

УДК 621.43

М.Н.Немчикова (6 курс, каф. ДВС), Ю.В.Галышев, к.т.н., проф.

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДВС РЕГУЛИРОВАНИЕМ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Зависимость крутящего момента при работе по внешней скоростной характеристике имеет важное значение для транспортного двигателя. Увеличение крутящего момента на низких частотах вращения коленчатого вала без потери номинальной мощности двигателя может быть получено улучшением наполнения цилиндров свежим зарядом на этих режимах путем регулирования фаз газораспределения в зависимости от частоты вращения коленчатого вала.

Наиболее простой способ – поворот распределительного вала относительно его начального положения. Такое регулирование позволяет сместить максимальное значение крутящего момента в зону средних и низких частот, при этом в зоне более высоких оборотов он остается на прежнем уровне. На средних частотах электромагнит по команде контроллера открывает клапан, через который начинает поступать масло из главной масляной магистрали под поршень, установленный на распределительном валу, который имеет косые наружные и внутренние шлицы. Ответные шлицы расположены на ступице звездочки цепи и на конце распределительного вала. При перемещении поршня под действием гидравлических сил вал поворачивается на угол, обеспечивающий более раннее закрытие впускного клапана, что позволяет получить высокий коэффициент наполнения и крутящий момент двигателя. Это устройство переключается только в два фиксированных положения. Такая система впервые начала применяться на двигателях Alfa – Romeo в 1983 году. Подобные механизмы с гидроуправлением устанавливаются на двигателях BMW (VANOS – variable adjustment of the camshaft) и Toyota (VVT-i – variable intake-valve timing intelligent).

Одной из наиболее совершенных конструкций газораспределительного механизма признана система Double VANOS, применяемая на шестицилиндровых рядных двигателях BMW третьей серии. Оба распределительных вала, управляющие впускными и выпускными клапанами, могут поворачиваться относительно начального положения, изменяя моменты начала впуска и выпуска, а также продолжительность перекрытия клапанов.

Другим довольно распространенным способом является введение в действие кулачков с различными профилями на одном распределительном валу. Такое регулирование фаз используется на двигателях Honda. На данный момент существуют четыре различных системы: DOHC VTEC, SOHC VTEC, VTEC-E, 3-stage VTEC. Но принцип действия у них одинаковый: использование для каждого клапана различных по профилю кулачков для разных режимов работы. Этого достигают путем замыкания рокеров или коромысел небольшим стержнем, сдвигаемым давлением масла. Впервые Honda установила систему DOHC VTEC в 1989 году на второе поколение автомобилей Honda Integra с двигателем V16A, мощностью 160 л.с. и рабочим объемом 1596 см³.

Оптимальное, но наиболее трудное решение – это непрерывное изменение фаз газораспределения как функции частоты вращения коленчатого вала двигателя. В современных конструкциях применяются две принципиально разные схемы.

Первую из них предложил концерн Fiat – распределительный вал перемещается в

осевом направлении, на нем располагаются кулачки с криволинейным трехмерным профилем.

Другую схему использует BMW – это система Valvetronic. В двигатель с двумя распределительными валами между валом и каждой парой впускных клапанов поместили дополнительный рычаг. В зависимости от положения его оси вращения изменяется закон движения клапанов. Положение оси задается при вращении эксцентрикового вала. Электродвигатель поворачивает через червячную передачу управляющий вал на необходимый угол. Таким образом, меняется величина открытия впускного клапана от 0,25 до 9,4 мм и продолжительность фазы впуска в зависимости от нажатия на педаль газа. В связи с этим дроссельная заслонка становится ненужной.

Проведенные испытания по Европейскому ездовому циклу на автомобиле BMW 316ti contrast с двигателем 85 кВт, который развивает максимальную скорость 210 км/час, показали, что средний расход топлива составил 6,9 л/100 км, что на 10 % меньше, чем на двигателе 77 кВт, оснащенном системой Double VANOS.

Наиболее качественное регулирование фаз газораспределения возможно только при индивидуальном контроле каждого клапана, что достигается использованием электромагнитного и гидравлического привода. Это дает возможность регулирования времени и степени открытия клапана в сочетании с управлением подачей топлива в любой момент для оптимальной работы двигателя. Преимуществами данного метода являются также возможность отключения части цилиндров полностью или перевод их на малую нагрузку, на ходу изменять рабочий процесс с четырехтактного на двухтактный и наоборот. Электрический привод клапанов устраняет распределительный вал и все детали, связанные с ним, систему их смазки, привод и устройство дросселирования воздушного потока.

Практическое применение нашли электроуправляемые клапаны с использованием электромагнитов-соленоидов двойного действия. Устанавливаются две встречно действующие пружины. При выключенных электромагнитах они удерживают якорь (стержень) и, соответственно, клапан в открытом положении (примерно на середине его хода). При переключении соленоидов якорь оказывается притянутым к одному из упоров, где удерживается до следующего переключения. Почти вся энергия, необходимая для перемещения клапана, накапливается в пружинах.

Главная трудность обеспечения надежной работы такой системы – необходимость обеспечения мягкой посадки клапана на седло. Для этого устанавливают специальный датчик, который выдает блоку управления информацию о текущем положении клапана. Это требуется для снижения скорости клапана до минимальной в момент касания седла.

Опытный образец четырехцилиндрового двигателя BMW с электромагнитными клапанами и непосредственным впрыском бензина уже испытывается. На двигателях Renault также испытываются системы с электромагнитным приводом клапанов, но в отличие от двигателей BMW электромагнит располагается сверху, а не посередине. Исследование в области индивидуального управления клапанами ведет и компания «Daimler-Benz». Двигатель оснащен гидравлическим приводом клапанов. По принципу своей работы привод напоминает пружинный маятник. К клапану подводится импульс давления, а затем движением клапана управляет пружина. Для дизельного двигателя необходимы большая мощность и усилие привода, так как в момент открытия выпускного клапана в цилиндре еще большое давление. Опытный двигатель – одноцилиндровый, рабочим объемом около 2 литров. Максимальное число оборотов превышает 2000 об/мин. Достигается экономия топлива до 10 %, уменьшается токсичность выхлопа. Такой гидропривод сохраняет работоспособность до 6000 об/мин.

Регулирование фаз газораспределения позволяет улучшить протекание внешней скоростной характеристики двигателя, значительно уменьшить расход топлива. Анализ существующих на данный момент конструкций показывает, что наиболее гибкое управление

процессом газообмена обеспечивается электромагнитным приводом, но пока его широкое применение ограничивается сложностью производства.