

УДК 536.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВПРЫСКА ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПРОГРАММЕ IMAGEJ

С.А. Осипенко, А.А. Иванов, И.Ю. Пермяков, М.П. Бороненко
Югорский государственный университет
г. Ханты-Мансийск

Статья посвящена оценке качества работы двигателей внутреннего сгорания по цифровому изображению топливной струи.

Ключевые слова: высокоскоростные видеокамеры, цифровая обработка изображений, впрыск топлива.

Одной из центральных проблем совершенствования рабочих процессов, происходящих в двигателе внутреннего сгорания является смесеобразование [1]. Экономичность рабочего процесса, скорость нарастания давления при сгорании, максимальное давление, дымность и токсичность выпускных газов, а также пусковые свойства дизеля напрямую зависят от смесеобразования, воспламенения и последующего сгорания топлива. При изготовлении топливных распылителей даже небольшие отклонения от паспортных размеров составляющих деталей и узлов приводят к ухудшению качества распыливания. При визуальном наблюдении впрыскиваемое топливо должно быть туманообразным, без сплошных струек и легко различимых местных сгущений [2]. Процесс распыливания-смесеобразования в камере сгорания двигателя скоротечен и занимает менее 6 мс, поэтому различить местные неоднородности в топливоздушном потоке без специальных приборов практически невозможно.

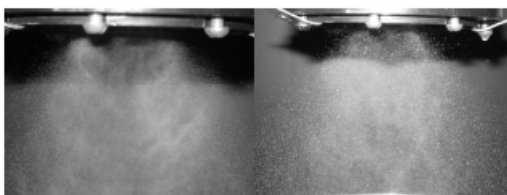


Рисунок 1 – Фотографии факелов нового форсуночного модуля и исходного устройства при 3 кПа перепада давления воздуха [1]

Данная работа представляет методику получения количественных характеристик факела струи: корневые углы топливных факелов, их длину, наличие местных сгущений и струек. Методика основана на использовании программного продукта ImageJ. Для апробации методики были взяты из работы [1] фото-

графии факела нового форсуночного модуля и факела распыливания для исходного устройства при 3 кПа перепада давления воздуха.

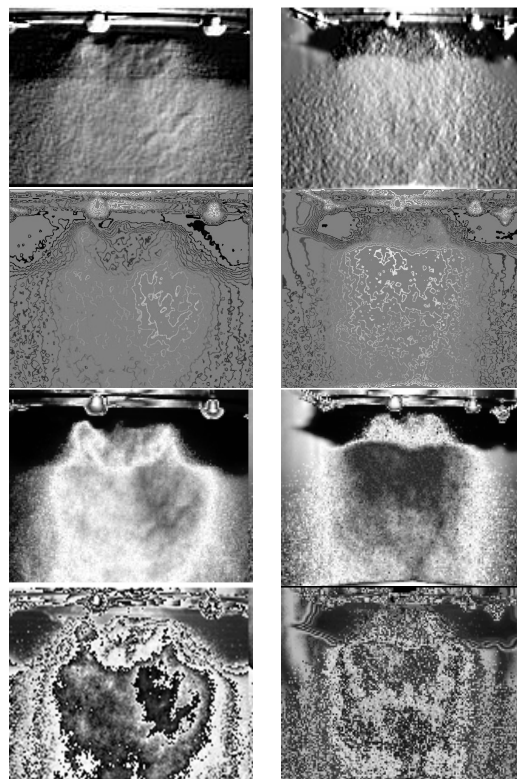
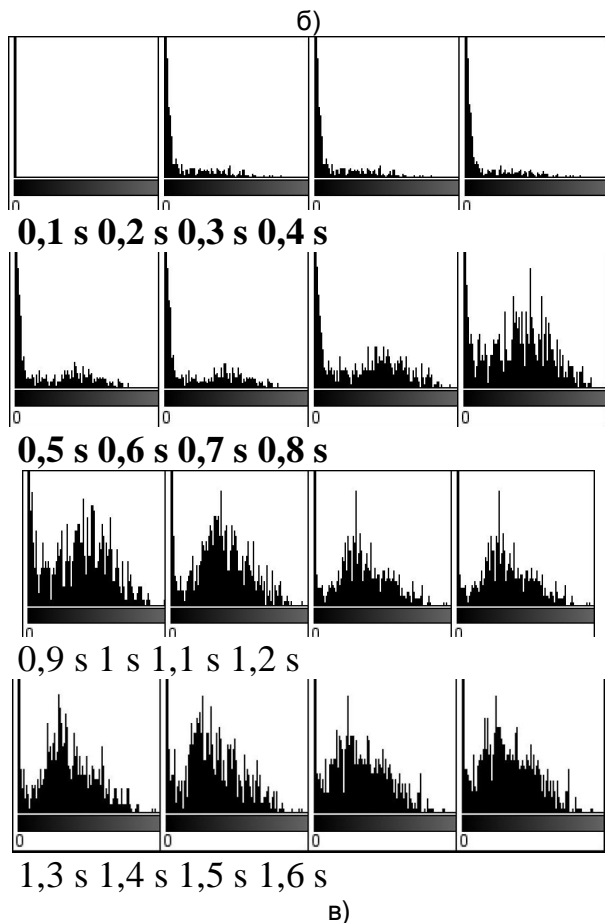
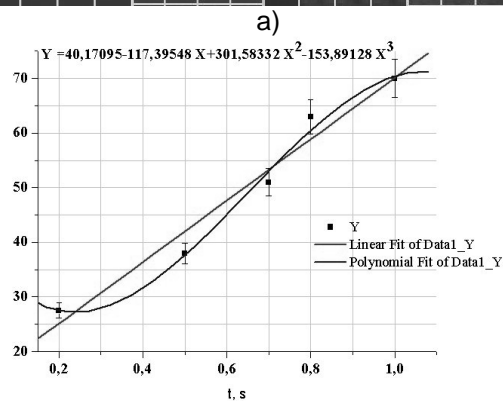
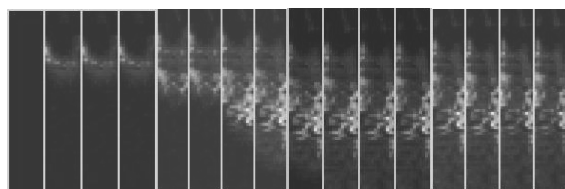


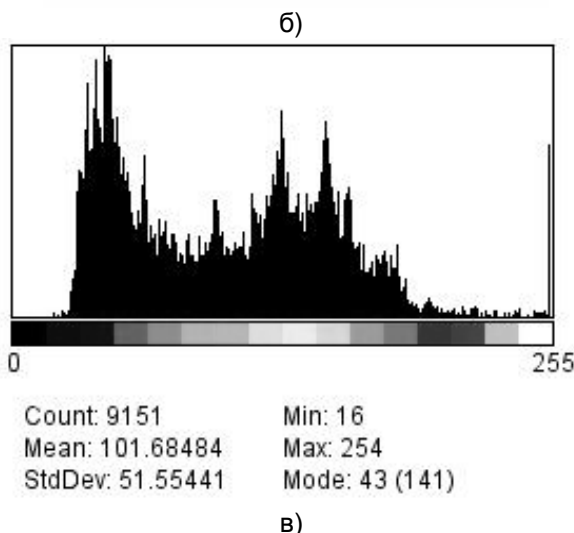
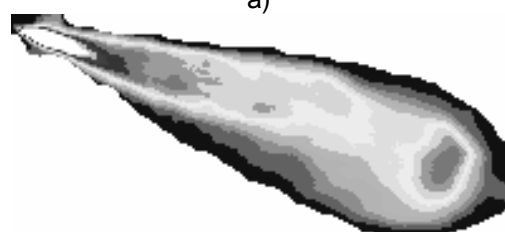
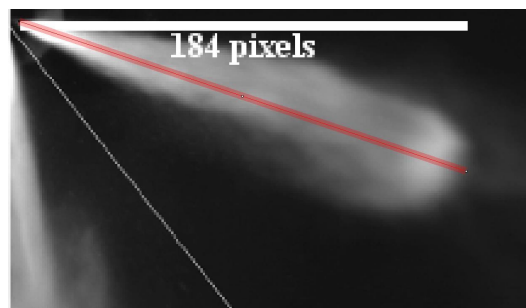
Рисунок 2 – Фотографии структуры топливного факела нового форсуночного модуля (слева) и исходного устройства (справа), обработанные в программе ImageJ

Для примера расчёта скорости использовался видеофрагмент распыла топлива форсункой Nissan Atlas. По оси Y откладывались координаты точек максимального удаления от точки распыла. Расстояние задано в пикселях. По оси X – соответствующий момент времени.



в)
Рисунок 3 – Исследование струи:
а) Изменение оптической неоднородности исследуемой струи с течением времени 0.1s, 0.2s, 0.3s, 0.4s, 0.5s, 0.6s 0.7s 0.8s, 0.9s, 1s, 1.1s, 1.2s, 1.3s, 1.4s, 1.5s, 1.6s; б) зависимость координаты фронта распространения струи в от времени в) гистограмма оптической плотности струи

Методика позволяет получить также данные о корневых углах топливных факелов, их длине. Для анализа были взяты экспериментальные данные видеорегистрации процесса распыления топлива, полученные в работах [2, 3], с использованием системы «Видеоскан» VS-SST-285 с экспозицией 39 мкс, время задержки синхроимпульса от датчика давления – 300 мкс.



в)
Рисунок 4 – Изображения топливной струи:
а) Оригинал фото [3] б) Яркостные зоны, выделенные на изображении топливной струи в) Гистограмма оптической плотности изображения топливной струи

В нашей системе оптическое изображение запылённой струи, проходя через объектив высокоскоростной видеокамеры Видео-Спринт, попадает на светочувствительную

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВПРЫСКА ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПРОГРАММЕ IMAGEJ

область матрицы прибора с зарядовой связью (ПЗС), где происходит экспозиционное (от 2 мкс) накопление заряда (размер светочувствительной области - 15.3*12.3мм, диагональ 19.67мм; размер пикселя - 12*12мкм). Затем происходит оцифровка данных аналого-цифровым преобразователем (АЦП) разрядностью 10 бит; и запись видеофайлов - 8 бит. После дискретизации и квантования сигнала в АЦП изображение в памяти видеокамеры представляет собой матрицу, каждый элемент которой является пикселем определенной яркости. Таким образом, мы получаем изображение в виде пространственного распределения энергетической освещенности на плоскости, в виде двумерных массивов точек. Из изображения топливной струи на рисунке 4, б), в) видно, что максимальная концентрация топлива наблюдается у распылителя, в начальной зоне («корневом» участке) струи и во фронте «затопленной» струи, но меньше, чем в «мантии» факела распылителя.

Результат обработки экспериментальных данных по предлагаемой методике согласуется с ранее полученными результатами, что говорит о возможности эффективного использования программной среды ImageJ в виртуальных приборах контроля [4, 5], для получения численных характеристик о топливных струях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. E. Rule, F. J. Suellentrop, T. A. Perls Optical Method for Measurement of Vibration, «Rev. Scientif. Instrum.» 1959. № 1. P. 40-41.
2. Свищула А.Е., Матиевский Д.Д., Гуляев П.Ю., Еськов А.В. Экспериментальное исследование характеристик топливных струй дизельных форсунок // Двигателестроение, 1999, №1, С.29-31.
3. А.В. Еськов, А.Е. Свищула Система контроля качества распылителей на основе скоростной съемки и обработки изображения топливных струй / Ползуновский вестник № 4 (20). 2006. С. 73-77
4. Патент 2147749 Российская федерация, МПК7 G 01 P 5/18. Способ определения скорости импульсного аэродисперсного потока [Текст] / Евстигнеев В.В., Гуляев П.Ю., Еськов А.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Алтайский государ. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. - № 98105869/28; заявл. 23.03.98; опубл. 20.04.00, Бюл. № 11. - 3 с. : ил.
5. Патент 2183509 Российская федерация, МПК7 G 01 P 5/18. Способ определения качества распыливания жидкости распылителем [Текст] / Гуляев П.Ю., Еськов А.В., Евстигнеев В.В., Карпов И.Е., Яковлев В.И.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Алтайский государ. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. - №2001108025/12; заявл. 26.03.01; опубл. 20.06.02, Бюл. №17 (II ч.). - 3 с. : ил.

Осипенко Семён Анатольевич – студент, тел.: (3467) 357-797, e-mail.: shs_lab@ugrasu.ru; Иванов Александр Александрович – студент; Пермяков Иван Юрьевич – студент; Бороненко Марина Петровна – аспирантка.