

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Даминов О.О., Мирзаев А.А., Янгибоев А.И. (ТГТУ)

Сегодня на дорогах всего мира можно встретить автомобили с различными по конструкции системами подачи топлива. Некоторые из них устарели морально и физически. Эти системы не отвечают экологическим нормам по содержанию вредных выбросов в выхлопных газах. Тем не менее, такие автомобили выполняют свои функции [1].

Топливная система дизелей, устанавливаемых на современных автомобилях, обеспечивает смесеобразование при максимальной частоте вращения коленчатого вала до 5000 мин^{-1} .

Одним из наиболее рациональных способов повышения эффективности работы дизеля является оптимизация рабочего процесса на всех режимах эксплуатации с учетом его состояния и условий окружающей среды. Повышение эксплуатационных свойств дизеля автомобиля возможно при адаптивном или гибком регулировании топливоподачи, оптимальном скоростном режиме; корректировке по давлению наддува, плотности и вязкости топлива, оптимальном угле впрыска топлива; ограничениях по дымности и токсичности отработанных газов.

Существует несколько видов систем подачи топлива в дизель. Топливо из бака подается к ТНВД подкачивающим насосом. В подающем топливопроводе устанавливаются фильтры очистки топлива. Как правило, это двухступенчатая система очистки. На первом этапе топливо очищается от крупных примесей в виде мелких камешков, металлических обломков и так далее. Второй этап – это фильтр тонкой очистки, который улавливает все остальное, в том числе и воду. От ТНВД топливо подается к форсункам через трубки, которые способны выдерживать высокое давление.

ТНВД могут быть рядными и распределительными. Иногда встречаются V-образные, они схожи по конструкции с рядными насосами. Так же существуют так называемые магистральные насосы. Рядные ТНВД могут иметь несколько плунжеров, которые создают давление топлива для индивидуальной форсунки. Насосы работают от вращения, имеют привод от двигателя, и вращение строго синхронизировано с положением поршней в ВМТ. Во время работы каждый плунжер обеспечивает повышение давления в подающей магистрали в нужный момент для каждого цилиндра двигателя. Форсунка имеет запорную иглу в распылителе, которая открывается от возросшего давления топлива. После открытия и впрыска топлива, давление в магистрали падает, и игла запирает отверстия распылителя. Все довольно просто устроено и работает механически.

Распределительный насос отличается от рядного насоса количеством плунжерных секций. Такие насосы могут иметь одну или несколько плунжеров, но их количество может не соответствовать количеству цилиндров двигателя, на которые они устанавливаются. Подача топлива распределяется специальным механизмом. В нужный момент топливо под высоким давлением подается на

нужную форсунку в соответствии с тактом работы двигателя. Форсунки при этом могут использоваться такой же конструкции, которая описана выше. Насосы такого типа компактнее рядных насосов, поэтому чаще применяются на легковых дизелях. Механизм распределения подачи топлива довольно точно работает, что увеличивает мягкость работы двигателя. В отличие от рядных насосов производительность распределительных почти не зависит от оборотов двигателя.

Существуют системы, в которых насос высокого давления и форсунка объединены в один элемент. Что исключает применение трубопроводов высокого давления. Подкачивающий насос подает топливо сразу на насос-форсунку (рис. 1).

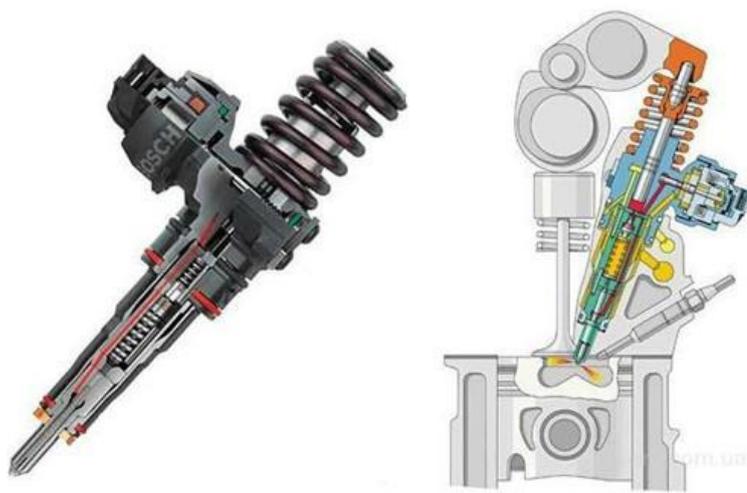


Рис. 1. Насос-форсунка

На каждый цилиндр устанавливается индивидуальная насос-форсунка. В таких системах давление впрыска топлива может достигать нескольких сотен МПа, что увеличивает экономичность и уменьшает содержание вредных выбросов в выхлопных газах. Насос-форсунка приводится в работу от кулачков распределительного вала, что упрощает конструкцию двигателя в целом. Современные топливные системы такого типа, а существуют они довольно давно, имеют ряд новшеств.

Например, на некоторых двигателях с такой системой впрыск топлива разделен на несколько фаз. То есть топливо впрыскивается не одной порцией, а несколькими. Каждая из порций может отличаться по объему, что позволяет контролировать процесс сгорания топлива. В результате воспламенение происходит более мягко, снижая ударные нагрузки на КШМ, а токсичность выхлопных газов снижается за счет более полного сгорания топлива в цилиндрах. Минусом же являются высокая стоимость насос-форсунки и необходимость использовать топливо высокого качества.

Еще одна система питания топливом на дизельном моторе – это система Common Rail (рис .2). В переводе с английского означает общая магистраль. На легковых двигателях разные бренды называют эту систему по-своему, но

принцип работы у них схож. В роли общей магистрали выступает топливная рампа, в которой накапливается энергия давления. Из топливной рампы топливо подается на форсунки, открывающиеся электрическим импульсом. Чем-то напоминает топливную рампу бензинового мотора, но в дизеле давление в рампе составляет несколько сотен МПа. Такое давление создает магистральный насос высокого давления. Электрический импульс подается в нужный момент из блока управления двигателем [2].

Во время запуска двигателя магистральный насос начинает качать топливо и создается высокое давление в топливной рампе. На рампе расположен датчик давления, который измеряет давление топлива в ней. Блок управления считывает показания с этого датчика, и только при достижении определенного давления он подает импульс на открытие форсунок. Происходит запуск дизеля и дальнейшая его работа. Во время работы двигателя насос постоянно поддерживает высокое давление в топливной рампе, поэтому обороты двигателя не влияют на давление впрыска топлива, рампа выступает в роли накопителя. Электронный блок управления позволяет контролировать угол опережения впрыска и поддерживает обороты холостого хода мотора, что упрощает конструкцию насоса в отличие от ТНВД рядного типа. Высокое давление впрыска позволяет добиться наилучшего распыления топлива и уменьшить его расход до феноменально малых показателей, сохраняя при этом высокую мощность двигателя. Крутящий момент дизельных двигателей выше, чем на аналогичных бензиновых моторах, он приближается к расчетным максимальным показателям почти с холостых оборотов. Бензиновые же достигают этого момента на максимально допустимых оборотах вращения коленчатого вала. В настоящее время легковые автомобили с системой впрыска Common Rail способны конкурировать по динамике разгона с бензиновыми моторами. Но потреблять при этом намного меньше топлива.

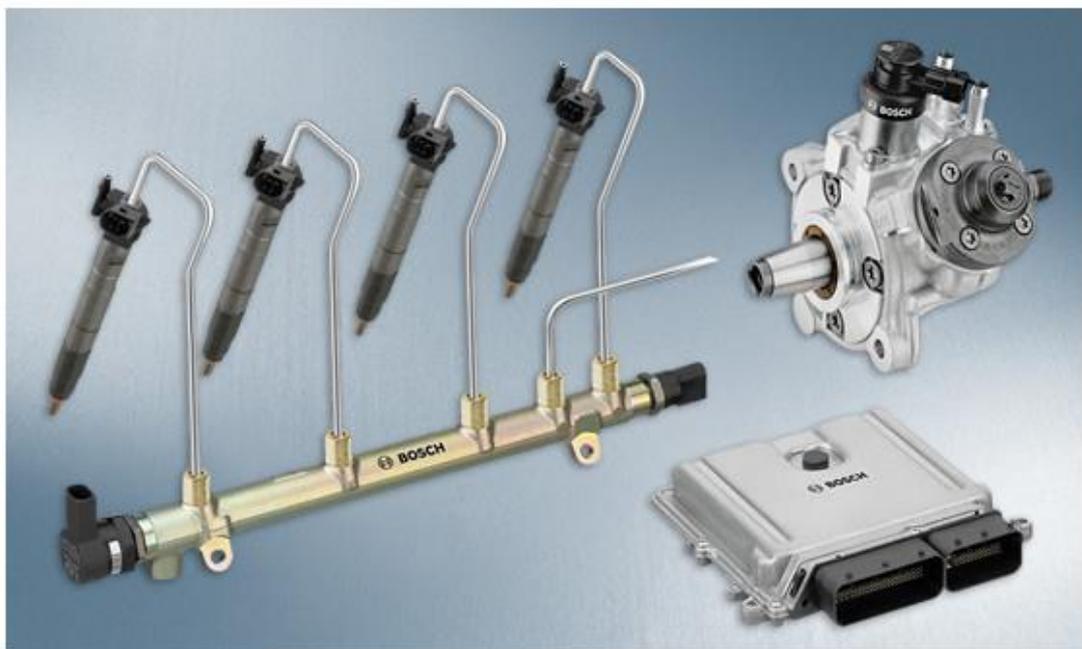


Рис. 2. Система питания Common Rail

Развитие электроники и микропроцессорной техники привело к широкому внедрению на дизелях зарубежного производства электронных систем автоматического управления. На сегодняшний день электронные системы управления топливоподачей и регулирование автотракторных дизелей можно разделить на три типа: аналоговые системы, цифровые регуляторы и микропроцессорные системы.

Применяемые электронные системы управления топливоподачей (ЭСУТ) созданы на базе микропроцессоров и динамических исполнительных устройств, позволяющих программно реализовать сложные законы топливоподачи при необходимом быстродействии их воспроизведения. Микропроцессорные системы позволяют создать систему управления для выбора оптимального закона управления топливоподачей с учетом характеристик дизеля и состояния окружающей среды.

В настоящее время применяются два конструктивных и технических решения ЭСУТ. Первое – используется серийный топливный насос высокого давления с заменой механического регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля микропроцессором с электрогидравлическим или электромеханическим приводом топливодозирующего органа. Микропроцессор получает и обрабатывает информацию о скоростном режиме двигателя, положении топливодозирующего органа, давлении и температуре поступающего в цилиндры воздуха, температуре и плотности топлива. Второе направление отличается от первого наличием в магистрали высокого давления электромагнитных клапанов или электрогидравлических форсунок. По способу управления ЭСУТ разделяются на системы программного управления, управления по отклонению, оптимизационного и адаптивного управления.

Заключение. Применение ЭСУТ в сравнении с механическими регуляторами частоты вращения имеет следующие достоинства: снижение удельного эффективного расхода топлива до 10%; повышение на 25% коэффициента приспособляемости дизеля с расширением зоны постоянной мощности на 30% по внешней скоростной характеристике; улучшение пусковых свойств; снижение токсичности и дымности отработанных газов; повышение стабильности и надежности системы регулирования. Перечисленные достоинства позволяют считать электронную систему управления топливоподачей весьма перспективной системой управления дизеля автомобиля.

Литература:

1. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: учебное пособие. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 207 с.
2. Хорош А.И., Хорош И.А. Дизельные двигатели транспортных и технологических машин. СПб.: Лань, 2016. – 704 с.