

ТРАНСПОРТНОЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

621.43.013.4, 53.082.534

СТЕНД ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТОПЛИВНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ПО СКОРОСТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПОТОКА РАСПЫЛЕННОГО ТОПЛИВА

Канд. техн. наук А.В. ЕСЬКОВ

Рассмотрены метод и созданный экспериментальный стенд исследования скоростных характеристик фронта и шлейфа потока распыленного топлива, которые основаны на регистрации оптической плотности топливного потока в атмосферных условиях. Приведены результаты регистрации, позволяющие рассмотреть структуру и скорости масс распыленного топлива. Рассмотренный экспериментальный стенд дает предпосылки к созданию стенда комплексного контроля топливных распылителей в условиях массового производства с целью разбивки на группы однотипных параметров.

Methods and the created experimental stand which enables to research high-speed performances of front and stub line of a sprayed fuel stream based on registration of optical density of that stream in atmospheric conditions are considered. Results of the registration allowing to consider structure and speeds of masses of the sprayed fuel are represented. The considered experimental stand gives a premise for creation a complex monitoring stand and examining fuel sprays in conditions of mass production with the purpose of decomposition on groups of the same parameters.

Для увеличения эффективности использования воздушного заряда цилиндра, лучшего распределения топлива по окислителю необходимо использование специальных методов исследования развития топливной струи, взаимодействия ее с окружающей средой и стенками камеры сгорания, позволяющими установить взаимосвязь между параметрами топливной струи, геометрией камеры сгорания и др. с показателем эффективности использования воздушного заряда цилиндра. От скорости частиц в струе зависит доля топлива, попавшая на стенки камеры сгорания и определяющая процесс догорания.

В Алтайском государственном техническом университете на кафедре Экспериментальной физики совместно с кафедрой ДВС на базе топливного стенда MIRKEZ разработан и апробирован измерительный стенд для получения скоростных характеристик топливного потока [1]. На топливном стенде MIRKEZ 1 установлен насос высокого давления 2 (рис. 1). Топливо под давлением по трубопроводу 3 поступает в форсунку 5, установленную на штативе 4. Распылитель форсунки генерирует дисперсный топливный поток 6, развивающийся через сечения 7 и 8. Сечение состоит из кольца, в котором оппозитно друг другу расположены светоизлучатель и фотодатчик. С фотодатчика электрический сигнал поступает на блок обработки сигналов 11, и далее в цифровой форме в ЭВМ 12. Параллельно осуществляется регистрация динамики изменения давления тензодатчиком 9, сигнал с которого обрабатывается на специальном тензометрическом усилителе 10 и подается на вход блока обработки сигналов 11. Работа блока обработки сигналов 11 осуществляется от устройства синхронизации 14 с валом топливного насоса 2. На рисунке так же отображен индуктивный датчик хода иглы распылителя 13, который подключался к другому каналу тензометрического усилителя 10.

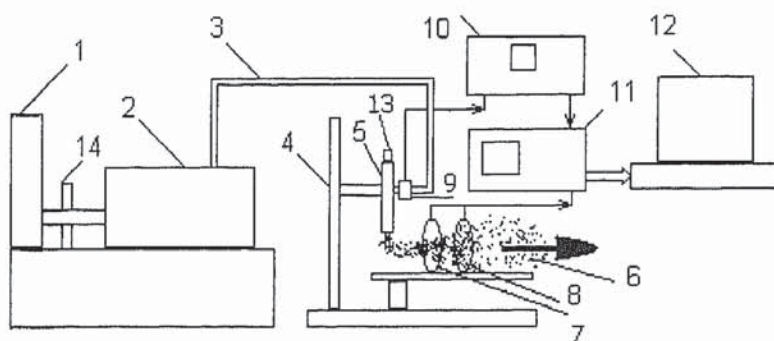


Рис. 1. Схема стенда определения скоростных характеристик топливного потока

На рис. 2 изображено изменение оптической плотности топливного потока в сечениях на расстоянии 5 и 10,3 см от носика по оси распылителя Алтайского завода прецизионных изделий с 5 сопловыми отверстиями $d = 0,25$ мм, установленный на форсунку ФД-22. Опыты проводились при атмосферных условиях. Начало впрыска сопровождается резким (80 градаций за 200 мкс) уменьшением интенсивности световой волны по причине прохождения уплотненной головной части струи с высокой концентрацией капель топлива. Спад же сигнала в конце впрыска относительно плавный (80 градаций за 2 мс), что объясняется процессом распада жидкой струи и образованием шлейфа из мелких капель, следующих за основной массой потока. После пролета основной части потока через сечения, мелкая фракция топлива в хвосте потока движется с относительно малой скоростью и образует топливо-воздушную взвесь, остающуюся от части в диагностической камере. Избавиться от этого недостатка поможет применение продувания диагностической камеры с оптическими сечениями воздухом с минимальной скоростью топливного потока. Экспериментально полученные значения скорости вершины факела на оси струи [2, 3], лежащие в интервале от 20 до 80 м/с для дизеля 2Д70, позволяют сделать вывод о соответствии экспериментально полученных значений скорости фронта общеизвестным исследованиям [5].

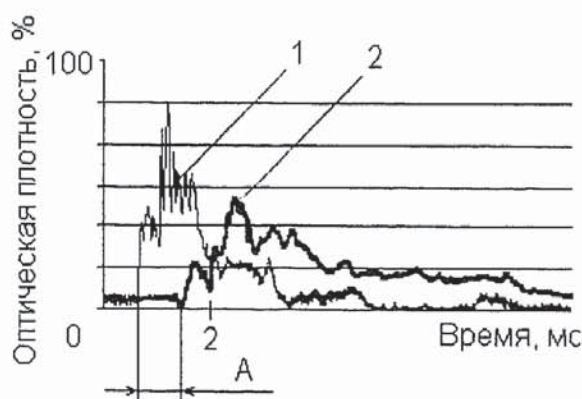


Рис. 2. Изменение оптической плотности топливного потока в сечении на расстоянии 5 и 10,3 см от носика распылителя; А — время для определения скорости фронта

Исследование скорости топливного потока по зарегистрированному изменению интенсивности световой волны дает интегральную характеристику впрыска — изменение массы потока, проходящего через выбранные сечения. Из интегральной характеристики определяются времена задержек порций масс топлива, выраженных в %, зная базовое расстояние, строится гистограмма распределения скоростей масс топливного потока. Ре-

гистрация динамики давления топлива в трубопроводе перед форсункой позволяет лучше объяснить получаемые результаты распределения скоростей топливных масс в потоке.

Из рис. 2 видно, что основная масса частиц, вероятно находящаяся в головной части топливного потока, встречая сопротивление неподвижной среды, движется со скоростью 10—20 м/с. Частицы топлива, находящиеся в шлейфе потока, могут двигаться с большими скоростями, но их масса меньше частиц во фронте. Большая масса частиц в головной части свидетельствует о переобогащении этой зоны топливом.

В ходе эксперимента увеличивалась частота вращения кулачкового вала ТНВД, вследствие чего увеличивалась скорость объемной подачи и максимальное давление топлива перед форсункой. При увеличении частоты вращения кулачкового вала с 500 до 850 мин⁻¹ максимальное давление топлива перед форсункой возросло с 39,6 до 54,8 МПа (на 38 %) за счет возрастания объемной скорости вытеснения топлива плунжером и снижения утечек, а средняя скорость фронта увеличилась с 76,7 до 90,6 м/с (на 18 %).

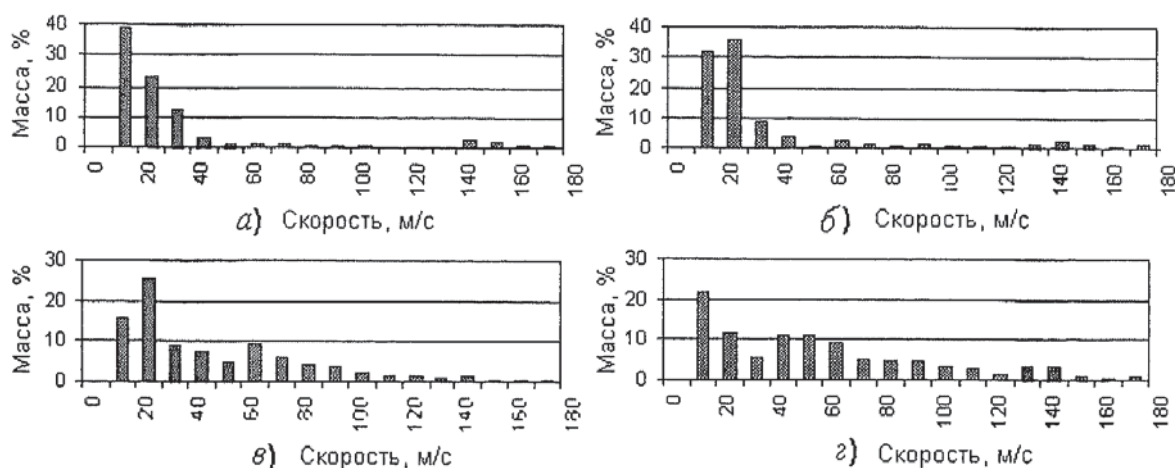


Рис. 3. Гистограмма распределения масс топлива в потоке по скоростям: а — $n_{\text{кыл}} = 500 \text{ мин}^{-1}$; б — $n_{\text{кыл}} = 650 \text{ мин}^{-1}$; в — $n_{\text{кыл}} = 750 \text{ мин}^{-1}$; з — $n_{\text{кыл}} = 850 \text{ мин}^{-1}$

Анализ гистограмм распределения частиц потока по скоростям для различных частот вращения вала ТНВД [4], полученного в результате обработки экспериментальных данных (рис. 3) выявил: при увеличении частоты вращения вследствие роста давления топлива перед форсункой наблюдается перераспределение скоростей частиц топливного потока в зависимости от массы.

С возрастанием давления топлива перед форсункой происходит увеличение количества массы топлива, движущейся с большими скоростями (например, при $n_{\text{кыл}} = 500 \text{ мин}^{-1}$ около 26 % массы топлива движется со скоростью больше 50 м/с, а при $n_{\text{кыл}} = 850 \text{ мин}^{-1}$ уже 52 %).

Приведенная методика определения скоростных характеристик массопереноса топливного потока дает предпосылки к созданию стенда комплексной диагностики топливных распылителей в условиях массового производства с целью разбивки их на группы однотипных параметров. Такой подход предполагает принятие производственного эталона — распылителя и топливного насоса с наилучшей скоростной характеристикой впрыска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспериментальный стенд диагностики и контроля характеристик массопереноса распыленного топлива дизельной форсункой. / Матиевский Д.Д., Свистула А.Е., Еськов А.В. и др. // Двигатели внутреннего сгорания. Всеукраинский научно-технический журнал. Харьков: НТУ «ХПИ». — 2004, №2(5). — 156 с.

2. Разлейцев Н. Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. — Харьков: «Вища школа», 1980. — 170 с.
3. Экспериментальное исследование скоростей движения жидкой и газообразной фаз в дизельном топливном факеле / Калужин С. А., Романов С. А., Свиридов Ю. Б. // Двигателестроение. — 1980. — № 7. — С. 5—8.
4. Способ определения скорости импульсного аэродисперсного потока / Евстигнеев В. В., Гуляев П. Ю., Еськов А. В. // Патент RU №2147749. БИМП — №11 20.04.2000. — С. 226—227.
5. Исследование повторяемости и определение скорости фронта импульсного дисперсного потока жидкого топлива. / Матиевский Д. Д., Свистула А. Е., Еськов А. В. и др. // Актуальные проблемы теории и практики современного двигателестроения: Труды Международной научно-технической конференции. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. — 263 с.

621.313.2.014:621.33

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ И ПРОЦЕССОВ СУШКИ УВЛАЖНЕННОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Д-р техн. наук, проф. Ш. К. ИСМАИЛОВ, д-р техн. наук, доц. В. П. СМИРНОВ,
д-р техн. наук, проф. А. М. ХУДОНОВ

Рассмотрена проблема актуальности исследований режимов и процессов сушки увлажненной изоляции обмоток электрических машин подвижного состава. Приведены факторы, оказывающие существенное отрицательное воздействие на электрическую прочность изоляции обмоток и определены основные задачи обеспечения ее надежности. Описаны как физико-химические процессы, происходящие в объеме твердых тел (в обмотках полюсов, якоря, кабелей), так и на их поверхности, непосредственно подвергающиеся воздействию окружающей агрессивной среды.

Предложены новые ресурсосберегающие принципы, методы, способы и средства по сушке увлажненной изоляции ТЭД.

The problem of the research's urgency of modes and processes of drying the humidified isolation of electric machines of a rolling stock's windings was examined. The factors rendering essential negative influence on the electric durability of winding's isolation, were given and the primary goals of its reliability's maintenance were determined. Both the physical and chemical processes occurring in the firm body's volume (in windings of poles, anchors, cables), and on a surface, directly exposed to influence of environmental excited environment were described. While in service an electric rolling stock isolation of windings of traction and auxiliary electric machines and electric devices is humidified, that results in sharp reduction of electric durability and demands realization of drying. New alternative principles, methods, ways and means on drying the humidified isolation of the traction electric motor, based on use of a longitude-faltering way of electrocalorificous installation control with a descending level of power capacity for each of the subsequent cycles of the moisture's evaporation from isolation of traction electric machine's windings, were offered. Faltering principles of processes control of drying the humidified isolation will allow receiving not only effect from the savings of energy, but also will provide high quality indicators at use of various methods of drying.

Анализ статистических данных по отказам электрооборудования электровозов постоянного (ВЛ10 и ВЛ10У, ВЛ11, ВЛ15) и переменного (ВЛ80К,Р,Т,С, ВЛ85) тока на Западно-Сибирской, Красноярской и Восточно-Сибирской железных дорогах за последние 25 лет показывает, что на долю ТЭД приходится более 20% от всех неисправностей. Наиболее важным и уязвимым узлом тяговых электродвигателей и вспомогательных электрических машин (ТЭД, ВЭМ) и электрических аппаратов является электрическая изоляция обмоток, полюсов, якоря, катушек