

3. Патент РФ № 2411074, МПК В01F 13/10. – Ю.В. Воробьев, В.Б. Тестерюков / Комбинированный статический смеситель-активатор / Заявка № 2009124923/05; заявл 01.07.2009; опубл. 10.02.2011. – 3 с.

4. Воробьев, Ю.В. Устройство для механохимической обработки и снижения расхода углеводородного топлива / Ю.В. Воробьев, А.Е. Ломовских, М.В. Басарев и др. – Тракторы и сельхозмашины, 2015. – № 1. – С. 21–22.

5. Воробьев, Ю.В. Анализ содержания основных компонентов в дизельном топливе после механоактивации / Ю.В. Воробьев, И.В. Фарахшина, Д.А. Свиридов // Вестник ТГТУ. – 2016. – № 2. – С. 280–285.

6. Воробьев, Ю.В. Основы теории механоактивации жидких сред // Вестник ТГТУ. – Тамбов, 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 608–613.

7. Днепровский, К.С. Механохимические превращения углеводородов нефти.: Автореферат дис. к.х.н: 02.00.13. Томск.: ИХН СО РАН, 2003. – 24 с.

8. Ахматов, А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М., Физматгиз, 1963. – 472 с.

9. Канарев, Ф.М. Начала физхимии микромира. Восьмое издание. – Краснодар, КубГАУ, 2007. – 753 с.

10. Патент № 2550203 Российской Федерации, МПК В01F13/10. – Ю.В. Воробьев, Ю.Ю. Воробьев / Комбинированный универсальный статический смеситель-активатор.

11. Разработка научных основ технологии получения альтернативных видов топлив для технических средств железнодорожного транспорта: отчет РФФИ 12-08-13106-офи\_м\_РЖД рег. № 01201276764. М.: НИЦ ИВМТ РАН. – 2012–2013 гг.

12. Дунаев, А.В. Модификация моторных топлив – инновационный метод повышения топливной экономичности автотракторных ДВС / А.В. Дунаев, В.П. Миклуш, В.Е. Тарасенко // Изобретатель. – 2018. – № 2 (218). – С. 37–41.

УДК 631.3

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВС**

*Студенты – Молчанович В.В., 15 лет, 4 курс, ФТС;  
Коротчиков И.В., 15 лет, 4 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Тарасенко В.Е., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Для надежной работы современного автотракторного двигателя внутреннего сгорания (ДВС), использования его максимальной мощности, повышения топливной экономичности и снижения

токсичности отработавших газов необходимо иметь возможность регулирования фаз газораспределения.

Широкое распространение получили системы изменения фаз газораспределения, принцип работы которых основан на осуществлении поворота распределительного вала. К таким схемам управления фазами газораспределения относят: японскую систему VVT-i, Dual VVT-i, решение немецкого концерна BMW под названием VANOS, Double VANOS, схему VVT от Volkswagen, управление фазами газораспределения VTEC от Honda, систему CVVT брендов Hyundai, Kia и концерна GM, регулировку фаз VCP от Renault и др.

Работа указанных выше систем основывается на небольшом повороте распределительного вала по ходу его вращения. Такой способ позволяет добиться раннего открытия клапанов сравнительно с их базовым начальным положением. Данный тип систем изменения фаз газораспределения конструктивно состоит из специальной муфты (рисунок 1), которая управляется гидравлическим способом, а также дополнительной системы управления указанной муфтой. Гидроуправляемая муфта получила название фазовращатель.

Поворот распределительного вала осуществляется при помощи электроники управления и гидравлики, а сама система чаще всего затрагивает только впускные клапаны. Рост оборотов ДВС приводит к тому, что фазовращатель осуществляет поворот распределительного вала по ходу его вращения, впускные клапаны открываются раньше и цилиндры более эффективно наполняются рабочей смесью в режиме высоких оборотов.

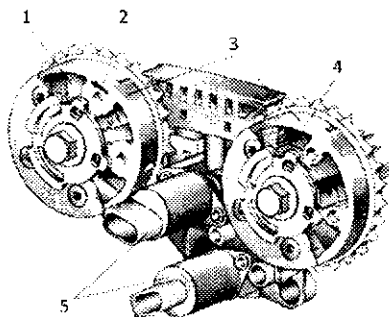


Рисунок 1 – Система изменения фаз газораспределения посредством гидромуфты:  
1 – ротор; 2 – корпус муфты; 3 – гидростатические муфты; 4 – камера муфты;  
5 – электромагнитные клапаны

Развитие систем изменения фаз газораспределения позволило не только осуществлять сдвиг фаз, но и эффективно выполнять их расширение и сужение. Рассмотрим некоторые решения, основанные на использовании кулачков распределительного вала разной формы. Благодаря такому способу удается достичь ступенчатого изменения момента времени, на который открывается клапан, а также изменить саму высоту подъема клапанов. В списке подобных систем находится VVTL-i от автогиганта Toyota, VTEC японской Honda и MIVEC от Mitsubishi, решение от Audi под названием Valvelift System и другие.

Указанные системы похожи друг на друга как конструктивно, так и по принципу действия. Отличается только немецкая Valvelift System. Наибольшую известность получила система VVTL-i, VTEC и MIVEC. В основе таких систем изменения фаз газораспределения находятся кулачки с различным профилем, а также система управления. Распределительный вал в таких системах управления фазами газораспределения выполнен так, что имеет сразу два кулачка малого размера, а также один кулачок большего размера. Меньшие кулачки при помощи специального рокера (коромысла) соединяются с впускными клапанами. Большой кулачок отвечает за перемещение одного незадействованного коромысла.

Дальнейшее развитие систем изменения фаз газораспределения привело к появлению сложных решений, которые основаны на управлении высотой подъема клапанов. В 2001 году компания BMW представила новую систему под названием Valvetronic.

Лучшим решением проблемы наполнения цилиндров стало механическое открытие впускного клапана на такой момент времени, который необходим для эффективного наполнения рабочей топливно-воздушной горючей смесью. Продолжительность фазы впуска (впускной фазы) в системах регулирования высоты подъема клапана изменяется зависимо от того, как сильно была нажата педаль газа. Система бездрессельного управления позволяет заметно экономить топливо (до 15% сравнительно с другими решениями), а также повышает мощностную характеристику на 10 % и более.

Улучшить наполняемость и продувку цилиндров двигателя можно также за счет скорости, с которой возможно реализовать открытие и закрытие клапанов, а именно посредством электромагнитного (электромеханического) привода, который

заменяет механический с электронным управлением. Более того, распределительный вал в таком ГРМ полностью отсутствует.

На кафедре «Технологии и организация технического сервиса» БГАТУ разработана система управления клапанами ГРМ (рисунок 2), позволяющая решать 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 ( $e$ ).

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 электронной системой управления двигателем (ЭСУД) в зависимости от частоты вращения вала двигателя, его нагрузки и температуры, а также информации о мгновенном положении коленчатого и распределительных валов.

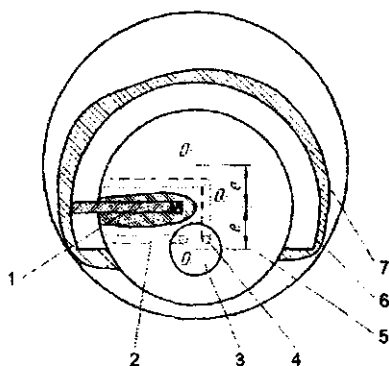


Рисунок 2 – Система управления клапанами ГРМ путем изменения профиля кулачков (рабочий профиль):

- 1 – пластина, 2 – канал подвода масла, 3 – вал, 4 – канал отвода масла, 5 – внутренний эксцентрик, 6 – рабочая полость, 7 – внешний эксцентрик.

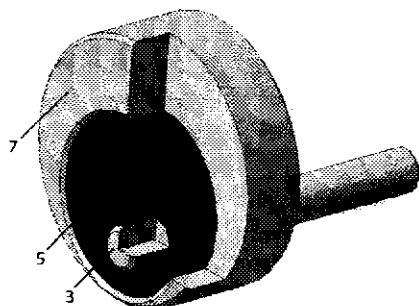


Рисунок 3 – Исполнительный механизм предлагаемой системы  
3 – вал, 5 – внутренний эксцентрик, 7 – внешний эксцентрик

При работе эксцентрики 5 и 7 (рисунок 3) занимают положение, соответствующее максимальному эксцентриситету ( $2e$ ), ход клапана максимальный. При необходимости изменения хода клапана и регулирования фаз газораспределения, через канал 2 в полость 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, 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.

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.

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.

4. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск, ЮУрГУ, 2004. – 344 с.