

моделирования в реальном времени установившихся и динамических режимов работы технических устройств широкого назначения.

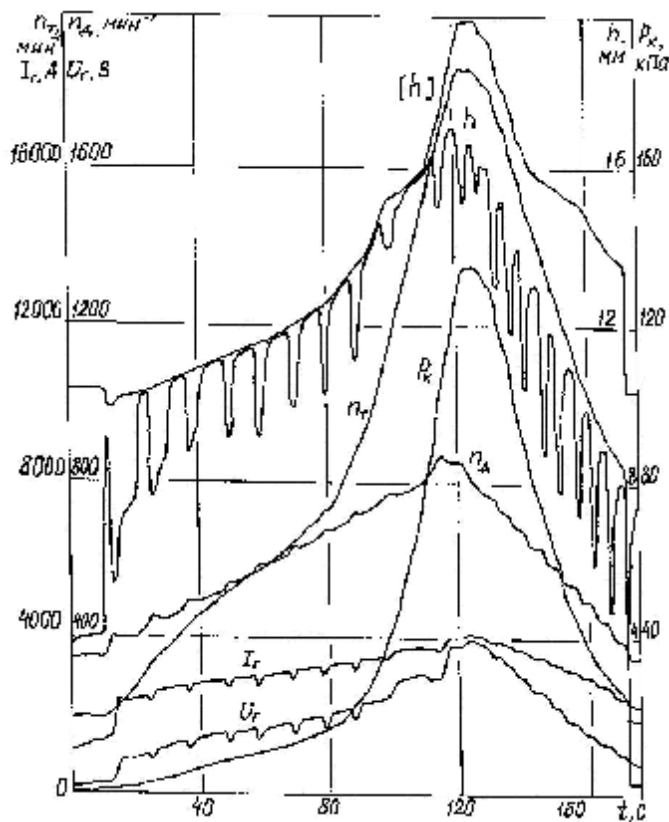


Рис. 2. Процесс управления тепло-возом

Литература.

1. Кузнецов А.Г. Стенд полунатурного моделирования динамических режимов энергетических установок с дизелями // Вестник МГТУ. Машиностроение. 2008. № 4. С. 25-29.
2. Кузнецов А.Г. Динамическая модель энергетической установки тепловоза // Вестник МГТУ. Машиностроение. 2009. № 3. С. 49-56.
3. Кузнецов А.Г. Динамическая модель дизеля // Автомобильная промышленность. 2010. № 2. С. 30-33.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МОТОРНЫЙ КОМПЛЕКС С СИСТЕМОЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТИПА «COMMON RAIL» ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ РАЗМЕРНОСТЬЮ D/S=13/14

Кулманакон С.П., Шашев А.В., Яковлев С.В., Кулманакон С.С. (Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова)

Одним из решений энергетических и экологических проблем в дизелестроение это обеспечение высокоэффективных способов смесеобразования и сгорания, с использованием системы топливоподачи повышенного давления типа «Common Rail» и с применением в качестве топлива как традиционного нефтяного, так и биотоплива.

Недостаточная достоверная информация о физических особенностях, протекающих процессов в цилиндре двигателя и недостатки математического описания процессов с данной системой топливоподачи, не позволяют составить полную оценку влияния системы топливоподачи «Common Rail» на рабочий процесс двигателя. На данный момент в Российской Федерации производство дизелей с собственной системой топливоподачи «Common Rail» отсутствует, используются зарубежные разработки топливной системы, не полностью адаптированные к особенностям двигателя.

На кафедре ДВС АлтГТУ им. И.И. Ползунова создан экспериментально-исследовательский комплекс на базе исследовательской одноцилиндровой установки УК-2, оснащенной системой топливоподачи «Common Rail» отечественной разработки, общий вид которой представлен на рисунке 1.

В качестве базового дизельного двигателя для экспериментального комплекса был использован исследовательский одноцилиндровый отсек УК-2. Двигатель УК-2 представляет собой одноцилиндровый отсек одного из самых распространенных типов двигателей – дизеля серии Д-440 и Д-460 размерностью D/S=130/140 производства ОАО «ПО АМЗ», который по деталям цилиндропоршневой группы, распылителям форсунок и многим деталям механизма газораспределения унифицирован с автомобильными двигателями ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 и ЯМЗ-240. Одноцилиндровый отсек УК-2 предназначен для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью изучения рабочего процесса. Применение данной моторной установки позволяет в широком диапазоне изменять регулировочные и конструктивные параметры, что облегчает проведение научных исследований. Для исследования рабочего процесса и сравнительного анализа параметров рабочего процесса при испытаниях двигатель может комплектоваться двух- и четырехклапанными головками цилиндра и соответствующими поршнями с различным расположением камеры сгорания. Для двухклапанной головки предусматривается поршень со смещенной от центральной оси камерой сгорания типа ЯМЗ. Для четырехклапанной головки предусматривается поршень с центральным расположением камеры сгорания.

Гидравлическая часть системы «Common Rail» включает: топливный насос высокого давления (ТНВД), гидравлический аккумулятор, электрогидравлическую форсунку и топливопроводы высокого давления. Данные узлы и агрегаты производства ЗАО АЗПИ (г.Барнаул). Разработанный ЗАО «Алтайский завод прецизионных изделий» топливный насос высокого давления предназначен для многоцилиндровых автотракторных двигателей и для одноцилиндрового двигателя УК-2 оказывается «переразмеренным», т.е. обладает значительно большей производительностью и требует значительной мощности для привода. В связи с этим был использован насос высокого давления со встроенным топливоподкачивающим насосом и регулятором производства фирмы BOSCH CR/CP3S3/L90/20-289S предназначенный для легковых и легких коммерческих автомобилей. Установленный в экспериментальном комплексе ТНВД, снабжен автономным приводом от электродвигателя с изменяемой частотой вращения, что позволяет обеспечить независимость режимов ДВС и ТНВД, а также автономное использование ТНВД при других исследованиях.

В аккумуляторе производства ЗАО АЗПИ установлен датчик давления и редукционный клапан. На внешней поверхности смонтированы входной и выходной патрубки высокого давления и выход патрубка низкого давления. Характеристикой системы является создание давления впрыска, которое не зависит от частоты вращения двигателя и цикловой подачи.

Выбор параметров аккумулятора давления преследует компромисс, посредством большого объема обеспечить как можно большую накопительную способность и способность демпфировать колебания, чтобы, с одной стороны, сохранять давление в аккумуляторе постоянным, а с другой стороны, динамично реагировать на изменения величины давления в аккумуляторе от заданного режима. Например, при запуске двигателя или в условиях динамичной смены нагрузки, когда в зависимости от нагрузки требуется высокая скорость изменения давления, тогда для этого необходим минимальный объем аккумулятора. С помощью моделирования всей системы в характерных точках нагрузки и контроля на гидравлических испытательных стендах определяют минимальный требуемый объем аккумулятора как функцию основного впрыска при заданной конфигурации двигателя. Тем самым

часто фактический объем аккумулятора больше минимального функционального объема, не оказывая при этом заметного влияния на требования к динамике процесса изменения давления. На выходе из аккумулятора установлены демпфирующие дроссели, которые обеспечивают демпфирование отраженных волн в пространстве между аккумулятором и форсунками. С функциональной точки зрения дроссели служат уменьшению нагрузки насоса и форсунок, а также демпфирования колебаний давления в магистралях, которые при многократном впрыске могут снизить качество дозирования.

Начало впрыска, продолжительность и цикловая подача управляются подаваемым на форсунку электрическим сигналом. Используемая в комплексе форсунка типа «1790» производства ООО АЗПИ является форсункой с электрогидравлическим управлением типа Bosch.

Исходная информация для сигнала форсунки обеспечивается соответствующими датчиками. Датчики регистрируют рабочие параметры (частота вращения, температура, давление и т.д.) и задаваемые величины (положение педали газа). Датчики и исполнительные механизмы обеспечивают взаимодействие и обмен информацией между различными системами двигателя и электронным блоком, объединяя их в единую систему обработки данных и управления.

Основу электрической части составляет блок управления M240 производства фирмы ООО АБИТ.

Система управления дизельным двигателем M240 (далее СУДД M240) предназначена для преобразования и обработки первичной информации, поступающей от датчиков, реализации алгоритмов управления и диагностики компонентов системы, формирования сигналов управления исполнительными механизмами, запоминания кодов неисправностей, поддержки диагностического канала обмена данными с диагностической аппаратурой дизельных двигателей с системой топливоподачи «Common Rail». Управляющая программа состоит из отдельных блоков, позволяющих менять значения параметров ДВС на различных режимах работы.

Программа обеспечивает следующие режимы работы:

- обеспечение работы ДВС на различных режимах;
- программирование основных показателей режимов работы в зависимости от режима;
- запись основных показателей ДВС во время работы – режим осциллографа;
- оперативное изменение параметров двигателя во время работы;
- сохранение изменения регулировок в ПЗУ и в файле;
- передачу данных для записи в ПЗУ из файла;
- просмотр осциллограмм быстропротекающих процессов.

В ходе экспериментов индицирование показателей рабочего процесса и топливоподачи дизеля, их последующая обработка проводится с помощью компьютерного комплекса Н-2000 и набора соответствующих датчиков и усилителей.

Давление внутри цилиндра регистрируется с помощью оборудования фирмы Kistler (пьезодатчик и пьезоусилитель). Для синхронизации полученных данных с положением поршня используется датчик положения коленчатого вала.

В качестве программного обеспечения (ПО) для комплекса Н-2000 используется пакет «ACTest». Программное обеспечение комплекса позволяет осуществлять настройку сценариев эксперимента, хранение и поиск нужного сценария в базе данных, проводить измерения в реальном масштабе времени с одновременной архивацией и визуализацией экспериментальных данных, просматривать и анализировать результаты. В реальном масштабе времени производится первичная ма-

тематическая обработка и допусковый контроль значений измеряемых параметров. Предусмотрена возможность масштабирования и прокрутки графиков.

Обработка индикаторных диаграмм осуществлялась по методу ЦНИДИ и методу анализа индикаторного КПД Матиевского Д.Д., с помощью программы, разработанной на кафедре ДВС Алтайского государственного технического университета.

Выхлопная система установки оснащена газоотводящими устройствами для отбора и анализа отработавших газов на дымность и содержание токсичных компонентов. Анализ отработавших газов проводится с помощью лабораторного газоанализатора QUINTOX – 9106, а замер дымности с помощью дымомера Bosch.

Также проводилось специальные исследования - оптическая регистрация процесса топливоподачи с помощью скоростных фото- и видеокамеры «Видео-Спринт» системы VS-СТТ-285/Х/Е-2001/М, производства ЗАО «НПК ВИДЕОСКАН». Первый этап исследований структуры факела распыленного топлива проводится с помощью экспериментального комплекса для оптического контроля дисперсного состава и пространственно-временных характеристик при атмосферном давлении. Для последующих этапов экспериментальных работ разработаны и изготовлены комплексы для оптических исследований характеристик и динамики развития топливного факела при наличии противодействия, на основе бомбы постоянного объема я.

Изготовленный экспериментальный комплекс топливоподачи «Common Rail» с повышенным давлением впрыска топлива, позволяет обеспечить изменение давления впрыска до 180 МПа в широком диапазоне опережения угла опережения впрыска и формирования характеристик впрыска с несколькими импульсами (до двух пилотных, основной и последующей).

Использование комплекса позволяет оценить работу дизеля по показателям мощности, экономичности, вредным выбросам, проанализировать тепловыделение и эффективность использования теплоты в рабочем цикле при изменении давления впрыска топлива, закона топливоподачи, нагрузки.



Рис. 1. Общий вид экспериментально-исследовательского комплекса

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

Литература:

1. Экспериментальный комплекс с системой топливоподачи «Common Rail» / С.П.Кулманаков, А.В.Шашев, С.В.Яковлев, С.С.Кулманаков, В.А.Казанцев //

2. Пат. 2347626 РФ, МПК⁷ В 05 В 12/08. Оптический способ определения качества распыливания жидкости распылителем [Текст] / Евстигнеев В.В., Еськов А.В., Зрюмов Е.А. и др.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО "АлтГТУ им. И.И. Ползунова" (Алт). – № 2007134776/12; опубл. 27.02.2009, Бюл. №6. – 8 с. : ил.

3. Пат. 2183509 РФ, МПК⁷ G 01 P 5/18. Способ определения качества распыливания жидкости распылителем [Текст] / Гуляев П.Ю., Еськов А.В., Евстигнеев В.В. и др.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – №2001108025/12; опубл. 20.06.02, Бюл. №17 (II ч.). – 3 с. : ил.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ 1С 13/14 С СИСТЕМОЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТИПА «COMMON RAIL» И СО ШТАТНОЙ ТОПЛИВОПОДАЮЩЕЙ АППАРАТУРОЙ.

Кулманакوف С.П., Шашев А.В., Яковлев С.В., Кулманакوف С.С., (Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова)
Дробышев О.В. (ЗАО «Алтайский завод прецизионных изделий»)

В настоящее время для повышения экономических и экологических характеристик для дизельных двигателей используют системы топливоподачи повышенного давления. Наиболее широко применяется система питания типа «Common Rail».

Повышение давления до 160 – 180 МПа приводит к значительным изменениям процесса смесеобразования и сгорания. Экспериментальные исследования проведенные на кафедре ДВС в Алтайском государственном техническом университете позволили выявить различия рабочего процесса на установке, оснащенной системой «Common Rail» (CR) и штатной топливоподающей аппаратурой.

В качестве примера приведено сравнение параметров рабочего процесса дизельного двигателя, работающего на частичном режиме ($P_i = 0,44$ МПа при $n = 1750$ мин⁻¹). Проведение анализа данных полученных при индицировании показало следующее.

При рассмотрении процесса сгорания в дизельном двигателе, выделяют:

1. фазу подготовки к процессу сгорания – период индукции, который длится от момента начала подачи до момента воспламенения топлива в цилиндре двигателя, фиксируемого отрывом кривой изменения давления от линии сжатия;
2. фазу быстрого сгорания – период, ограниченный моментом начала сгорания и моментом достижения давления внутри цилиндра максимума;
3. фазу медленного (диффузионного) сгорания – период, находящийся между точкой максимального давления и точкой достижения максимальной температуры цикла;
4. фазу последующего догорания на линии расширения.

Для системы «Common Rail» вследствие уменьшения размера капель, более лучшего использования воздушного заряда наблюдается уменьшение периода задержки воспламенения. При одинаковом начале угла топливоподачи отрыв линии сгорания от линии чистого сжатия для системы CR наблюдается раньше на 1-2° п.к.в., при этом в фазе задержки самовоспламенения происходит снижение скорости изменения давления по сравнению с штатной системой (рис.1). Сравнивая графики изменения температуры, можно увидеть, что для системы CR происходит