

*Арефьев Алексей Олегович
студент магистратуры
Башкирский государственный аграрный университет
Россия, г. Уфа
e-mail: leshamotorhead@gmail.com*

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ COMMON RAIL

***Аннотация:** На данный момент, современный поршневого двигателя внутреннего сгорания, трудно представить без систем изменения фаз газораспределения, турбо-наддува и т. д. Протекающие на всех режимах работы двигателя процессы управляются электроникой. В данной статье рассмотрены направления совершенствования систем подачи топлива типа Common Rail. Показано, что необходимый уровень давления и требуемые характеристики впрыска могут быть обеспечены современными системами с электронным управлением типа Common Rail. Рассмотрены последние достижения в части разработки и совершенствовании систем Common Rail процесса топливоподачи высокого давления применительно к Рассмотрены аспекты создания программного и аппаратного обеспечения процессов управления. Представлены технические характеристики топливной аппаратуры фирмы SCANIA, созданной для двигателей, той же марки. Приведено описание систем топливоподачи двигателей фирм Bosch, delphie F2E.*

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система управления электронная, блок управления электронный, топливоподача, впрыск топлива, система топливоподачи аккумуляторная, насос высокого давления, форсунка, клапан гидравлический, рабочий процесс.

*Arefiev Alexey Olegovich
master student
Bashkir State Agrarian University
Russia, Ufa*

STATUS AND PROSPECTS FOR IMPROVEMENT OF COMMON RAIL SYSTEMS

***Abstract:** At the moment, it is difficult to imagine a modern piston internal combustion engine without systems for changing the valve timing, turbocharging, etc. The processes occurring in all engine operating modes are controlled by electronics. This article discusses the directions for improving Common Rail fuel supply systems. It is shown that the required pressure level and the required injection characteristics*

can be provided by modern electronic control systems of the Common Rail type. Recent advances in the development and improvement of Common Rail systems for the high-pressure fuel supply process in relation to the article are considered. Aspects of creating software and hardware for control processes are considered. The technical characteristics of the SCANIA fuel equipment designed for engines of the same brand are presented. The description of the fuel supply systems of Bosch, delphie F2E engines is given.

Key words: internal combustion engine, electronic control system, electronic control unit, fuel supply, fuel injection, accumulator fuel supply system, high pressure pump, injector, hydraulic valve, working process.

На сегодняшний день одним из самых быстроразвивающихся направлений в двигателестроении является совершенствование и внедрение новшеств в систему питания и конструкцию топливopодающих систем. Так как абсолютно каждый современный дизельный двигатель оснащается топливной системой с электронным управлением, от стабильности работы которой зависят технико-экономические показатели двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Крайне сложно представить современный двигатель внутреннего сгорания без огромного количества электроники которая управляет как системой питания так и другими исполнительными механизмами ДВС а так же считывает и анализирует приходящие сигналы с датчиков [1].

Однако так было не всегда, традиционные законы подачи топлива определяются характеристиками топливного насоса высокого давления (ТНВД), форсунок и профилем кулачка вала ТНВД. Но ввиду постоянно растущих требований к двигателям такое управление подачей топлива становилось все менее актуальным, так как при подобном управлении подачей топлива, крайне сложно добиться высоких экологических показателей.

Постепенно разрабатывая и внедряя в эксплуатацию вместо полностью механических систем, системы с электронным управлением появилась возможность не только добиться более высоких экологических показателей но и обеспечить более стабильную и мягкую работу двигателя. Немецкая фирма Bosch одна из первых стала внедрять системы подачи топлива с электронным управлением, так же и на данный момент является лидером в разработке и

производстве систем топливоподачи. Разработанный фирмой Bosch ТНВД распределительного типа с электронным управлением позволил обеспечить повышение точности дозирования топлива в отдельные цилиндры. С разработкой и внедрением электронно-управляемых насос-форсунок, появилась возможность развивать более высокие значения давления впрыска. Однако у насос-форсунок есть весомый недостаток заключающийся в повышенном износе механизмов в связи с нагрузками на кулачок и распределительный вал. Как и в случае с распределительными насосами у насос-форсунки формирование закона подачи топлива зависело от движения плунжера которое определяется профилем кулачка. Независимость процессов впрыскивания от угла поворота коленчатого вала и от режима работы двигателя добились в аккумуляторной системе с общей топливной магистралью высокого давления — система Common Rail (CR) (рис. 1).

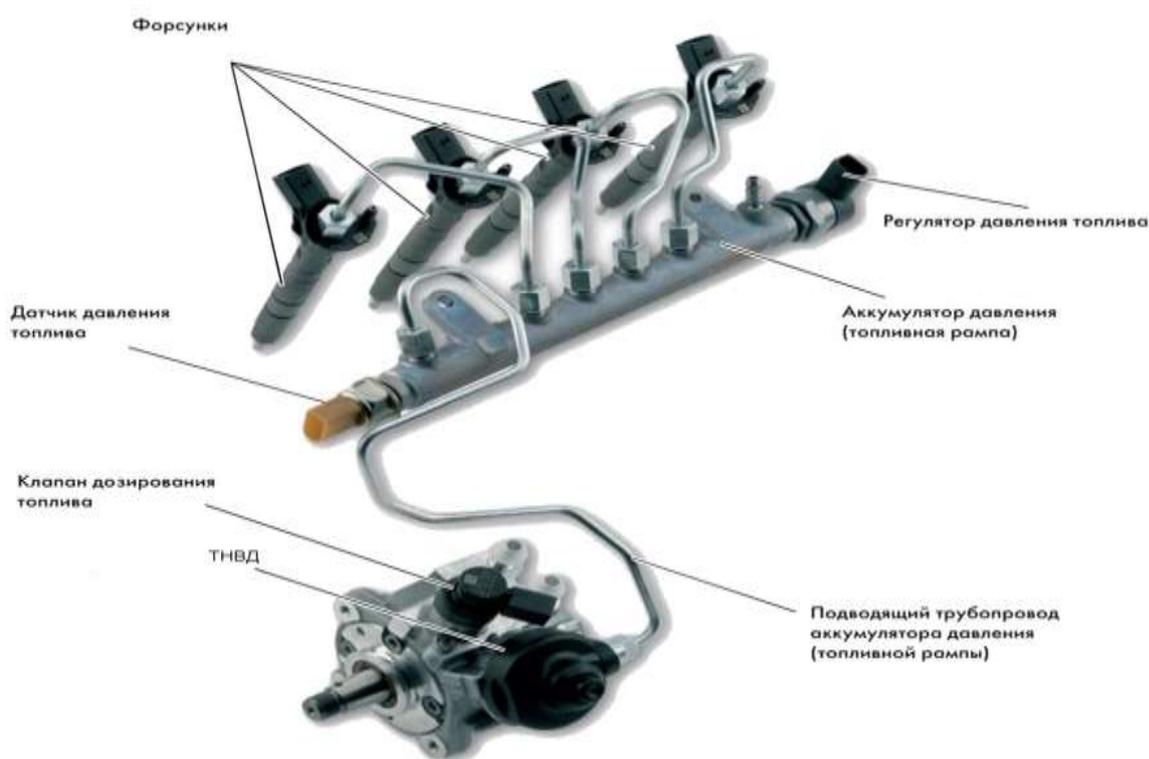


Рис. 1. Система Common Rail

В системе CR топливо из топливного бака забирается топливоподкачивающим насосом (низкого давления), и через топливный фильтр поступает в ТНВД. ТНВД подаёт топливо в топливную рампу, которая играет

роль аккумулятора давления. Блок управления регулирует производительность ТНВД для поддержания необходимого давления в топливной рампе по мере расхода топлива. Топливная рампа соединяется трубками высокого давления с форсунками. По команде от блока управления форсунка открывает управляющий клапан и впрыскивает необходимую порцию топлива в цилиндр.

Системы первого поколения CR позволили добиться давления в рампе до 135 МПа, усовершенствованная система второго поколения CR позволила повысить давление до 160 МПа, третье поколение позволило развивать давление в рампе до 180 МПа [3]. В системе CR закон подачи топлива формируется как за счет создаваемого давления в рампе, так и за счет суммарной длительности многократного открытия форсунки. Преимуществами системы являются: Давление в системе не зависит от скорости вращения коленчатого вала двигателя и остаётся постоянно высоким в течение всего цикла подачи топлива; При использовании системы CR можно добиться момента начала и конца подачи в широких пределах. Это позволяет более точно дозировать топливо, а также осуществлять несколько впрысков в течение рабочего цикла; Конструкция CR проще, чем у системы ТНВД с форсунками, её ремонтпригодность выше.

Важнейшим фактором определяющим расход топлива и экологические показатели является закон впрыска. [3]. Закон впрыска определяет, когда и сколько топлива впрыскивается в цилиндр. Для уменьшения выбросов и расхода топлива, последовательность впрыска топлива делиться на три отдельные фазы (рис. 2) [4]. Основной впрыск топлива определяет мощность двигателя. Предварительный впрыск обеспечивает подогрев камеры сгорания и позволяет добиться более полного сгорания в основной фазе впрыска.



Рис. 2. Последовательность впрыска Common Rail

Добавочный впрыск, снижает выбросы твердых частиц за счет более полного перемешивания топлива и воздуха во время поздней фазы сгорания (фазы догорания).

Одним из самых перспективных и интересных направлений является использование вместо электромагнита, пьезопакет [5]. Пьезоэлектрическая форсунка (рис. 3) позволяет значительно увеличить быстродействие и, следовательно, обеспечивает широкие возможности по управлению законом впрыска топлива.

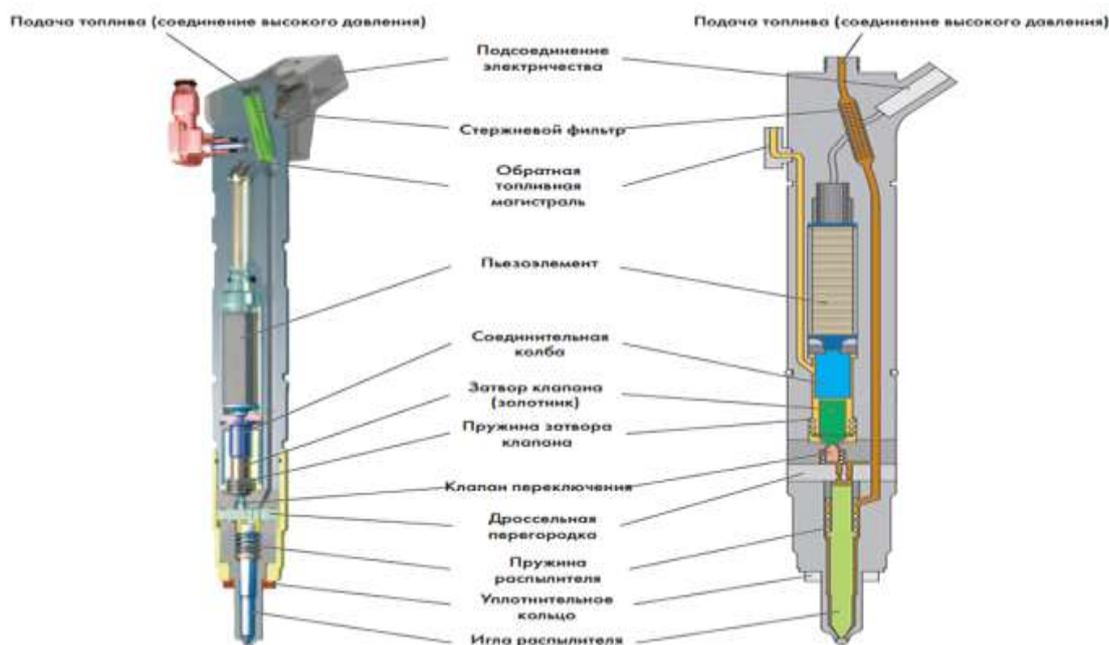


Рис. 3. Пьезоэлектрическая форсунка

На данный момент пьезоэлектрические форсунки наиболее перспективны для массового использования в легковых автомобилях. Не менее интересными

представляются электромагнитные форсунки последних поколений, с гидравлически сбалансированным клапаном, и с датчиками NCC, VCC. Данные с датчиков закрытия клапана и иглы распылителя, находящихся в корпусе форсунок последнего поколения, позволяют ЭБУ корректировать впрыск в реальном времени, обеспечивая тем самым точное дозирование в течение всего срока службы инжектора. Магнитные инжекторы последних поколений, с технологиями VCC/ NCC, позволяют обеспечивать до 8ми впрысков за цикл, с интервалами от 150мкс.

Коммерческий транспорт, оснащенный системами CR в основном работает на режимах высокой нагрузки, решение задач по совершенствованию топливоподающих систем в этом секторе стоит наиболее остро. Производители грузового коммерческого транспорта, стараются сделать их более экономичными и экологичными. Одной из самых современных и перспективных систем для грузового коммерческого транспорта является система ХРІ (Extra-high Pressure Injection) (Рис. 4) с давлением впрыска 2400 бар устанавливается на дизельные двигатели Scania семейства DC13. Это DC13 139 (410 л. с.), DC13 143 (450 л. с.) и DC13 146 (500 л. с.). Ее основные отличия от привычной топливной аппаратуры PDE с насос-форсунками заключаются в более точном дозировании заряда в камеру сгорания независимо от скорости и нагрузки двигателя. В результате улучшается экономичность силового агрегата, гибкость его работы, снижается уровень шума и объем вредных выбросов. Важно отметить, что конструкции двигателей с топливными системами PDE и ХРІ одинакового литража практически не отличаются.

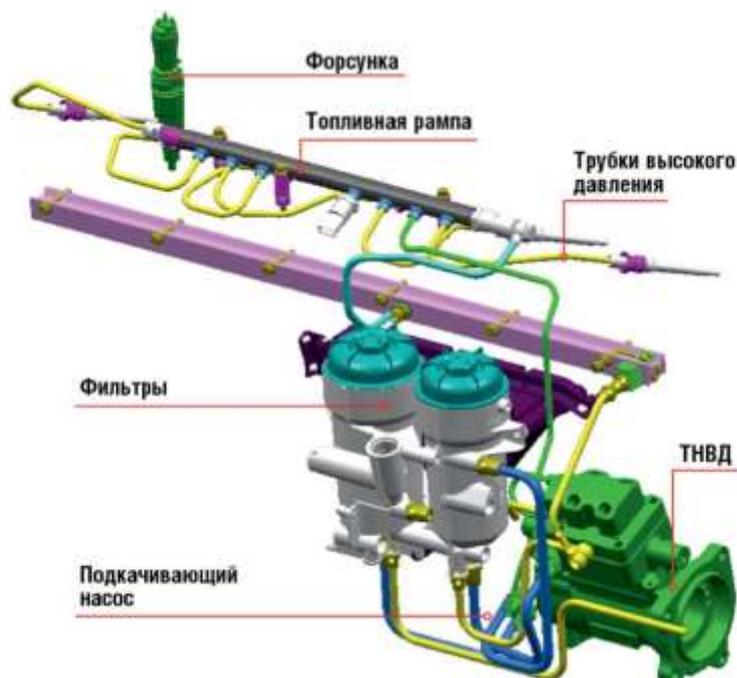


Рис. 3. Пьезоэлектрическая форсунка

В составе системы ХРІ имеются звенья низкого (фильтры, подкачивающий насос) и высокого (ТНВД, топливная рампа, трубки, электромагнитные форсунки) давления, а также электронная система управления. Последняя, помимо прочего, обеспечивает многократное дозирование топлива в пределах одного цикла — как правило, речь идет о предварительном, основном и дополнительном впрысках.

Английская компания DELPHI систему питания Common Rail (F2E) предназначена для соответствия нормам выбросов Евро 6 и устанавливается на двигатели D11k & DTi11 (10.8L), D13k & DTi13 (12.8L) и D16k (16.1L), которые применяются на грузовиках Volvo FM, FH & FMX и Renault C, K & T. Особенность системы состоит в том, что на двигателе с одной рампой одновременно используются как Насос-Форсунки серии F2, так и традиционные форсунки для Common rail серии F. Принцип работы системы состоит в том, что топливо в рампу подается через насос форсунки. Применение рампы высокого давления означает, что насос-форсунки больше не требуются для обеспечения высокого давления, совпадающего с моментом впрыска.

Выводы

Среди всего многообразия конструкций топливоподающих систем дизельных двигателей, аккумуляторная электронно-управляемая, самонастраиваемая система CR может рассматриваться как наиболее перспективная, способная обеспечить как высокую топливную экономичность, так и жесткие требования экологических стандартов.

Список литературы:

1. Габитов И.И., Неговора А.В., Федоренко В.Ф. Интеллектуализация технического сервиса топливоподающих систем дизелей. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 496 с.
2. Габитов И.И., Неговора А.В. Обеспечение работоспособности топливоподающих систем дизелей путем индивидуальной корректировки базовых характеристик управления топливоподачей // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 4. С. 84-88.
3. Gabitov I.I., Negovora A.V., Valiev A.R. and et. Hardening of electrohydraulic injectors valve units of diesels at repair // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. T.13. № S8. С. 6478-6486.
4. Неговора А.В., Махиянов У.А., Ахметов А.Ф. Совершенствование способов диагностирования топливоподающих систем дизелей с электронным управлением // Известия Международной академии аграрного образования. 2012. № 14-1. С. 260-265.
5. Черноиванов В.И., Габитов И.И., Неговора А.В. Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 74-81.
6. Grekhov L.V. Injection rate shaping with possibilities of conventional design Common Rail system // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Vol.6. № 3. Pp. 1890-1902.

7. Jocanovic M.T. Diesel fuel filtration problems with modern common rail injection systems // Military Technical Courier 2017. № 65(4). Pp. 968-993.