

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

*А.Б. Березовский, к.т.н., А.В. Максимов, Н.А. Гатауллин, к.т.н., Л.А. Зимина;
КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева,
М.Ф.Садыков, к.ф.-м.н.; КГЭУ,
И.Ф. Гумеров, к.т.н., Д.Х. Валеев, к.т.н., Р.Х. Хафизов;
ПАО «КамАЗ»*

Совершенствование газораспределительного механизма автомобильных двигателей позволяет увеличить их удельную мощность, снизить расход топлива и улучшить экологические характеристики. Разработан электрогидравлический привод газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания. Рассмотрены конструкция блока привода клапанов и экспериментальное оборудование для его испытаний. Приведены сведения об электронной системе управления электромагнитными клапанами привода и определены ее характеристики. Сформирован закон оптимального управления электромагнитными клапанами и приведены результаты испытаний электрогидравлического привода клапанов.

Потребительские характеристики современных тяжелых коммерческих автомобилей во многом определяются энергетическими, экономическими и экологическими показателями двигателя. Улучшение этих показателей связано, в том числе, с совершенствованием процессов газообмена, продувки и наполнения цилиндров двигателя. Традиционно управление процессом газообмена осуществляется газораспределительным механизмом (ГРМ) с механическим приводом от коленчатого вала. Основным недостатком механического привода является однозначная связь привода клапанов с положением коленчатого вала и, следовательно, с положением поршня. Кроме этого, существуют значительные нагрузки в сопряжении кулачка распределительного вала и толкателя, что вызывает шум и необходимость качественной смазки элементов привода.

Расширение возможностей ГРМ связано с необходимостью изменения фаз газораспределения, закона подъема и движения клапана в зависимости от режима работы двигателя, что позволяет:

➤ оптимизировать рабочие параметры и различные характеристики двигателя;

➤ сократить выбросы вредных веществ с отработавшими газами за счет циклов с продолженным расширением и внутренней рециркуляции;

➤ улучшить процесс смесеобразования на отдельных режимах работы двигателя отключением одного из впускных клапанов;

➤ повысить эффективность работы двигателя при малых нагрузках отключением цилиндров двигателя;

➤ использовать двигатель для гибкого регулирования тормозного момента при торможении автомобиля на затяжных спусках.

В двигателях с искровым зажиганием можно отказаться от дроссельной заслонки, что эффективно при небольших нагрузках.

Частично эти задачи решаются появившимися в последнее время механическими приводами ГРМ от коленчатого вала со встроенным механизмом изменения фаз газораспределения: VANOS, VVTi, VVT, VTC и др. [1]. Изменять подъем клапана позволяют системы Valvetronic, Valvematic, VVT-L, VETC. Исключить связь клапанов с коленчатым валом и полностью использовать возможности ГРМ могут электромагнитный [1, 2] и электрогидравлический приводы клапанов [1, 3], разработкой которых занимаются многие автопроизводители. Больших успехов в создании электрогидравлического привода клапанов добилась фирма «Fiat», внедрившая в серийное производство систему MultiAir. Интерес представляют разнообразные экспериментальные разработки, например, электрогидравлическая система газораспределения Lotus AVT.

Для применения на двигателях коммерческих автомобилей большой интерес представляет электрогидравлический привод клапанов, который обладает минимальными ограничениями кинематики движения клапанов, достаточно просто обеспечивает плавную посадку клапанов на седло, имеет значительные перестановочные усилия и хорошо согласуется со штатными системами двигателя и автомобиля.

Электрогидравлический привод клапанов основан на действии давления жидкости на поршень силового гидроцилиндра, связанный с клапаном двигателя. При этом подачей и сливом жидкости из гидроцилиндра управляют электромагнитные клапаны. Одним из способов управления электрогидравлическим приводом ГРМ является открытие клапана поршнем силового гидроцилиндра и закрытие его клапанной пружиной при сливе жидкости из гидроцилиндра. Подача жидкости в гидроцилиндр и ее слив обеспечиваются быстродействующими электромагнитными клапанами (ЭМК). Продолжительность и последовательность включения и выключения ЭМК определяется электронной системой управления.

Макетный образец блока силового привода клапанов

Для экспериментального исследования ГРМ с электрогидравлическим приводом создан макетный образец блока силового привода клапанов — БСПК (рис. 1) [4–6] и разработана система его питания. Основанием для создания конструкторской документации и последующего изготовления БСПК послужили рекомендации, полученные при численном исследовании электрогидравлического привода ГРМ [7]. В качестве рабочего тела привода клапанов используется моторное масло. Конструкция и размеры деталей БСПК, касающиеся впускного и выпускного клапанов, одинаковые.

Основной деталью БСПК является корпус 1, который устанавливается сверху на головку цилиндра. Внутри корпуса, со стороны головки цилиндра, выполнены два отверстия. Гидроцилиндры 2 вставлены в эти отверстия и снаружи уплотнены резиновыми кольцами 3. Закрепление гидроцилиндров в корпусе осуществлено их хвостовиками, ввернутыми в регулировочные

фланцы 4. После регулирования положения гидроцилиндров в корпусе они фиксируются контргайками на хвостовиках. В средней части корпуса и гидроцилиндров выполнены отверстия 5, соединенные с питающими магистралями. В верхней части корпуса и гидроцилиндров имеются отверстия 6 и 7 для слива масла из гидроцилиндров. Сливные отверстия 6 гидротормоза служат для плавной посадки клапана двигателя на седло. В отверстиях подвода и слива масла предусмотрена установка согласующих жиклеров. Гидропоршень 8 диаметром 16 мм помещается в гидроцилиндр. В нижней части гидропоршень имеет цилиндрический наконечник-толкатель 9. На стенке гидропоршня выполнена проточка 10, которая сквозными отверстиями соединяется с внутренней полостью гидропоршня. В нижней части гидропоршня имеются отверстия 11 для ограничения подъема клапана.

Автономная электронная система управления

Для управления гидравлическим приводом клапанов двигателя при помощи ЭМК разработана автономная электронная система управления (АЭСУ), в состав которой входят: источник питания; персональный компьютер (ПК) с программным обеспечением; электронный блок управления (ЭБУ), включающий программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС) и плату согласования сигналов датчиков; два блока усилителей; исполнительные механизмы (ЭМК); датчики; световые индикаторы. Применен импульсный источник питания. ПЛИС имеет цифровые и аналоговые каналы управления и обладает высокой скоростной характеристикой. ПК со средой программирования LabView позволяет осуществлять связь и программировать блок управления (ПЛИС). Два блока усилителей, используемых для управления ЭМК, базируются на интегральной схеме и МОП-транзисторах. Первый блок подает сигналы на питающие ЭМК, второй — управляет сливными ЭМК. Исполнительными механизмами являются катушки индуктивности, встроенные в управляющую ступень ЭМК. Для регистрации моментов открытия и закрытия ЭМК применяются светодиоды, включенные параллельно катушкам индуктивности.

Для работы электрогидравлического привода ГРМ в составе двигателя применены: датчик положения коленчатого вала (ДПКВ), датчик положения вала ТНВД (ДФ), датчик давления масла в питающей рампе (ДД), датчик температуры масла в поддоне двигателя (ДТ). Сигналы с датчиков поступают на плату ПЛИС.

На внешний ПК установлено разработанное программное обеспечение. Оно обеспечивает индивидуальную настройку формы, моментов

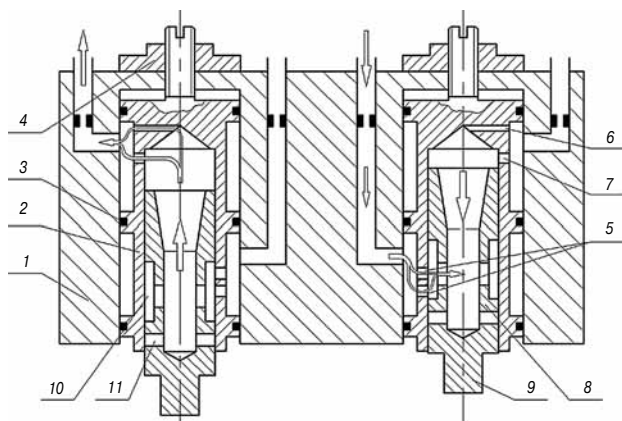


Рис. 1. Конструктивная схема БСПК

1 — корпус; 2 — гидроцилиндр; 3 — уплотнение гидроцилиндра; 4 — фланец; 5 — отверстия питания; 6 — отверстие гидротормоза; 7 — отверстие слива; 8 — гидропоршень; 9 — наконечник-толкатель

подачи и длительности электрических импульсов, подаваемых на ЭМК. Конструкция всех ЭМК одинакова. Используя сигнал ДПКВ, фиксирующего текущую частоту вращения коленчатого вала двигателя n и его положение возможно управлять ЭМК. Предусмотрено принудительное задание виртуальной частоты вращения n коленчатого вала, которая не зависит от показаний ДПКВ. Выбор цилиндра двигателя, на котором установлен БСПК, осуществляется фазовым сдвигом текущего цилиндра относительно верхней мертвой точки первого цилиндра двигателя. Реализована возможность включать/выключать все четыре ЭМК одновременно или отдельно (в любом наборе). Информация о включении выбранных ЭМК отображается на панели программы.

Панель программы ПК имеет вкладки с калибровками фаз работы ЭМК в градусах угла поворота коленчатого вала ($^\circ$ угла ПКВ) по частоте вращения коленчатого вала, давлению масла и его температуре. Есть возможность сохранять калибровки в файл. В окнах вкладок отображаются текущие показания давления и температуры. Отдельная вкладка служит для осциллографирования частоты вращения коленчатого вала, температуры и давления.

Применяется дополнительная вкладка для настройки формы и длительности сигнала, подаваемого на ЭМК. Сигнал состоит из стартового импульса и широтно-импульсной модуляции (ШИМ) сигнала, временные параметры которой можно задавать, меняя скважность сигнала. Отключение сигнала приводит к закрытию ЭМК.

Экспериментальное оборудование для проведения предварительных исследований электрогидравлического привода ГРМ

Предварительные исследования электрогидравлического привода ГРМ необходимы для апробирования АЭСУ, определения характеристик управляющих сигналов, отработки методик скоростной киносъемки и обработки ее результатов. Для проведения предварительных испытаний собрана экспериментальная система электрогидравлического привода ГРМ (рис. 2). Для питания системы маслом приспособлен исследовательский стенд НТЦ ПАО «КамАЗ» (рис. 3), на который установлен макет двигателя КамАЗ со штатным насосом гидроусилителя руля (ГУР) и поддоном с маслом (рис. 3, а). В цилиндрах макета двигателя отсутствуют поршни и шатуны. БСПК установлен на штатную головку цилиндра со снятыми коромыслами и стойками. В головке размещается традиционный клапанный механизм, включающий клапаны, пружины, опорные тарелки, сухари, направляющие клапанов. Головка цилиндра с БСПК крепится при помощи дис-

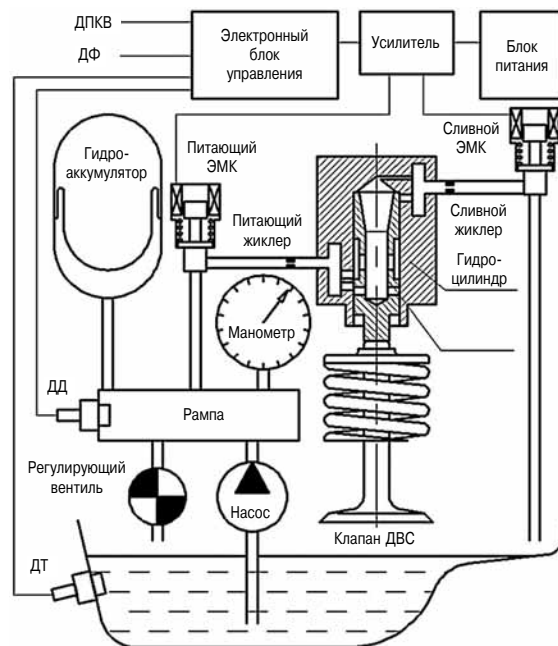


Рис. 2. Схема экспериментального электрогидравлического привода ГРМ

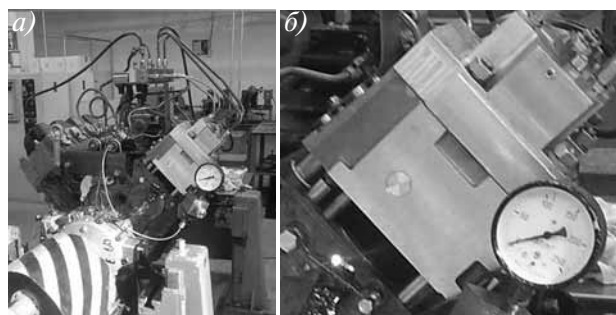


Рис. 3. Исследовательский стенд 1

а — общий вид; б — головка цилиндра с БСПК

танционных втулок и шпилек к пятому цилиндру блока двигателя (рис. 3, б). Между головкой цилиндра и привалочной плоскостью блока двигателя образуется зазор (30 мм), необходимый для визуального контроля работы клапанов и проведения скоростной киносъемки.

Функционирование системы происходит следующим образом. После включения стенда масло из поддона двигателя насосом ГУР подается в рампу. При помощи регулирующего вентиля в рампе поддерживается давление 7–9 МПа. Для снижения пульсаций давления к рампе присоединен гидроаккумулятор. При подаче электрического сигнала на питающий ЭМК он открывается, обеспечивая подвод масла в надпоршневую полость гидроцилиндра БСПК. Сила давления масла на гидропоршень заставляет его двигаться вниз. При этом гидропоршень своим наконечником-толкателем открывает клапан, сжимая клапанные пружины. При достижении клапаном штатной высоты подъема открываются

отверстия в нижней части гидропоршня. Это ограничивает перемещение клапана в сторону его открытия за счет слива масла из надпоршневой полости в головку цилиндра и далее — в поддон.

Для закрытия клапана подается электрический сигнал на открытие сливного ЭМК. Начинается слив масла из гидроцилиндра. Давление масла в гидроцилиндре снижается, клапан двигателя начинает закрываться под действием клапанной пружины, действуя на гидропоршень. Гидропоршень перемещается вверх. Перед посадкой клапана на седло гидропоршень перекрывает отверстия гидротормоза. Это способствует сокращению расхода масла на слив, уменьшению скорости гидропоршня, и, соответственно, скорости клапана двигателя. Происходит плавная посадка клапана на седло при продолжающемся сливе масла через верхнее отверстие гидроцилиндра и снижении давления над гидропоршнем.

Методика киносъемки и обработки видеофайлов

Для регистрации перемещения клапанов используется скоростная цифровая кинокамера. Ракурс киносъемки выбирается так, чтобы в кадр попадали клапаны двигателя, измерительная линейка и сигнальные светодиоды, расположенные на головке цилиндров (см. рис. 3, б).

Скорость киносъемки устанавливается постоянной в диапазоне 2000–3000 кадров в секунду. Для последующей обработки осуществляется экспорт результатов съемки в видеофайл с преобразованием видеопотока. Мгновенное положение клапана при его перемещении определяется при покадровом просмотре изображения с помощью программы Vegas Pro 10. При этом фиксируются номера кадров, соответствующие моментам подачи стартового импульса, ШИМ сигнала и прекращения подачи электрического сигнала на каждый ЭМК. В первом случае светодиод, включенный параллельно катушки индуктивности ЭМК, начинает ярко светиться, во втором случае он мигает, в третьем гаснет. По соответствию положения клапана шкале измерительной линейки осуществляется измерение положения клапана двигателя.

Характеристики сигнала ЭСУ и быстродействие ЭМК

Проведены опыты для определения характеристик электрического сигнала для управления ЭМК [8]. Определена минимальная длительность стартового импульса (без ШИМ сигнала), при которой клапан двигателя поднимается на штатную высоту. При напряжении питания 80 В она составила 13 мс. Отмечено, что при подаче стартового импульса ЭМК открывается с определенной задержкой, что приводит к запаздыванию подъема клапана двигателя. После пре-

ращения сигнала ЭМК закрывается, и клапан двигателя «медленно» закрывается клапанной пружиной ввиду утечек масла через поршневой зазор гидроцилиндра (рис. 4). Видно, что при закрытии клапана наблюдается затухающий колебательный процесс перемещения клапана, связанный с инерционными свойствами системы гидропоршень–клапанная пружина–масло в гидроцилиндре. При длительности стартового импульса менее 13 мс высота подъема клапана уменьшается. Следовательно, изменяя длительность стартового импульса, можно управлять величиной подъема клапана.

Определены характеристики ШИМ сигнала, необходимые для удержания ЭМК в открытом состоянии. Выяснено, что при скважности ШИМ сигнала более 0,54 клапан двигателя удерживается в течение подачи ШИМ сигнала в открытом состоянии. Это говорит об открытом состоянии ЭМК. В процессе удержания клапана двигателя в открытом состоянии наблюдаются его колебания, которые практически не затухают (рис. 5). Как выяснено, частота колебаний клапана двигателя не зависит от периодичности (3–6 мс) ШИМ сигнала, что говорит об отсутствии влияния колебаний золотника ЭМК.

После отключения управляющего сигнала

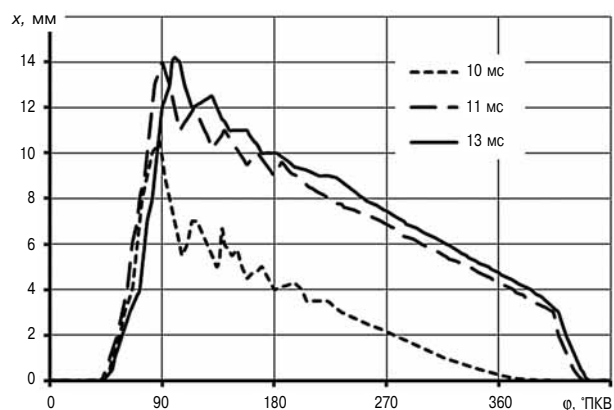


Рис. 4. Влияние длительности стартового импульса на перемещение выпускного клапана ($n_b = 800$ об/мин)

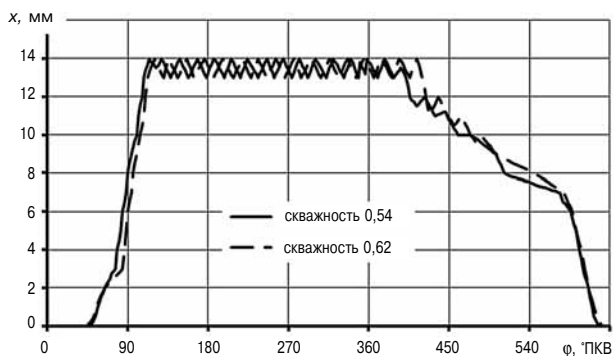


Рис. 5. Влияние параметров ШИМ на работу выпускного клапана

закрывается питающий ЭМК. Клапан двигателя перемещается в сторону закрытия за счет утечек масла. После подачи сигнала на сливной ЭМК, происходит быстрая посадка клапана на седло за счет действия клапанной пружины и слива масла из гидроцилиндра.

При скважности сигнала менее 0,54 энергии электромагнита недостаточно для удержания золотника ЭМК в открытом состоянии. Золотник находится в промежуточном положении. Клапан двигателя перемещается в сторону закрытия. По мере уменьшения скважности сигнала скорость закрытия клапана растет. При скважности меньше 0,28 золотник ЭМК закрывается после окончания стартового импульса несмотря на наличие ШИМ сигнала.

Таким образом, длительность стартового импульса и характеристики ШИМ сигнала оказывают большое влияние на динамику движения клапана двигателя. Очевидно, что параметры управляющего сигнала должны выбираться в зависимости от конкретных характеристик электромагнита и механической части ЭМК.

Отмеченный факт задержки открытия ЭМК относительно начала стартового импульса свидетельствует о влиянии на фазы включения/выключения ЭМК быстродействия ЭМК (включая время заполнения магистралей питания и слива). Быстродействие ЭМК δ_6 определено экспериментально по времени реакции клапана двигателя на начало подачи электрического сигнала на питающий или сливной ЭМК. Величина δ_6 линейно растет при увеличении n , достигая 120° угла ПКВ при 2400 об/мин. Во временном исчислении для линии питания она равна 9 мс, а для линии слива — 8 мс.

Экспериментальное оборудование для проведения основных исследований электрогидравлического привода ГРМ

Для испытаний электрогидроприводного ГРМ использован двигатель КамАЗ семейства 740.70, установленный на приспособленном для этой цели стенде 2 НТЦ ПАО «КамАЗ» (более мощном, чем стенд 1). На двигателе установлены штатные датчики ДПКВ и ДФ. В поддоне расположен датчик температуры масла. Для снижения механических потерь при прокрутке двигателя электромашинной удалены верхние поршневые кольца, впускные коллекторы и система отвода отработавших газов. Схема экспериментальной системы электрогидравлического привода ГРМ практически не отличается от схемы, представленной на рис. 2.

Как и ранее, между головкой и блоком двигателя имеется зазор (30 мм). Он не позволяет поршню двигателя встретиться с клапанами в случае неудачно выбранных фаз срабатывания ЭМК. В днище поршня ввернута шпилька так,



Рис. 6. Исследовательский стенд 2

чтобы ее движение происходило между открывающимися клапанами, не задевая их. Длина шпильки между днищем поршня и ее торцом равна 30 мм. Таким образом, торец шпильки имитирует верхнюю плоскость поршня в штатно собранном двигателе (без зазора).

Для измерения расстояния между головками клапанов и торцом движущейся с поршнем шпилькой к головке цилиндров прикреплен линейка. При обработке данных скоростной киносъемки определяется расстояние между клапанами и поршнем, которое будет реализовываться при штатной работе двигателя. На рис. 6 приведена фотография исследовательского стенда 2.

Закон управления ЭМК

Для управления ЭМК электрогидроприводного ГРМ в ЭСУ должен быть заложен закон управления в виде базовой матрицы, которая представляет зависимость фаз срабатывания соответствующих ЭМК от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя. На динамику движения гидропоршня оказывают также влияние давление масла в рампе и температура масла. Для их учета необходимо формирование дополнительных матриц поправок фаз питания ЭМК.

Предварительно для формирования базовой и дополнительных матриц ЭСУ использована разработанная авторами программа расчета электрогидропривода ГРМ, и программное обеспечение AVL BOOST. Расчеты проведены при различных скоростных режимах [9]. Требуется, чтобы фазы газораспределения электрогидравлического ГРМ равнялись фазам газораспределения двигателя КамАЗ, и минимальное расстояние между клапанами и поршнем двигателя было не менее 1,5 мм. Приоритетным является второе условие. В результате получен закон управления ЭМК при оговоренных выше требованиях. Угол ПКВ, при котором следует начать подавать управляющий сигнал на ЭМК, определяется по уравнению

$\varphi_i = \varphi_{\text{баз}} + \delta p + \delta_T + \delta_{\text{б}}$,
 где $\varphi_{\text{баз}}$ — базовый угол ПКВ; δp — поправка на изменение давления масла; δ_T — поправка на изменение температуры масла; $\delta_{\text{б}}$ — поправка на быстроедействие ЭМК.

Для использования закона управления ЭМК в процессе испытаний потребовалось его экспериментальное уточнение. В первую очередь, это обусловлено учетом перепада давления газов на клапанах двигателя при проведении расчетов, а испытания проводились в условиях, когда перепада давления на клапанах нет. Проведенные испытания, наряду с данными о быстроедействии линий питания и слива, позволили получить базовую матрицу управления ЭМК, которая была заложена в АЭСУ (рис. 7). Для коррекции дополнительных матриц управления ЭМК проведены испытания при $n = 800$ об/мин, в ходе которых определено влияние температуры на фазы питания ЭМК. При давлении масла в рампе, равном 8 МПа, клапаны полностью открываются при температуре масла выше 22 °С. Также проведены опыты для определения влияния давления масла на фазы питания ЭМК. В этих опытах поддерживалась температура масла в поддоне двигателя, равная 73–75 °С, а давление в рампе изменялось от 6 до 9 МПа. Как и следовало ожидать, увеличение давления в питающей рампе способствует более быстрому подъему клапанов. На скорость закрытия клапанов давление масла практически не влияет, так как в это время отсутствует гидравлическая связь между рампой и гидроцилиндрами.

Таким образом, при испытаниях (на основании информации, полученной от датчиков двигателя) в АЭСУ рассчитывается угол ПКВ для подачи управляющего сигнала на соответствующий ЭМК. Промежуточные значения (между значениями, заданными в матрицах) определяются линейной интерполяцией.

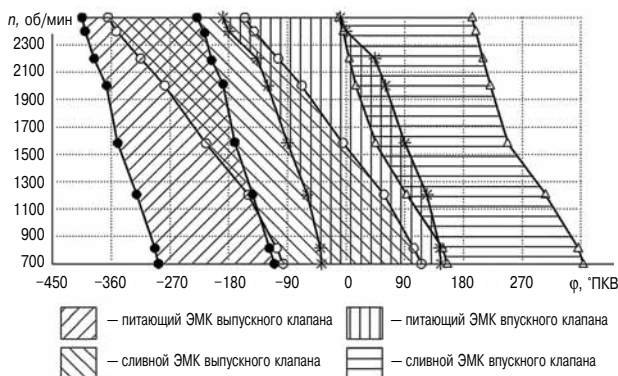


Рис. 7. Матрица фаз управления ЭМК выпускного клапана

Испытания электрогидравлического привода ГРМ с управлением по сигналам датчиков

Проведены испытания работоспособности макетного образца электрогидравлического привода ГРМ при управлении ЭМК по сигналам датчиков двигателя, в ходе которых определялась возможность встречи клапанов с поршнем.

Первоначально испытания были проведены при давлении масла в рампе, равном 8 МПа. Это значение получено при настройке регулирующего вентиля за счет слива масла. Настройка проводится перед включением электрического питания ЭМК. Частота вращения коленчатого вала двигателя изменялась от 800 до 2000 об/мин. После обработки видеофайлов получены сведения о законе перемещения клапанов. Они свидетельствуют о том, что с увеличением частоты вращения коленчатого вала подъем клапанов снижается. Это говорит о недостаточном расходе масла для питания гидроцилиндров и падении давления масла в рампе во время питания гидроцилиндров.

В заключение проведено испытание при постоянном давлении масла в рампе (8 МПа) на выбранных скоростных режимах (рис. 8). При этом давление устанавливалось за счет регулирования слива из рампы после включения управляющих сигналов на ЭМК, то есть во время работы макетного образца.

Видно, что заложенный в ЭСУ закон управления ЭМК обеспечил регулярную работу клапанов без встречи клапанов двигателя с поршнем. На всех скоростных режимах клапаны двигателя поднимаются на необходимую высоту.

Задача выбора оптимальных фаз газораспределения с точки зрения достижения заданных параметров двигателя не входила в рамки представленной работы.

Основные выводы

1. Сконструирован и изготовлен макетный образец блока силового привода клапанов дви-

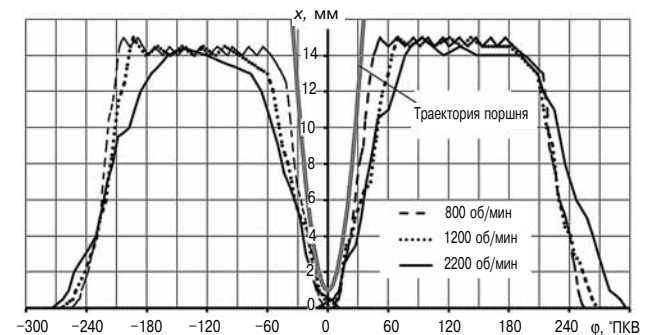


Рис. 8. Влияние частоты вращения на работу клапанов

гателя. Разработана и изготовлена автономная электронная система управления электрогидравлическим приводом ГРМ. Предложена и собрана экспериментальная схема электрогидравлического привода ГРМ.

2. Определены параметры автономной электронной системы управления. Сформирован закон управления электромагнитными клапанами.

3. Проведены испытания, результаты которых показали, что электрогидравлический привод ГРМ работоспособен при $n = 800\text{--}2200$ об/мин.

4. Экспериментально показана возможность управления фазами газораспределения и подъемом клапанов при помощи электрогидравлического привода ГРМ.

Литература

1. Автомобильный справочник / пер. с англ. ООО «СтарСПб». — 3-е изд. — М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. — 1280 с.

2. *Соснин Д.А., Яковлев В.Ф.* Новейшие автомобильные электронные системы : учеб. пособ. — М. : СОЛН-Пресс, 2005. — 240 с.

3. *Крайнюк А.И.* Регулируемые системы газораспределения ДВС : монография. — Луганск : изд-во СНУ им. В. Даля, 2006. — 232 с.

4. Устройство гидравлического привода клапана двигателя внутреннего сгорания: пат. № 2561933. Рос. Федерация. № 2014122830/06: заявл. 3.06.14: опубл. 10.09.15. Бюл. № 25. 9 с.

5. Исполнительный механизм гидравлического привода клапана двигателя внутреннего сгорания (варианты): пат. № 2561936 Рос. Федерация. № 2014123242/06: заявл. 6.06.14: опубл. 10.09.15. Бюл. № 25. 11 с.

6. Устройство гидравлического привода клапана двигателя внутреннего сгорания (варианты): пат. № 2569982. Рос. Федерация. № 2014122679/06: заявл. 03.06.14: опубл. 10.12.15. Бюл. № 34. 10 с.

7. *Березовский А.Б., Гатауллин Н.А., Зимина Л.А., Максимов А.В., Валеев Д.Х., Гумеров И.Ф., Хафизов Р.Х.* Численное исследование газораспределительного механизма с электрогидравлическим приводом // Журнал автомобильных инженеров. — 2015. — № 5 (94). — С. 16–22.

8. *Березовский А.Б., Максимов А.В., Садыков М.Ф.* Исследование влияния характеристик сигнала электронного блока управления на работу гидроприводного газораспределительного механизма // Actualscience. — 2015. — Том 1. — № 3 (3). — С. 68–70.

9. *Maksimov A., Berezovsky A., Zimina L, Gataullin N.* Electrohydraulic Gas Distributing Mechanism Control // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). — 2015. — Vol. 10, №. 24. — P. 44966–44973.



«ТРАКТОРНЫЕ ЗАВОДЫ» ВЫПУСТИЛИ ДЕШЕВЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ ТРАКТОР

В ОАО «САРЭКС» (входит в Концерн «Тракторные заводы») запущено производство установочной партии тракторов АГРОМАШ 30ТК121ДА «Владимирец».

АГРОМАШ 30ТК121ДА — трактор упрощенной конструкции, который разрабатывался с учетом изготовления с применением максимально простых и дешевых материалов. Это позволит существенно снизить его стоимость по сравнению с серийно выпускаемым ныне трактором аналогичного тягового класса. «Владимирец» производится из комплектующих исключительно российского производства, что соответствует политике «Тракторных заводов», проводимой в рамках импортозамещения.

30ТК121ДА — это модификация 30-сильного трактора с ведущим задним мостом. Ее отличительными особенностями являются: каркас кабины, изготовленный из обычных труб прямоугольного сечения; низкая наладка; железная клепаная облицовка; железный топливный бак, расположенный сзади; металлическая панель с набором приборов контроля работы трактора; выпускная труба, выходящая назад рядом с левым колесом; масляный или электрический отопитель; упрощенная конструкция переднего моста без возможности регулирования колеи.



Такие машины будут интересны, в первую очередь, мелким подсобным хозяйствам, небольшим фермерствам, а также в коммунальной сфере и ЖКХ.

<http://sarex.ru>