

Научная статья

УДК 621.43

DOI 10.18101/2306-2363-2024-4-33-37

Современные тенденции развития автотракторных дизельных двигателей

© **Болоев Петр Антонович**

доктор технических наук, профессор

pbolev@mail.ru

© **Миронов Геннадий Доржиевич**

аспирант

box.gmirr@gmail.com

© **Нечкин Вадим Николаевич**

аспирант

nvoofficialpro@mail.ru

© **Гергенова Татьяна Петровна**

старший преподаватель

lemex74@mail.ru

© **Бондарчук Елизавета Викторовна**

магистрант

elizaveta.bondarchuk.98@mail.ru

© **Енина Наталья Александровна**

преподаватель

natali.enina.01@mail.ru

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

Аннотация. Статья посвящена анализу современных тенденций развития автотракторных дизельных двигателей. Рост популярности дизельных двигателей обусловлен их большей экономичностью и стабильностью работы в сравнении с бензиновыми аналогами при различных условиях эксплуатации, особенно в условиях низких температур и переменных нагрузок. В статье рассматривается ключевая роль электронного управления системами топливоподачи, обеспечивающего повышение давления впрыска и как следствие улучшение экономичности и экологических характеристик. Подчеркивается важность точной диагностики состояния систем топливоподачи, а также перспективы импортозамещения за счет совершенствования и внедрения современных технологий в данной области. Статья акцентирует внимание на повышении эффективности и экологической безопасности автотракторных дизелей благодаря инновационным решениям в области топливоподачи.

Ключевые слова: автотракторные дизельные двигатели, электронное управление, системы топливоподачи, давление впрыска, экономичность, экологичность, диагностика, импортозамещение.

Для цитирования

Современные тенденции развития автотракторных дизельных двигателей / П. А. Болоев, Г. Д. Миронов, В. Н. Нечкин [и др.] // Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. 2024. Вып. 4. С. 33–37.

Введение. В последние годы автотранспортные дизельные двигатели получают все более широкое распространение на мировом рынке. Это обусловлено тем, что в отличие от бензиновых двигателей, у которых при снижении температуры окружающего воздуха и увеличении нагрузки значительно возрастает расход топлива и выбросы вредных веществ, дизельные двигатели показывают гораздо меньшие колебания этих показателей. Дизельные двигатели выбрасывают на 25% меньше CO_2 , а выбросы NO_x и твердых частиц в 10 раз ниже [1].

Современные дизельные двигатели оснащаются топливными системами с электронным управлением, которые оптимизируют рабочий процесс на всех эксплуатационных режимах. Эти системы способствуют снижению вредных выбросов с отработанными газами, уменьшению уровня шума, снижению расхода топлива и улучшению пусковых характеристик.

Основными критериями эффективности топливоподачи являются экономичность, мощность, динамичность работы, уровень шумности, выбросы вредных веществ с отработанными газами, жесткость сгорания и тепловые нагрузки [2].

Основная часть. Топливные системы с электронным управлением обеспечивают точное регулирование подачи топлива в зависимости от текущего скоростного режима двигателя, что позволяет поддерживать оптимальные скоростные характеристики, минимизировать неравномерность подачи топлива по цилиндрам и точно настраивать углы опережения впрыска для каждого цилиндра. Кроме того, системы диагностики датчиков и исполнительных механизмов позволяют компенсировать отказавшие компоненты с помощью резервных программ. Современные системы питания дизельных двигателей помимо использования электронного управления характеризуются повышенными давлениями впрыска. Так, для роторных топливных насосов высокого давления (ТНВД) это давление достигает 160–180 кПа, для насос-форсунок и индивидуальных ТНВД — 200 МПа, а для системы Common Rail — до 160 Мпа [1]. В упрощенном варианте эти системы отличаются от традиционных только заменой механического регулятора на электронный.

Электронный регулятор, который изменяет положение рейки управления цикловой подачей, используется, например, на дизелях ГАЗ-560, производимых по лицензии австрийской компании «Steyr». Управление рейкой подачи, выполненное с помощью быстродействующего электропривода от АО «Рыбинские моторы», позволяет изменять подачу топлива в каждый цилиндр индивидуально четыре раза за цикл работы четырехцилиндрового дизеля. В опытной системе, разработанной ОАО «Ногинский завод топливной аппаратуры», ТНВД оснащен электроуправляемым дросселированием на всасывание в плунжерную полость. Это позволяет изменять объем наполняемой полости и угол опережения впрыска. Дальнейшее развитие электронного управления цикловой подачей и углом опережения впрыска предполагает использование одного стравливающего клапана для еще более точного регулирования.

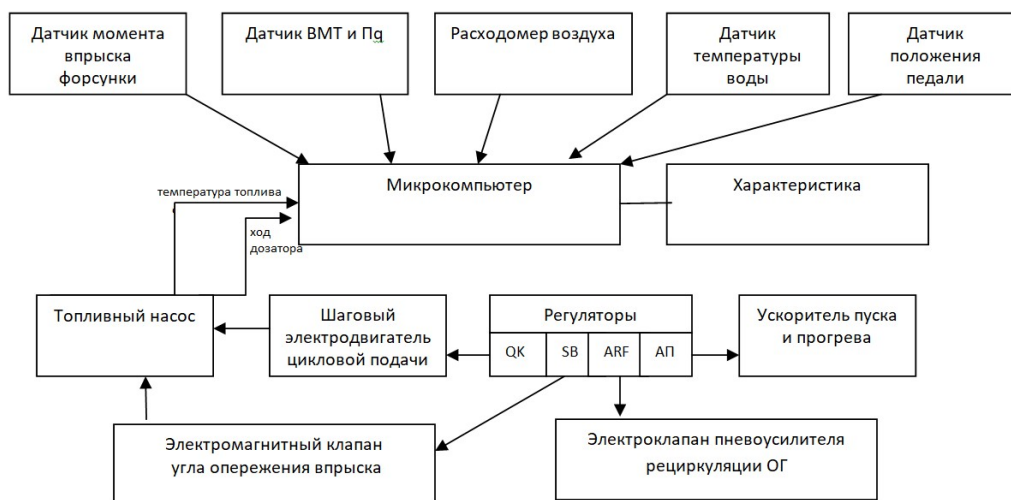


Рис. 1. Схема электронного управления дизеля

Согласно схеме, представленной на рисунке 1, форсунка первого цилиндра оснащена датчиком подъема иглы, который обеспечивает обратную связь для регулирования угла опережения впрыска. Одним из самых современных вариантов распределительных насосов компании «R.Bosch» является модель VP-44, которая обеспечивает повышенное давление впрыска, снижение выбросов вредных веществ, улучшенную управляемость и возможности для самодиагностики. Система управления компании «LUCAS» оптимизирует угол опережения впрыска в зависимости от различных эксплуатационных условий, а также записывает эту информацию в память, что существенно влияет на токсичность выбросов и надежность пуска двигателя. Кроме того, система обеспечивает адаптивное управление подачей топлива по цилиндрам, учитывая неравномерность допусков, износ цилиндров и состояние топливоподающей аппаратуры.

В последние годы возросший интерес к насос-форсункам объясняется их простой конструкцией, что позволяет эффективно внедрять электронное управление и интенсифицировать впрыск за счет минимизации объемов сжимаемого топлива. Это также исключает необходимость в подвпрыске, снижает количество деталей, уменьшает закоксовывание и повышает ресурс распылителей. Насос-форсунки обеспечивают более пологий передний фронт подачи топлива, что способствует соблюдению экологических норм. Это, в свою очередь, приводит к снижению жесткости сгорания, уменьшению уровня шума, сокращению выбросов NOx, формированию крупных капель в конце впрыска и снижению образования сажи [1, 3].

Использование эффекта Юткина (работы УАИ, ЦНИТА, МАМИ) в камере форсунки позволяет достичь давления впрыска до 1000 МПа. Однако недостатком данной технологии является быстрое снижение эффективности электродов из-за шунтирования, вызванного отложениями кокса, что препятствует созданию мощных разрядов. Можно использовать транзисторные системы зажигания бензиновых ДВС для создания надежного электрического разряда (ЗИЛ-131 в период пуска ДВС может генерировать до 10 импульсов).

Пьезопровод, используемый в топливоподающей аппаратуре, имеет несколько преимуществ, включая высокий коэффициент полезного действия (КПД), значительные усилия, малый нагрев, реверсивность и отсутствие тока удержания. Пьезоэлемент из керамики ЦТС-19 был разработан и протестирован в МГТУ для применения в системе впрыска топлива через форсунку. Там же была разработана топливоподающая аппаратура с электродинамическим двигателем плунжерной насосной секции с насос-форсункой.

Первые промышленные образцы аккумуляторной топливной системы «Common Rail» были разработаны совместно фирмами «Robert Bosch GmbH», «Fiat», «Elasis». На текущий момент работы над CR ведутся во всех фирмах, производящих ТПА, а в РФ ЯМЗ и ЗМЗ.

Целесообразность конструирования разных ТНВД CR с использованием традиционных технических решений подтверждается практикой производства фирмы «R. Bosch» и отечественными разработчиками ЯЗТА, НИКТИД, МГТУ.

Заключение

Современные дизельные двигатели оснащаются топливными системами с электронным управлением, которые способствуют снижению вредных выбросов, уровня шума и расхода топлива.

Был рассмотрен пример использования электронного управления цикловой подачей и углом опережения впрыска на дизельных двигателях. Отмечается, что такое управление позволяет изменять подачу топлива в каждый цилиндр индивидуально и оптимизировать угол опережения впрыска в зависимости от различных эксплуатационных условий. Использование электронного управления современными системами топливоподачи дизелей улучшает экономические и экологические показатели работы в условиях эксплуатации. Повышается точность диагностики состояния топливоподающей системы.

Использование электронного управления в дизельных двигателях является перспективным направлением развития автомобильной промышленности.

Литература

1. Грехов Л. В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением: учебно-методическое пособие. Москва: Легион-Автодата, 2009. 176 с. Текст: непосредственный.
2. Болоев П. А. Улучшение эксплуатационных показателей МТА путем оптимизации управления рабочими процессами дизеля: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Санкт-Петербург, 2007. Текст: непосредственный.
3. Мазинг М. В. Дизель, газодизель и электрика // Автомобильная промышленность. 1994. № 9. С. 7–9. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 30.11.2024; одобрена после рецензирования 09.12.2024; принята к публикации 12.12.2024.

Current Trends in the Development of Automotive Diesel Engines

Petr A. Boloev

Doctor of Engineering Sciences, Professor

pboloev@mail.ru

Gennady D. Mironov

Postgraduate Student

box.gmirr@gmail.com

Vadim N. Nechkin

Postgraduate Student

nvoofficialpro@mail.ru

Tatyana P. Gergenova

Senior Lecturer

lemex74@mail.ru

Elizaveta V. Bondarchuk

Master's Student

elizaveta.bondarchuk.98@mail.ru

Natalya A. Enina

Lecturer

natali.enina.01@mail.ru

Dorzhi Banzarov Buryat State University

24a Smolina St., Ulan-Ude 670000, Russia

Abstract. The article analyzes current trends in the development of automotive diesel engines. The growing popularity of diesel engines is associated with their greater efficiency and stability under various operating conditions, especially at low temperatures and variable loads, in comparison with gasoline analogues. The article discusses the key role of electronic control of fuel supply systems, which provides an increase in injection pressure and, as a consequence, improves efficiency and environmental performance. We have emphasized the importance of accurate diagnostics of the fuel supply system condition, as well as the prospects for import substitution through the improvement and implementing modern technologies in this field. The article focuses on increasing the efficiency and environmental safety of automotive diesel engines by applying innovative solutions in fuel supply.

Keywords: automotive tractor diesel engines, electronic control, fuel supply systems, injection pressure, efficiency, environmental friendliness, diagnostics, import substitution.

For citation

Boloev P. A., Mironov G. D., Nechkin V. N. et al. Current Trends in the Development of Automotive Diesel Engines. *Bulletin of Buryat State University. Chemistry. Physics.* 2024; 4: 33–37 (In Russ.).

The article was submitted 30.11.2024; approved after reviewing 09.12.2024; accepted for publication 12.12.2024.