

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА КАПЕЛЬ СТРУИ РАСПЫЛЕННОЙ ЖИДКОСТИ

В. В. Бразовский, Г. М. Кашкаров

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Распыление топлива в двигателях внутреннего сгорания является быстропротекающим процессом. Для исследования распыления топлива нужны адекватные модели, для тестирования которых требуются измерения ряда параметров, в частности дисперсного состава капель распыленной жидкости. При этом важно, чтобы данные параметры измерялись устройствами, не влияющими на результат измерения.

Известно устройство для определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, содержащее: форсунку, формирующую струю распыленной жидкости; поддон, который разделен на желобки, расположенные под прямым углом к оси струи жидкости. Струя жидкости направляется форсункой горизонтально над поддоном. Желобки заполнены заданным количеством исследуемой жидкости. В струю жидкости добавлен краситель. Над желобками помещена пластина, покрытая слоем окиси магния. При постоянном давлении жидкости, подводимой к форсунке, крупные капли летят дальше мелких капель, оседая под действием силы тяжести на поддон с желобками. Чем больше масса капель, попавших в тот или иной желобок, тем интенсивней окрашивается в нем жидкость. Интенсивность окраски определяется колориметрическим путем. Определение диаметров капель жидкости, попавших в тот или иной желобок, осуществляется исходя из измерений размеров отпечатков на пластине, покрытой слоем окиси магния [1].

Недостатками такого устройства являются: пониженные точность и достоверность определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, так как устанавливаются только средние размеры капель, но не весь диапазон размеров капель струи распыленной жидкости из-за применения ограниченного числа желобков; продолжительность определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости вследствие длительности оседания наиболее мелких капель и необходимости анализа интенсивности окраски жидкости в желобках колориметрическим путем.

Известно также устройство [2], содержащее форсунку, формирующую струю распыленной жидкости, направленную вдоль горизонтальной оси перпендикулярно направлению действия сил тяжести капель жидкости. Устройство имеет: источник светового излучения, выполненный в виде N ламп накаливания, расположенных последовательно в одной плоскости, направляющий поток света на струю распыленной жидкости перпендикулярно направлению сил тяжести капель жидкости; N фотодатчиков; оптическую систему, фокусирующую световое излучение на фоточувствительную поверхность N фотодатчиков и расположенную оппозитно источнику светового излучения; блок обработки сигналов, то есть блок аналого-цифрового преобразователя, выход которого связан с персональным компьютером. N выходов фотодатчиков подключены к N входам блока аналого-цифрового преобразователя. Механизмом подачи воздуха формируется воздушный поток, направленный в сторону сил тяжести капель жидкости. По всей длине струи жидкости капли сдуваются потоком воздуха, вследствие чего траектория полета капель искривляется и, струя жидкости трансформируется. Поток света, формируемый источником светового излучения, пересекает пролетающие капли жидкости. Световое излучение фокусируется на фоточувствительную поверхность фотодатчиков. Сигнал с фотодатчиков преобразуется в цифровую форму и далее в цифровой форме поступает для обработки на вход персонального компьютера. Оценка размеров капель жидкости, осевших вниз, осуществляется получением, гистограммы дисперсного состава капель струи распыленной жидкости по регистрируемой относительной интенсивности световых лучей.

Недостатками описанного устройства являются пониженные точность и достоверность определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, а также ограниченность диапазона регистрации размеров дисперсного потока капель жидкости, так как поток воздуха, трансформируя струю

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА КАПЕЛЬ СТРУИ РАСПЫЛЕННОЙ ЖИДКОСТИ

распыленной жидкости, дробит или объединяет капли жидкости и тем самым дисперсность капель жидкости изменяется, что снижает точность и достоверность получаемых гистограмм распределения капель по размерам.

Повышение точности и достоверности определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, а также расширение диапазона, регистрации размеров дисперсного потока капель жидкости является актуальной задачей.

Поставленная задача решается тем, что устройство для определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, содержащее форсунку, формирующую струю распыленной жидкости, направленную вдоль горизонтальной оси перпендикулярно направлению действия сил тяжести капель жидкости, источник светового излучения, направляющий поток света через струю распыленной жидкости перпендикулярно направлению действия сил тяжести капель жидкости, оптическую систему, фокусирующую световое излучение, расположенную oppositно источнику светового излучения, блок обработки сигналов, связанный с персональным компьютером, снабжено тензометрическим датчиком для регистрации динамики изменения давления жидкости в форсунке, связанным через тензометрический усилитель с блоком обработки сигналов, скоростной видеокамерой для регистрации светового излучения, прошедшего через дисперсный поток жидкости, двумя кольцами, в каждом из которых oppositно друг к другу расположены источник света и фотоэлемент, предназначенные для контроля одной и той же массы потока жидкости. Источник светового излучения выполнен в виде газового лазера, оптическая система – в виде расположенных последовательно с лазером коллиматором и диафрагмой. Форсунка с тензометрическим датчиком, диафрагма, коллиматор, скоростная видеокамера и два кольца закреплены в защитном кожухе. Скоростная видеокамера и фотоэлементы электрически связаны с блоком обработки сигналов.

Точность и достоверность определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, а также расширение диапазона регистрации размеров дисперсного потока капель жидкости обусловлены устранением трансформации струи распыленной жидкости и, следовательно, дробления капель из-за отсутствия внешних возмущающих сил, за

счет того, что весь поток капель жидкости проходит через два кольца, контролирующих одну и ту же массу капель распыленной жидкости, а также за счет того, что форсунка с тензометрическим датчиком, диафрагма, коллиматор, скоростная видеокамера и два кольца помещены внутри защитного кожуха, который защищает дисперсный поток капель жидкости, оптическую систему и поток лазерного излучения от действия внешних возмущающих сил и, тем самым, устройством регистрируется действительная дисперсная картина распределения капель жидкости по размерам, охватывающая весь диапазон существующих размеров дисперсного потока капель жидкости.

Предлагаемое устройство поясняется чертежами, где на рисунке 1 изображена схема устройства для определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, на рисунке 2 - гистограмма распределения капель дисперсного потока жидкости по размерам.

Устройство для определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости содержит емкость жидкости 1, связанную с насосом 2, трубопровод 3, соединенный с насосом 2, связанную с трубопроводом 3 форсунку 4, формирующую струю распыленной жидкости, направленную вдоль горизонтальной оси перпендикулярно направлению сил тяжести капель жидкости, с образованием дисперсного потока 5 капель жидкости, крепежный штатив 6, два кольца 7, защитный кожух 8, тензометрический датчик 9 для регистрации динамики изменения давления жидкости в форсунке 4, подключенный через тензометрический усилитель 10 к блоку 11 обработки сигналов, в свою очередь подключенному к персональному компьютеру 12, скоростную видеокамеру 13, предпочтительно VS-CTT-285-2001 с размером пикселя 6,45 мкм, для регистрации светового излучения, прошедшего через дисперсный поток 5 капель жидкости, цифровая матрица которой снабжена защитным стеклом 14, диафрагму 15 и коллиматор 16, источник светового излучения, направляющий поток света через поток капель распыленной жидкости перпендикулярно направлению действия сил тяжести капель жидкости, выполненный в виде газового лазера 17, формирующего широкий априурный пространственно когерентный лазерный луч.

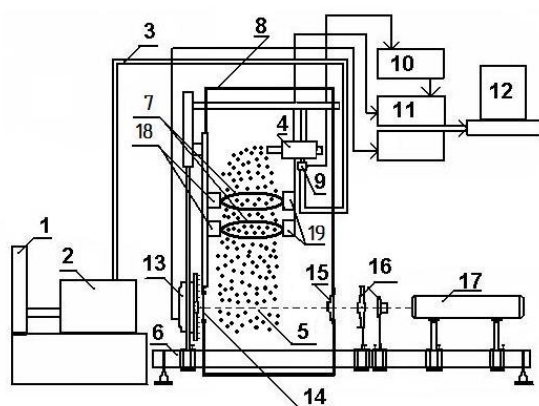


Рисунок 1 - Устройство для определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости

Оптическая система, фокусирующая световое излучение, расположенная оппозитно газовому лазеру 17, размещена по одной оси последовательно с лазером 17, коллиматором 16, диафрагмой 15 и видеокамерой 13. Коллиматор 16, состоящий из двух линз, служит для увеличения размеров лазерного луча. Диафрагма 15 предназначена для обрезания лазерного луча по размеру матрицы видеокамеры 13.

В каждом из колец 7 оппозитно друг другу расположены источник света 18 и фотозащитный элемент 19, предназначенные для контроля одной и той же массы дисперсного потока 5 струи жидкости.

Форсунка 4 с тензометрическим датчиком 9, образующая дисперсный поток 5, диафрагма 15, защитное стекло 14 матрицы видеокамеры, два кольца 7 с источниками света 18 и фотозащитными элементами 19, скоростная видеокамера 13 закреплены в защитном кожухе 8 для устранения внешних помех от работающего двигателя, расположенного вблизи устройства.

Скоростная видеокамера 13 и фотозащитные элементы 19 электрически связаны с блоком 11 обработки сигналов.

Тензометрический датчик 9 выдает электрический сигнал на вход тензометрического усилителя 10. С тензометрического усилителя 10 электрические сигналы подаются на вход блока 11 обработки сигналов и далее в персональный компьютер 12. Фотозащитные элементы 19 и видеокамера 13 выдают электрические сигналы на вход блока 11 обработки сигналов и далее в персональный компьютер 12.

Лазер 17, коллиматор 16, диафрагма 15, видеокамера 13 зафиксированы на крепежном штативе 6 по одной горизонтальной оси так, чтобы луч лазера 17 был направлен го-

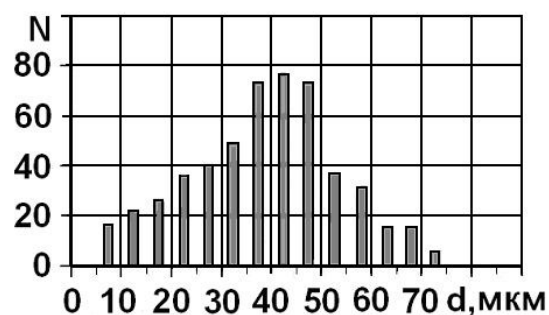


Рисунок 2 - Гистограмма распределения капель дисперсного потока жидкости по размерам

ризонгально, перпендикулярно действию сил тяжести дисперсного потока 5 капель жидкости.

Блок 11 обработки сигналов включает блок аналого-цифрового преобразователя (на чертеже не показано), преобразующий зарегистрированное изображение дисперсного состава 5 капель жидкости цифровой матрицей видеокамеры 13 в цифровую форму, связан с устройством синхронизации с валом насоса 2 (на чертеже не показано). В качестве блока 11 использованы регистратор оптической плотности в составе программируемого усилителя УСП – 16 и плата сбора данных ЛА – 1,5 РС1.

Устройство для определения дисперсного состава капель распыленной жидкости работает следующим образом. На матрицу скоростной видеокамеры 13 сначала регистрируется излучение лазера 17 без дисперсного состава капель жидкости с получением первой картины излучения. Из емкости 1 жидкость подается насосом 2 по трубопроводу 3 в форсунку 4. Давление жидкости в форсунке 4 контролируется тензометрическим датчиком 9, сигнал, с которого подается на вход тензометрического усилителя 10 и далее - в блок 11 обработки сигналов. Форсункой 4 формируется струя распыленной жидкости в направлении горизонтальной оси. Капли дисперсного потока 5 жидкости под действием сил тяжести перемещаются вниз. Дисперсный поток 5 проходит через два кольца 7, в которых источниками света 18 и фотозащитными элементами 19 контролируется одна и та же масса дисперсного потока 5 жидкости. Сигнал с фотозащитных элементов 19 подается на вход блока 11 обработки сигналов. Дисперсный поток 5 капель жидкости пересекается световым лучом, формируемым лазером 17. Излучение лазера

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА КАПЕЛЬ СТРУИ РАСПЫЛЕННОЙ ЖИДКОСТИ

17 через коллиматор 16 и диафрагму 15 пересекает дисперсный поток 5 перпендикулярно направлению действия сил тяжести капель жидкости и через защитное стекло 14 матрицы видеокамеры попадает на матрицу скоростной видеокамеры 13 с получением второй картины излучения. Сигнал с выхода видеокамеры 13 подается на вход блока 11 обработки сигналов и далее в цифровой форме - в персональный компьютер 12.

В персональном компьютере 12 численные значения сигналов, полученные с помощью блока аналого-цифрового преобразователя (на чертеже не показано), находящегося в блоке обработки сигналов 11, обрабатываются программой, которая выдает информацию о размерах капель жидкости. Так вторая картина излучения вычитается из первой картины излучения с помощью компьютерной программы в персональном компьютере 12. Кроме того, из зарегистрированной картины вычитается постоянная засветка матрицы видеокамеры 13. В результате остается чистая голографическая картина, которая далее подвергается числовой обработке в персональном компьютере 12, который выдает гистограмму распределения капель дисперсного потока жидкости по размерам (рисунок 2), где по горизонтальной оси отложены диаметры d капель в мкм, а по вертикальной оси – число N капель. Гистограмма позволяет су-

дить о преобладающем числе капель струи распыленной жидкости определенного размера, а также о законе распределения числа капель жидкости по размерам (диаметрам).

Таким образом, в предлагаемом устройстве применена числовая голография, что позволяет с высокой точностью и достоверностью исследовать параметры распыления, строить гистограммы распределения капель жидкости по размерам с помощью персонального компьютера и получать информацию об их пространственном распределении. Осуществлена голографическая регистрация капель распыляемого топлива при работе форсунки дизельного двигателя. Для получения голограммы использована осевая схема регистрации дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, в результате повышается точность и достоверность определения дисперсного состава капель струи распыленной жидкости, а также расширяется диапазон регистрации размеров дисперсного потока капель жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пажи Д.Г. Распыливающие устройства в химической промышленности / Д.Г. Пажи, А.А. Корягин, Э.Л. Ламм. -М.: Химия, 1975.
2. Патент RU 277442, МПК⁷ B05B12/08.