

Сай А.С., кандидат технических наук, доцент;
Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

РЕГУЛИРОВАНИЕ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. В статье представлены сведения о механизмах управления фазами газораспределения современных двигателей внутреннего сгорания. Предложено конструктивное решение, позволяющее осуществлять регулирование фаз газораспределения, подъема клапана и отключение привода клапанов.

Ключевые слова: механизм газораспределения, двигатель внутреннего сгорания, распределительный вал, фазы газораспределения, клапан, кулачок, система управления клапанами.

Annotation. This article provides information about the phases of the timing control mechanisms of modern internal combustion engines. It proposed a constructive solution to regulate valve timing, valve lift and valve train trip.

Keywords: valve gear, internal combustion engine, camshaft, timing, valve, cam, valve control system.

Введение. Механизм газораспределения (ГРМ) современного автотракторного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является одним из основных устройств, функциональное назначение и конструкция которого во многом предопределяют технический уровень и потребительские свойства как самого двигателя, так и всего транспортного состава в целом. Для надежной работы ДВС, использования их максимальной мощности, повышения топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов необходимо иметь возможность регулирования фаз газораспределения.

Основная часть. Если ранее требования к функциональным качествам ГРМ в основном сводились к обеспечению подачи

максимальной массы топливоздушная смеси в цилиндры ДВС на определенных режимах его работы, то у современных двигателей механизмы управления процессами газообмена участвуют в оптимизации газообмена во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала, а это в свою очередь является управлением нагрузочными режимами и регулированием мощности ДВС. Все большее распространение в конструкции механизмов управления фазами газораспределения получают устройства, обеспечивающие изменение первоначального положения распределительного вала, изменение профиля кулачков, изменения хода клапана и др. [1].

Принципиально такие конструктивные системы могут быть использованы в следующих функциональных вариантах: для регулирования только фаз газораспределения; для управления исключительно высотой подъема клапанов; для одновременного регулирования и фаз газораспределения и величины подъема клапанов; отключения привода клапанов.

Наибольшее распространение (внедрение в производство) получила первая система регулирования только фаз распределения. Так, например, фирма VW на многих моделях своих двигателей использует следующую конструктивную схему (рисунок 1).

Управление системой изменения фаз газораспределения осуществляется электронной системой управления двигателем (ЭСУД). Для этого блок управления получает информацию о частоте вращения вала двигателя, его нагрузке и температуре, а также о мгновенном положении коленчатого и распределительных валов. Управление положением распределительных валов производится блоком управления посредством электрогидравлических распределителей 4. Эти распределители открывают каналы подвода масла, расположенные в корпусе механизма газораспределения. Масло из системы смазки двигателя поступает через каналы в корпусе механизма газораспределения и в распределительных валах в гидромуфты (рисунок 1). Муфты 1, 3 поворачивают распределительные валы в соответствии с командами ЭСУД. Наружная полумуфты является ведущей и приводится цепной передачей от коленчатого вала, а внутренняя соединена непосредственно с распределительным валом. Как видно, жесткой связи между полумуфтами нет и они могут поворачиваться относительно друг друга. Диапазон поворота впускного вала

составляет 52° по коленчатому валу двигателя. Если требуется поворот распределительного вала в сторону более позднего открытия клапанов, процесс регулирования производится с подачей масла в обратном направлении.

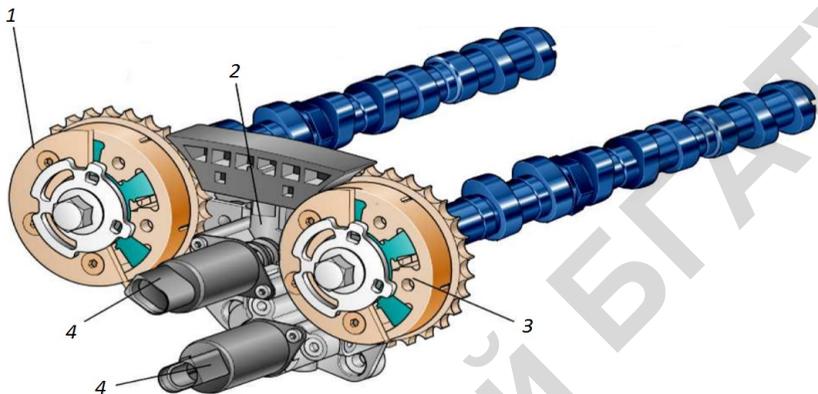
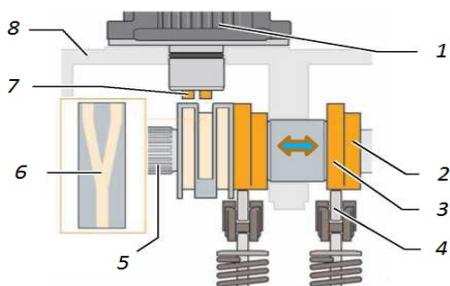


Рисунок 1 – Система изменения фаз газораспределения двигателя:
1 – гидроуправляемая муфта поворота впускного вала; 2 – корпус механизма газораспределения; 3 – гидроуправляемая муфта поворота выпускного вала;
4 – электрогидравлические распределители управления гидромуфтами.

Приведенная система изменения фаз газораспределения двигателя решает только одну задачу она не может ни изменить высоту подъема клапана, ни отключить привод клапана.

Повышенные требования по топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов двигателя привели к созданию систем отключения привода клапанов. При этом выключаются из работы цилиндры 2 и 3. Это означает, что впускные и выпускные клапаны обоих цилиндров остаются закрытыми, впрыск топлива и зажигание также прекращаются. Двигатель работает только на 2 цилиндрах. Отключение цилиндров уменьшает расход топлива двигателя 1,4 л TSI на 0,4 литра на 100 километров [2]. Это соответствует уменьшению выбросов CO_2 на десять граммов на километр. Пример такой системы приведен на рисунке 2.



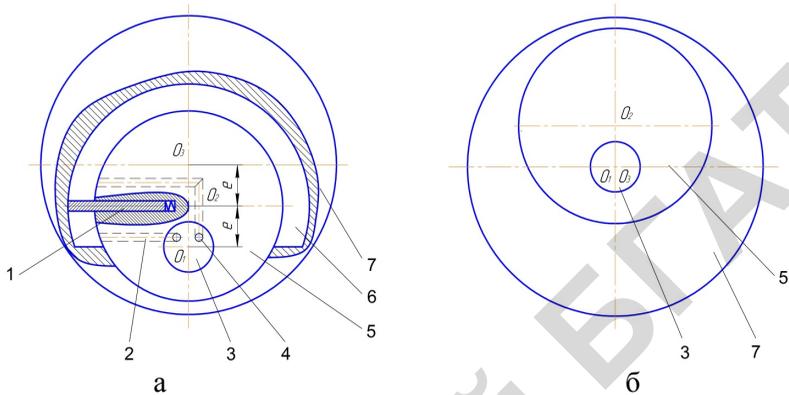
1 – исполнительный механизм блока кулачков; 2 – нулевой кулачок;
 3 – рабочий кулачок; 4 – роликовый рычаг клапана (рокер); 5 – шлицы
 распределителя; 6 – Y-образная направляющая канавка; 7 – металлический стержень
 (не задействован, т.е. не выдвинут); 8 – корпус распределителей
 Рисунок 2 – Система отключения цилиндров двигателя путем изменения профиля
 кулачков ГРМ;

Смещение блоков кулачков (рабочий или нулевой) осуществляется металлическими стержнями в исполнительных механизмах, управляемых ЭСУД. Один из двух стержней, в зависимости от того, в каком направлении выполняется смещение блока кулачков, выдвигается и входит в соответствующую направляющую канавку. Направляющая канавка имеет спиралеобразную форму, благодаря чему при выдвинутом металлическом стержне поворачивающийся вместе с распределительным валом блок кулачков сдвигается в продольном направлении по шлицам распределительного вала. Форма двух направляющих канавок одного блока кулачков напоминает букву Y [3]. Для точного позиционирования сдвижного блока кулачков его ход в продольном направлении ограничен упором, а шариковый фиксатор фиксирует блок кулачков, не допуская его самопроизвольного выхода из текущего положения.

Система решает только одну задачу, отключает привод клапанов, перемещая блок кулачков на нулевой профиль. Хотя с соответствующей доработкой, оснащение ее несколькими промежуточными профилями кулачков, можно было бы регулировать высоту подъема клапана.

Авторами предлагается система управления клапанами ГРМ (рисунок 3), позволяющая решать все три задачи одновременно (регулирование фаз газораспределения, подъема клапана и

отключение привода клапанов). В этом случае профиль кулачка формируется в виде двух эксцентриков с одинаковым эксцентриситетом (e).



а) рабочий профиль, б) нулевой профиль, 1 – пластина, 2 – канал подвода масла, 3 – вал, 4 – канал отвода масла, 5 – внутренний эксцентрик, 6 – рабочая полость, 7 – внешний эксцентрик.

Рисунок 3 – Система управления клапанами ГРМ двигателя путем изменения профиля кулачков ГРМ:

Исполнительный механизм состоит из вала 3, который приводится от коленчатого вала ДВС, внутреннего эксцентрика 5 с пазом, в который вставлена подпружиненная пластина 1. Пластина разделяет полость 6 на две части: нагнетательную и сливную, которые могут меняться местами в зависимости от направления взаимного вращения эксцентриков 5, 7. К полостям подведены каналы 2, 4, через которые подводится масло от системы смазки ДВС. Управление подачей масла осуществляется ЭСУД в зависимости от частоты вращения вала двигателя, его нагрузки и температуры, а также информации о мгновенном положении коленчатого и распределительных валов.

В рабочем положении а) эксцентрики 5, 7 занимают положение, соответствующее максимальному эксцентриситету ($2e$), ход клапана максимальный. При необходимости, изменения хода клапана и регулирования фаз газораспределения, через канал 2 в полость подается под давлением масло, наружный эксцентрик поворачивается

против часовой стрелки, при этом вторая полость с помощью канала 4 соединяется со сливом. Движение внешнего эксцентрика может продолжаться до нулевого положения б), при котором геометрические центры O_2 и O_1 совместятся и $e = 0$. В этом положении кулачек распределительного вала не будет воздействовать на клапан и он останется в закрытом положении.

Заключение. Разработана новая оригинальная конструкция механизма управления клапанами ГРМ. Предложенный механизм управления клапанами ГРМ двигателя позволяет плавно изменять профиль кулачка распределительного вала и тем самым управлять фазами газораспределения, высотой подъема каждого клапана, отключением цилиндров двигателя на различных режимах.

Список использованной литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания: Динамика и конструирование: учеб. для вузов: в 3 кн. / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высшая школа, 2007. – Кн. 2. – 400 с.
2. Система отключения цилиндров (АСТ) на двигателе 1,4 л 103 кВт TSI. Устройство и принцип действия. – М. : ООО «Фольксваген Груп Рус», 2014. – 35 с.
3. Система автоматического изменения фаз газораспределения с гидроуправляемыми муфтами. – М. : ООО «Фольксваген Груп Рус», 2005. – 30 с.