процессе выполнения каждого рабочего хода. Длительность каждого толчка не превышает 0,3 рабочего хода. Но на современных быстроходных многоцилиндровых двигателях эта прерывистость $M_{кр}$ не ощущается, т. к. "срабатывает" действие сил инерции, возникающих во вращающихся частях двигателя после каждого рабочего толчка. С ростом частоты вращения коленчатого вала, силы инерции заполняют промежутки между рабочими толчками, и крутящий момент на выходе получается практически стабильным.

Применение толковой подачи для создания постоянно действующего крутящего момента позволяет предельно сокращать время рабочего толчка, а, следовательно, ход поршня и литровую емкость двигателя при сохранении неизменной мощности. За счет уменьшения длительности рабочего толчка при сохранении его мощности можно обеспечить возможность дополнительного снижения удельного эффективного расхода топлива.

В связи с тем, что постоянный крутящий момент на выходном валу двигателя создается за счет коротких толчков, можно сделать и еще один вывод: для повышения эффективности двигателя нужно, чтобы эти толчки имели возможно большую мощность, а длительность каждого из них была возможно меньшей.

В предлагаемом поршневом ДВС используется (см. рис. 1) конструктивный вариант преобразования возвратно-поступательного перемещения поршня 1 во вращательное движение кулачкового (он же выходной) вала 5: вал получает вращательное движение за счет кратковременных толчков, создаваемых поршнем 1 и передаваемых с помощью штока 3 на выступ 9 силового кулачка 7, выполненного на выходном валу. Для этого ось вала расположена на расстоянии L (эксцентриситет \mathcal{E}_{III}) от плоскости, проходящей через ось цилиндров. В промежутке между соседними толчками (его продолжительность – тысячные доли секунды) крутящий момент на кулачковом валу сохраняется за счет инерции от каждого предыдущего толчка.

Условия работы для поршня у нового ДВС в связи с уменьшением скорости его перемещения и отсутствием боковых усилий, создаваемых шатуном, существенно улучшаются. Кроме того, у него выше коэффициент наполнения, поскольку меньше объем полости всасывания.

Таким образом, кулачковый вал – одно из альтернативных конструктивных решений по улучшению эффективности работы поршневых двигателей внутреннего сгорания.