

УДК 621.43.013.4, 53.082.534

Д.Д. Матиевский, д-р техн. наук, А.Е. Свистула, канд. техн. наук,
А.В. Еськов, канд. техн. наук, А.В. Клочков, асп.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАССОПЕРЕНОСА РАСПЫЛЕННОГО ТОПЛИВА ДИЗЕЛЬНОЙ ФОРСУНКОЙ

Известно, что от скорости капле в струе зависит доля топлива, попавшая на стенки камеры сгорания и определяющая процесс догорания.

Возникает задача разработки и использования специальных методов исследования, позволяющих установить взаимосвязь между параметрами топливной струи, геометрией камеры сгорания и др. с показателем эффективности использования воздушного заряда цилиндра.

Движущийся поток распыленного топлива нормально к направлению распространения пронизывает световое излучение в нескольких сечениях [1]. По закону Ламберта-Бера, относительная интенсивность светового излучения

$$J(t) = \frac{I(t)}{I_0} = \exp\{-\alpha nL\}, \quad (1)$$

где α - оптический коэффициент потока;

n - концентрация капле в объеме потока, пронизанном световым излучением;

L - толщина импульсного дисперсного потока в соответствующем сечении. Тогда относительный выходной сигнал фотодатчика:

$$\frac{U_i(t)}{U_0} = \frac{SI_i(t)}{SI_0} = \exp\{-Qg_i(t)\}, \quad (2)$$

где Q - константа измерительного устройства,

S - чувствительность фотодатчика,

$g_i(t)$ - интенсивность потока в i сечении в произвольный момент времени впрыска,

U - выходной сигнал фотодатчика.

Диагностика скорости потока распыленного топлива сводится определению в произвольный момент времени впрыска t интервала времени транспортировки через два соседних сечения i и $i+1$ одинаковых масс жидкости:

$$\int_0^t g_i(t) dt = \int_0^{t+t_{hi}} g_{i+1}(t) dt, \quad (3)$$

$$g_i(t) = QLn[J_i(t)]. \quad (4)$$

Интервал времени транспортировки t_{hi} находится по величине сигналов фотодатчиков, расположенных в соответствующих сечениях:

$$t_{hi} = t_i - t_{i+1}. \quad (5)$$

В результате определяется скорость переноса массы потока в произвольный момент времени между любыми двумя сечениями, расположенными на малом расстоянии друг от друга.

Экспериментальный стенд диагностики и контроля характеристик массопереноса распыленного топлива дизельной форсункой является дополнением к промышленным стендам настройки топливных насосов и форсунок.

На топливном стенде MIRKEZ 1 установлен насос высокого давления 2 (рис. 1, 2).

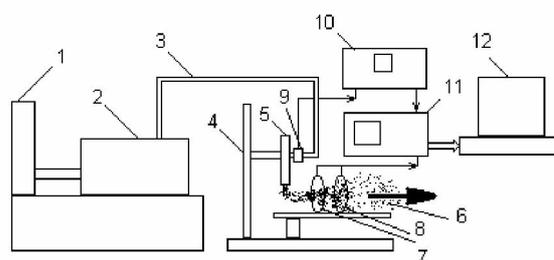


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Топливо по трубопроводу 3 поступает на форсунку 5. Распылитель форсунки генерирует топливный поток 6, развивающийся через сечения 7 и 8.

Сечение состоит из кольца, в котором оппозитно друг другу расположены излучатель и фотодатчик.

С фотодатчика электрический сигнал поступает в цифровой осциллограф 11 и далее в ЭВМ 12.

Параллельно регистрируется изменение давления тензодатчиком 9.

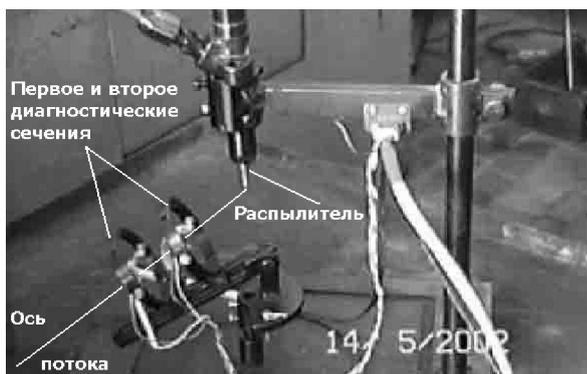


Рис. 2. Внешний вид экспериментального стенда

На рис. 3 изображено изменение оптической плотности топливного потока в сечениях на расстоянии 5 см 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 с частотой вращения вала топливного насоса 500 мин^{-1} и расходом топлива $100 \text{ мм}^3/\text{цикл}$. Время развития потока в первом сечении 6 мс, а во втором более 8 мс.

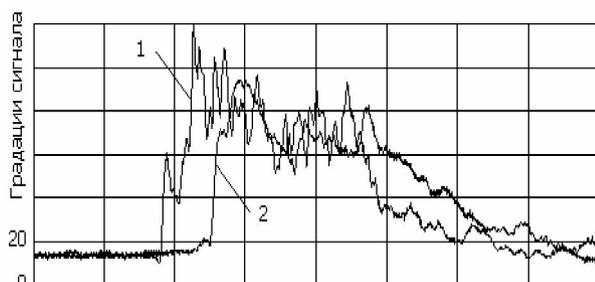


Рис. 3. Оптические плотности 1 и 2 каналов

Из графиков на рис. 3 видно, что начало впрыска сопровождается резким (80 градаций за 200 мкс) уменьшением интенсивности световой волны. В результате наблюдается подъем напряжения на выходе фотодатчика по причине прохождения уплотненной головной части струи с высокой концентрацией капель топлива.

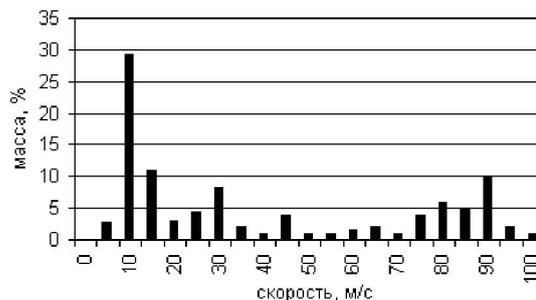


Рис. 4. Распределение скоростей массопереноса

Основная масса капель, вероятно находящаяся в головной части топливного потока, встречая сопротивление неподвижной среды, движется со скоростью 10-20 м/с (рис. 4). Капель топлива, находящиеся в шлейфе потока, могут двигаться с большими скоростями, но масса их на много меньше капель во фронте. Большая масса капель в головной части свидетельствует о переобогащении этой зоны топливом. Всплеск скорости в районе 90 м/с предположительно может определяться пульсацией потока.

Распределение массы потока по скорости будет зависеть от параметров истечения потока из соплового отверстия, расстояния до измерительных сечений, свойств жидкости и др. При соблюдении режимных параметров неизменными, можно определить влияние конструктивных факторов распылителя (отклонение от эталона в процессе массового производства).

Список литературы:

1. Патент РФ №2147749. Способ определения скорости импульсного аэропотока / В.В. Евстигнеев, П.Ю. Гуляев, А.В. Еськов. 2. Экспериментальное исследование характеристик топливных струй дизельных форсунок / А.Е. Свистула, Д.Д. Матиевский, П.Ю. Гуляев, А.В. Еськов // Двигателестроение. – 1999. – № 1. – С. 29 – 31.