

Искаков Серикжан Турсынбаевич

АНАЛИЗ РАБОТЫ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

В статье раскрываются особенности работы топливной системы внутреннего сгорания, приводятся примеры неисправностей дизельных двигателей, связанных с топливной системой, анализируются особенности диагностирования двигателя, признаки неудовлетворительного технического состояния топливной системы, показатели контроля диагностирования топливной системы, выделяется роль форсунки в системе впрыска топлива в камеру сгорания, оцениваются параметры контроля работы форсунки.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2017/1/13.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2017. № 1 (115). С. 49-51. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2017/1/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Список литературы

1. Кузовлев В. П., Подаева Н. Г., Жук Л. В. Психолого-дидактический аспект обучения математике: активизация мышления в области геометрии: монография. Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 2008. 175 с.
2. Подаева Н. Г., Подаев М. В. Закономерности процесса формирования научных понятий при обучении математике в школе // Continuum: Математика. Информатика. Образование. 2016. № 1 (1). С. 63-69.
3. Подготовка учителя математики: инновационные подходы / под ред. В. Д. Шадрикова. М.: Гардарики, 2002. 383 с.

USE OF THREE-DIMENSIONAL COMPUTER GRAPHICS IN TEACHING DIFFERENTIAL GEOMETRY

Zhuk Larisa Viktorovna, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor
Yelets State University named after I. A. Bunin
KrasnikovaLarisa@yandex.ru

Rethinking of the traditional approach to teaching geometry in institutions of higher education is intended to increase experimental and research activity of students. Realization of this direction is provided by ample opportunities of computer mathematical systems based on the principle of computer simulation of activity, recreating conditions for search, representation in models and analysis of content of essential characteristics of the research object. The article discusses possibilities of using three-dimensional computer graphics as one of productive technologies of training future bachelors of pedagogy, establishing priority of thinking development over information assimilation, implementing the principle of complementarity through visualization and visual simulation.

Key words and phrases: interactive three-dimensional graphics; computer simulation; mathematical computer system; process of teaching geometry; research techniques.

УДК 629.7.063.6:621.43(045)

Технические науки

В статье раскрываются особенности работы топливной системы внутреннего сгорания, приводятся примеры неисправностей дизельных двигателей, связанных с топливной системой, анализируются особенности диагностирования двигателя, признаки неудовлетворительного технического состояния топливной системы, показатели контроля диагностирования топливной системы, выделяется роль форсунки в системе впрыска топлива в камеру сгорания, оцениваются параметры контроля работы форсунки.

Ключевые слова и фразы: двигатель внутреннего сгорания; топливная система; топливный насос; форсунка; цилиндр; подача топлива.

Искаков Серикжан Турсынбаевич, к. воен. н.

Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Нации
iskakova_nazgul@mail.ru

**АНАЛИЗ РАБОТЫ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ**

Известно, что нарушения в работе дизеля могут возникать из-за неисправностей в системах топливоподачи низкого и высокого давления, при износе нагнетательного клапана, форсунок, а также при износе цилиндропоршневой группы дизеля. Причем, одни и те же внешние признаки нарушения рабочего процесса дизеля могут быть вызваны неисправностями топливоподачи как низкого, так и высокого давления, а также отсутствием компрессии в цилиндрах двигателя. Кроме того, неисправности топливоподачи низкого давления являются причиной нарушения работоспособности элементов системы топливоподачи высокого давления. При этом аналогичное воздействие наблюдается и внутри системы топливоподачи высокого давления.

Диагностирование топливоподачи низкого давления осуществляется в последовательности: контроль наличия воздуха в системе → проверка топливоподкачивающего насоса → фильтра тонкой очистки топлива → перепускного клапана.

Диагностирование топливоподачи высокого давления осуществляется в последовательности: топливный насос высокого давления (ТНВД) → форсунки.

В процессе эксплуатации дизельных двигателей могут возникнуть различные неисправности топливной системы, основными из которых являются: засорение топливопроводов и фильтров, попадание воздуха в топливную систему, недостаточная подача топлива топливоподкачивающим насосом, износ плунжерных пар топливного насоса высокого давления, загрязнение распыливающих отверстий распылителя форсунки, заедание иглы распылителя, нарушение регулировки момента и равномерности подачи топлива насосом высокого давления в цилиндры.

Техническое состояние топливной системы дизелей определяется следующими показателями: давлением впрыскивания топлива и качеством его распыливания форсунками, производительностью топливоподкачивающего насоса, пропускной способностью фильтрующих элементов грубой и тонкой очистки топлива, степенью изношенности плунжерных пар топливного насоса высокого давления, подачей топлива секциями топливного насоса высокого давления, углом опережения впрыскивания топлива в цилиндры двигателя.

Для поддержания показателей работы топливной системы в допустимых пределах необходимо устранять все неисправности и своевременно выполнять операции технического обслуживания.

Признаками неудовлетворительного технического состояния топливной системы являются трудный пуск двигателя, его неустойчивая работа, дымный выпуск, снижение мощности и повышенная подача топлива двигателем.

Чаще всего трудный пуск двигателя наблюдается из-за попадания воздуха или воды в топливную систему, неудовлетворительного состояния форсунок и неправильной установки начала подачи топлива.

Неустойчивая работа двигателя связана с попаданием воды в цилиндры или воздуха в топливо, закоксовыванием или залеганием иглы распылителя в распылителе форсунки, чрезмерным износом плунжерных пар, неравномерностью цикловой подачи топлива и износом механизмов регулятора. Также возможна поломка пружин плунжерных пар, нагнетательных клапанов и форсунок, заедание рейки топливного насоса высокого давления или муфты регулятора, зависание клапанов механизма газораспределения.

Дымный выпуск является результатом неполного сгорания топлива, которое происходит из-за неисправности форсунок, несвоевременного впрыскивания топлива в цилиндры или чрезмерно высокой его подачи.

В целом о техническом состоянии дизеля можно судить по его мощности и экономичности, которые характеризуют его эксплуатационные качества.

В настоящее время техническое диагностирование получает все большее развитие, так как позволяет существенно снизить затраты технического имущества и запасных частей и принадлежностей (ЗИП) на техническое обслуживание и ремонт техники, устранение в ней отказов, замену изношенных деталей, узлов и агрегатов. Особенно значение диагностики возросло с усложнением конструктивных особенностей бронетанкового вооружения (БТВ) и увеличением мощности их силовых агрегатов. Поэтому уменьшение простоев по технической неисправности является военно-технической и экономической проблемой, в которой техническое диагностирование является одним из возможных перспективных направлений ее решения, основанным на разработке наиболее рациональной технологии его проведения, с возможностью своевременного выявления изношенных или неисправных элементов или подсистем, без разборки полностью системы, с одновременным уменьшением продолжительности самого процесса диагностирования [1].

Для разработки последовательности операций полного диагностирования сложных военно-технических систем (СВТС) предварительно устанавливаются обобщенные и частные показатели технического состояния ее основных подсистем. Под частным параметром понимается такой диагностический параметр, который характеризует состояние отдельно взятого элемента, выявленное специальной методикой [2].

Техническое состояние двигателя внутреннего сгорания определяется совокупностью измеряемых (выходных) структурно-физических и диагностических количественных параметров, характеризующих работоспособность механизмов, узлов и деталей. Параметры могут иметь минимальное, допустимое и предельное значения. Основными задачами диагностирования двигателя являются прогнозирование его работоспособности и определение остаточного моторесурса путем сравнения измеренных параметров с допустимыми. Экономически невыгодно эксплуатировать двигатель, у которого потеря работоспособности составляет 30-40%.

Период сгорания топлива условно можно разделить на два – период сгорания во время впрыска и после впрыска топлива.

Интенсивность тепловыделения в начале впрыска топлива определяет жесткость работы двигателя. Под жесткостью работы понимается работа двигателя со стуками, которые возникают вследствие резкого нарастания давления при сгорании [3].

Основными параметрами, характеризующими процесс впрыскивания топлива в двигателях, являются:

- начало впрыскивания – момент появления струи топлива из распыливающих отверстий распылителя форсунки;
- геометрическое начало нагнетания – момент разобщения надплунжерного пространства секции ТНВД с наполнительными отверстиями плунжерной пары или начала подъема плунжера;
- характеристика впрыскивания – зависимость массы (объема) топлива, проходящего через распылитель форсунки, от времени или угла поворота кулачкового вала;
- цикловая подача топлива – количество топлива, подаваемого через форсунку за один ход плунжера;
- продолжительность впрыскивания – угол поворота коленчатого или кулачкового вала от появления струи топлива из распыливающих отверстий до момента конца впрыскивания;
- максимальное давление топлива – наибольшее давление в основных узлах системы впрыска и, прежде всего, в надплунжерной полости топливного насоса высокого давления (определяет нагрузку на его привод) и в подыгольчатой полости распылителя форсунки (характеризует качество распыливания топлива);
- коэффициент подачи топлива – отношение объема цикловой подачи топлива к объему, соответствующему геометрическому активному ходу плунжера;
- скоростная характеристика топливного насоса – это зависимость цикловой подачи топлива от частоты вращения кулачкового вала при постоянном геометрическом активном ходе плунжера.

Наибольшая эффективность улучшения качества процесса смесеобразования путем оптимизации конструкции распылителя достигается при согласовании параметров впрыскивания с формой камеры сгорания (КС) и аэродинамическими характеристиками воздушного заряда. Это обусловлено тем, что дизели работают в широком диапазоне режимов, а топливные системы со струйными форсунками в частичных скоростных и нагрузочных режимах не всегда обеспечивают необходимые характеристики топливоподачи. В частности, при снижении частоты вращения наблюдается уменьшение длины и ширины струи распыленного топлива, угла ее конуса и ухудшение мелкости распыливания. Это явление еще более выражено при уменьшении

подачи топлива. В результате топливо и воздух не могут одинаково эффективно использоваться в каждой зоне их смешения во всех режимах работы дизеля. Кроме того, КС в поршне смещается при движении последнего в процессе впрыскивания, вследствие чего зона оптимального смешения топлива и воздуха также изменяет свое положение. Причем местоположение этой зоны зависит от режима работы двигателя. В частности, для дизелей, имеющих объемно-пленочное смесеобразование, в основных режимах работы топливо подается в пристеночную область, а в режимах пуска и прогрева стенки КС относительно холодные, и топливо желательно впрыскивать в объем КС. Таким образом, целесообразно организовать коррекцию характеристик топливоподачи с учетом режима работы и смещения поршня в процессе рабочего цикла двигателя.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что совершенствование процессов топливоподачи и смесеобразования в дизелях является эффективным средством улучшения экономических и экологических показателей дизельных двигателей. У дизельных двигателей с нераздельными камерами сгорания требуемое качество объемного смесеобразования достигается за счет тщательного согласования формы, направления, длины струи топлива, высококачественного впрыскивания многоструйными распылителями форсунок закрытого типа с распыливающими отверстиями малого диаметра.

Эксплуатационные показатели работы дизелей во многом определяются качеством работы их топливных систем, поэтому конструктивному и технологическому совершенствованию топливных систем и их регулировкам в процессе производства и эксплуатации уделяется самое серьезное внимание.

Одним из важнейших параметров, характеризующих качество работы топливных систем, является равномерность топливоподачи.

Признаки неудовлетворительной работы форсунок – дымный выпуск, перебои в работе двигателя, плохой запуск, повышенная течь топлива через дренажное отверстие в колпаке форсунки, усиленное нагарообразование. Причиной неудовлетворительной работы форсунки является плохое качество распыливания вследствие износа запирающих конусов корпуса иглы, износа сопловых отверстий, штифта, распыливающего конуса (штифтовые форсунки), закоксовывания распылителя, снижения давления впрыскивания топлива. По мере износа форсунки увеличивается ход иглы, ухудшается плотность прилегания иглы к корпусу по запирающему конусу (подтекание топлива), искажается форма сопловых отверстий. При увеличении хода иглы, а также при износе поверхности соплового отверстия увеличивается пропускная способность. Неодинаковое изменение пропускной способности между отдельными форсунками, установленными на двигателе, в сочетании с неодинаковыми изменениями давления впрыскивания топлива увеличивают неравномерность подачи топлива по цилиндрам. При увеличенном ходе иглы эффективное проходное сечение распылителя в положении иглы на упоре в корпусе форсунки снижается, так как распыливающий конус, поднимаясь выше в сопле корпуса распылителя, сужает кольцевую щель, по которой топливо выходит из распылителя. Наблюдаются случаи зависания иглы. Одна из причин зависания – перегрев распылителя вследствие перекоса форсунки, вызванного неравномерной затяжкой гаек крепления форсунки (неконцентричное расположение распылителя в отверстии головки цилиндров).

Параметрами, контролируемыми при оценке технического состояния, являются качество распыления и угол факела распыленного топлива, давление начала впрыскивания топлива, герметичность, наличие подтекания топлива, звучность впрыскивания, ход иглы, перепад давления начала и конца впрыскивания топлива, закоксованность распылителя, пропускная способность форсунки, неравномерность подачи топлива по отдельным сопловым отверстиям многодырчатого распылителя форсунки.

Таким образом, изученные методы и средства диагностирования параметров функционирования сборочных единиц топливной системы многотопливного двигателя показали, что необходима разработка новых способов определения дополнительных параметров оценки качества работы топливной системы:

- форма впрыска топлива;
- длина впрыска топлива;
- направление впрыска топлива.

Учитывая особенности работы сборочных единиц и взаимосвязь между ними, необходимо определить состояние как отдельных элементов, так и системы в целом.

Список литературы

1. **Басуров В. М., Белов В. В.** Системы автомобильных и тракторных двигателей. Владимир, 2001. 68 с.
2. **Мигачев В. А.** Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей: сборник лабораторных работ: в 2-х ч. М., 2008. Ч. 1. 40 с.
3. **Федоров В. С.** Двигатель В-46-5М. Техническое описание. М.: Воениздат, 1987. 128 с.

ANALYSIS OF WORK OF COMBUSTION ENGINES FUEL SYSTEM AND PROBLEMS OF ITS DIAGNOSIS

Iskakov Serikzhan Tursynbaevich, Ph. D. in Military Sciences

National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – the Leader of the Nation
iskakova_nazgul@mail.ru

The article describes operating features of the fuel system of internal combustion, gives examples of diesel engines faults related to the fuel system, analyzes peculiarities of engines diagnosis, features of poor technical condition of the fuel system, control performance of the fuel system diagnosis, highlights the role of the nozzle in the fuel injection system in the combustion chamber, evaluates control parameters of the injector operation.

Key words and phrases: internal combustion engine; fuel system; fuel pump; nozzle; cylinder; fuel feed.