

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДРОБЯЩЕГО ВПРЫСКА

Бирюк В.В.¹, Горшкалев А.А.¹, Звягинцев В.А.¹, Каюков С.С.²,
Кузнецов В.В.³, Леонович Г.И.⁴, Лысенко Ю.Д.¹.

¹Самарский университет, г. Самара, Agorsh@bk.ru

²ООО «Самаранипинефть», г. Самара

³ИАЦ «Наука» РАН, г. Москва

⁴СПИ РАН, г. Москва

Ключевые слова: система топливоподачи дизельного двигателя, дробящий впрыск, многофазный впрыск, быстродействие распылителя, распылители закрытого типа.

Современные системы топливоподачи дизелей развиваются в перспективном направлении по формированию кратковременных высокорасходных импульсов впрыска электроуправляемыми форсунками, при этом имеются ограничения по скорости срабатывания привода и обеспечиваемому расходу. Альтернативой управляемого многофазного впрыска является его неуправляемый аналог – дробящий впрыск. Для него характерна физическая картина повторяющихся циклов аккумуляции энергии за счет сжатия топлива при закрытой игле, быстрого её открытия, с выдачей порции топлива и падением давления, способствующим закрытию иглы [1]. В настоящее время этот режим не используется в связи с низким быстродействием распылителей и невозможностью согласования режима этого впрыска с режимом работы СТП и в целом проявляется как нестационарная, кратковременная дополнительная турбулизация потока на малых подачах в отверстиях распылителя. Однако при повышении быстродействия распылителя с помощью этого режима возможно:

- решить проблему качества распыливания на малых оборотах ДВС;
- сузить диапазон рабочего давления впрыска;
- улучшить расходную характеристику распылителя.

Известно [2], что на быстродействие распылителя оказывают влияние масса подвижной иглы, масса и характеристики пружины и, в случае наличия электромагнитного или пьезоуправляющего клапана, параметры управляющего узла. Для оценки этих факторов в анализе направлений повышения быстродействия форсунки дизеля для реализации дробящего впрыска использовался метод [3, 4, 5] подразумевающий согласование характеристик сил, действующих на запорный элемент. Он показал свою эффективность применительно к электромагнитной форсунке впрыска бензина при снижении потребного тягового усилия электромагнита.

Этот метод был использован в качестве инструмента анализа путей повышения характеристик быстродействия распылителя закрытого типа форсунки для реализации дробящего впрыска путём построения диаграммы состояний иглы, представляющей собой совмещенный график статических характеристик сил, действующих на иглу: упругого усилия возвратной пружины и открывающего иглу гидравлического усилия, действующего на её дифференциальную площадку, а также на кончик иглы при её открытии.

Для подтверждения вывода о перспективности распылителя с малодифференциальной иглой, сделанного на основании анализа диаграмм состояний была создана модель в программном пакете LMS Imagine.Lab AMESim [6].

Для определения влияния параметров распылителя закрытого типа на процесс дробящего впрыска были выполнены расчеты вариантов модели, представляющих собой последовательность шагов по преобразованию серийного распылителя ЯЗДА 33-12 форсунки ФД22 [7] в быстродействующий распылитель с малодифференциальной иглой, для пяти значений прямоугольного закона топливоподачи, при соблюдении принципа равенства цикловой дозы, что обеспечивалось постоянством произведения значения и времени подачи топлива.

Максимальная подача выбиралась, исходя из максимального давления (принятого равным 200 МПа), достигаемого перед отверстиями за цикл впрыска в модели с наименьшим быстродействием, а минимальная подача – исходя из наличия у этой модели режима дробящего впрыска с посадкой иглы на седло. Наличие пяти значений подач необходимо для подробного анализа особенностей и изменений характера работы распылителей.

В итоге, на основе результатов моделирования в LMS Imagine.Lab AMESim было установлено, что совокупность технических решений обеспечивает принципиально новые свойства, заключающиеся:

- в отсутствии характерной для высокодифференциальных игл стабилизации колебаний, отскока от положения полного открытия и колебаний при закрытии;

- характерных для режимов малых подач перемещений малодифференциальной иглы в виде импульсов полного хода открытия с последующей посадкой на седло и выстоем до следующего импульса, в отличие от высокодифференциальной иглы, совершающей непрерывные колебания с меньшим периодом без посадки на седло;

- характерном для режимов дробящего впрыска, особенно с посадкой малодифференциальной иглы на седло, проявлении изменений подачи посредством изменения скважности импульсов при практически неизменных максимальных значениях расхода через отверстия распылителя.

На основании вышеизложенного рекомендуемые направления повышения быстродействия распылителя форсунки заключается в минимизации дифференциальной площадки и массы малодифференциальной иглы, а также возможность использования управления натяжением пружины иглы и изменения давления открытия приводящего к изменению количества и объёма фазовых доз дробящего впрыска для целей управления впрыском.

Список литературы

1. Николаев, А.Г. Повышение топливной экономичности судовых дизелей посредством дробящего впрыскивания [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.08.05 / А.Г. Николаев – Новосибирск: Новосибирский институт инженеров водного транспорта, 1983. – 160 с.
2. Grekhov L V, Ivashchenko N A and Markov V A 2013 Fuel equipment and diesel engine control system: Textbook for Universities (Publishing House of the Legion-Avtodata) p.292
3. Заявка 2012149723 Российская Федерация, МПК8 F 02 М 51/06, F 02 М 61/16. Электроуправляемая форсунка [Текст] / Зуев Б. К.; Заявитель Зуев Б. К. – № 2012149723/06; заявл. 25.05.2010; опубл. 27.06.2014, Бюл. № 18. – 2 с.
4. Звягинцев, В.А. Направления совершенствования электромагнитных форсунок для двигателей автомобилей [Текст] / В.А. Звягинцев, Б.К. Зуев, Ю.Д. Лысенко // Вестн. СГАУ. – 2006. – №2. – С. 32–36.
5. Пат. 2327897 Российская Федерация, МПК8 F 02 М 51/06. Электромагнитная форсунка [Текст] / Звягинцев В.А., Зуев Б.К., Лысенко Ю.Д.; заявитель и патентообладатель ООО НПК «Базальт». – № 2006131309/06; заявл. 31.08.2006; опубл. 27.06.2008, Бюл. № 18. – 9 с.
6. LMS Imagine.Lab AMESim. AMESim Rev 13 Tutorial guide [Text], November 2013. – 152 p.
7. Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82 [Текст]: учеб. пособие / И.П. Ксенович, С.Л. Кустанович, П.Н. Степанюк [и др.] — М.: Изд-во «Колос», 1975. — 256 с.

Сведения об авторе

Бирюк Владимир Васильевич, Самарский университет, д-р техн. наук, профессор кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: вихревой эффект и его применение в технике, тепломассообмен, термодинамика.

Горшкалев Алексей Александрович, старший преподаватель кафедры теплотехники и тепловых двигателей, научный сотрудник НОЦ ГДИ – 209. Область научных интересов: рабочий процесс двигателей внутреннего сгорания.

Звягинцев Виктор Александрович, Самарский университет, канд. техн. наук, доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. Область научных интересов: системы топливоподачи двигателей.

Каюков Сергей Сергеевич, Общество с ограниченной ответственностью «Самарский научно-исследовательский и проектный институт нефтедобычи», канд. техн. наук, ведущий инженер отдела мониторинга разработки месторождений Волго-Уральской НПП. Область научных интересов: моделирование процессов тепловых машин.

Кузнецов Владимир Викторович, Информационно-аналитический центр «Наука» РАН, д-р техн. наук, заместитель руководителя центра. Область научных интересов: системы топливоподачи двигателей, системы управления,

Леонович Георгий Иванович, Секция прикладных проблем при Президиуме РАН, д-р техн. наук, профессор, начальник Поволжского отделения Секции прикладных проблем при Президиуме РАН. Область научных интересов: системы управления, информационно-измерительные устройства и системы.

Лысенко Юрий Дмитриевич Самарский университет, канд. техн. наук, доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. Область научных интересов: системы топливоподачи двигателей.

ANALYSIS OF DIRECTIONS FOR INCREASING THE SPEED OF A DIESEL INJECTOR FOR IMPLEMENTING CRUSHING INJECTION

Biryuk V.V.¹, Gorshkalev A.A.¹, Zvyagintsev V.A.¹, Kayukov S. S.²,
Kuznecov V.V.³, Leonovich G.I.⁴, Lysenko Yu.D.¹.

¹Samara National Research University, Samara, Agorsh@bk.ru

²Samara Design and Research Institute on Crude Oil Production, Samara

³Information and Analytical Center «Science» of the Russian Academy of Sciences, Moscow

⁴Section of Applied Problems at the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Keywords: diesel engine fuel supply system, crushing injection, multiphase injection, spray speed, closed spray nozzles.

This report set contains information about the analysis of directions for increasing the speed of a diesel injector for implementing crushing injection.