

УДК 621.375.551

Исследование методов применения лазерного излучения для анализа параметров топлива поршневых двигателей

Картуков А.В., Меркишин Г.В., Репин А.И., Сушко С.В.

Задача быстрой и оперативной оценки качества топлива, а также его идентификации весьма актуальна и требует создания методов простой и надёжной технической реализации.

Ключевые слова: анализ атмосферы, лазер, бензин, рефракция, идентификация жидкостей.

Широко известны методы применения лазеров для анализа состава и уровня загрязнения атмосферы[1]. Они основаны на излучении в область анализируемого пространства когерентного излучения и приёме отражённых сигналов, в параметрах которых заключена необходимая информация. Ниже рассматривается использование луча лазера в задаче идентификации и определения характеристик жидкостей по физическим свойствам их паров[2].

Экспериментальная установка содержит следующие элементы: лазер, емкость с отверстиями для прохождения луча, в которую вводится исследуемая жидкость, фотоприемник и микроамперметр, регистрирующий фототок (рис1)



Рис.1 Блок-схема экспериментальной установки.

В качестве источника излучения выбран гелий-неоновый лазер ЛГН-111 с длиной волны $\lambda=630\text{нм}$. Луч лазера проходит через емкость с испаряющейся жидкостью и попадает на фоточувствительную площадку фотоприемника.

Проводился анализ фототока на основе рефракции луча в парах четырёх жидкостей: бензины АИ-80, АИ-92, АИ-95, этиловый спирт. Из-за разного коэффициента преломления паров, а также разной скорости испарения

зависимости фототока от времени для разных жидкостей отличаются друг от друга и несут необходимую информацию для их идентификации.

В начале эксперимента луч лазера смещается относительно центра фоточувствительной поверхности фотодиода примерно на 50 % его площади, чтобы в процессе рефракции получить относительно большие изменения фототока. После введения в емкость исследуемой жидкости луч смещается, частично «уходит» с фоточувствительной площадки и возвращается в исходное положение после испарения всей жидкости.

Зависимость фототока от времени $I(t)$ можно считать «портретом» жидкости, отсчёты фототока берутся с интервалом в 20 сек.

С целью уменьшения влияния турбулентности воздуха в помещении в качестве емкости, в которую вводится исследуемая жидкость, использовались трубки различной длины марки Ekorplastik PN(рис.2), чтобы жидкость не вытекала, нижняя часть отверстий на торцах трубок герметично закрывается.



Рис.2 Пластиковые трубки, в которые вводилась исследуемая жидкость.

На рис.3-5 приведены экспериментальные зависимости фототока от времени $I(t)$. Отсчёт времени ($t=0$) начинался с момента ввода в трубку исследуемой жидкости. Кроме того, оценивалось влияние турбулентности воздуха в помещении.

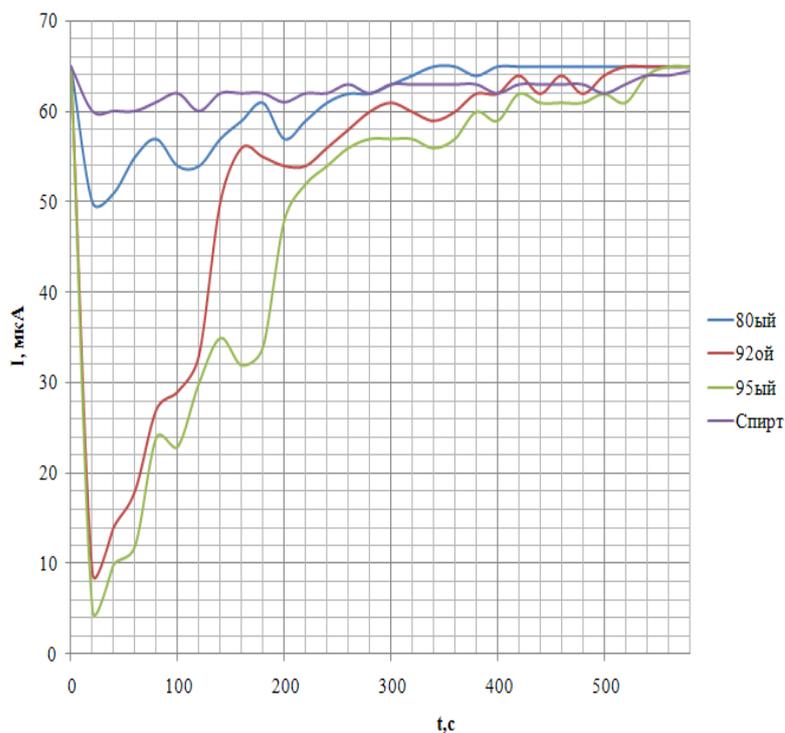


Рис.3 Портрет жидкостей. Трубка 30 см. Колебательный характер зависимостей $I(t)$ создается турбулентностью воздуха из-за открытой форточки.

На рис.3 показана зависимость $I(t)$ для трубки длиной 30 см при открытой форточке, на рис. 4,5 приведены аналогичные зависимости для трубок 20 и 10 см при закрытой форточке. Видно, что даже небольшая турбулентность, которую создает открытая форточка, приводит к колебательному характеру $I(t)$, что затрудняет идентификацию исследуемых жидкостей.

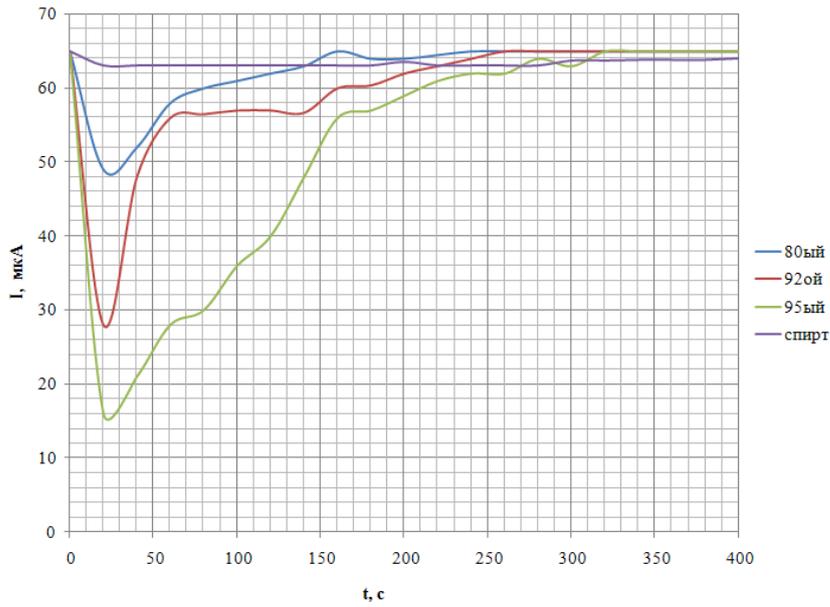


Рис.4 Портрет жидкостей. Трубка 20 см.

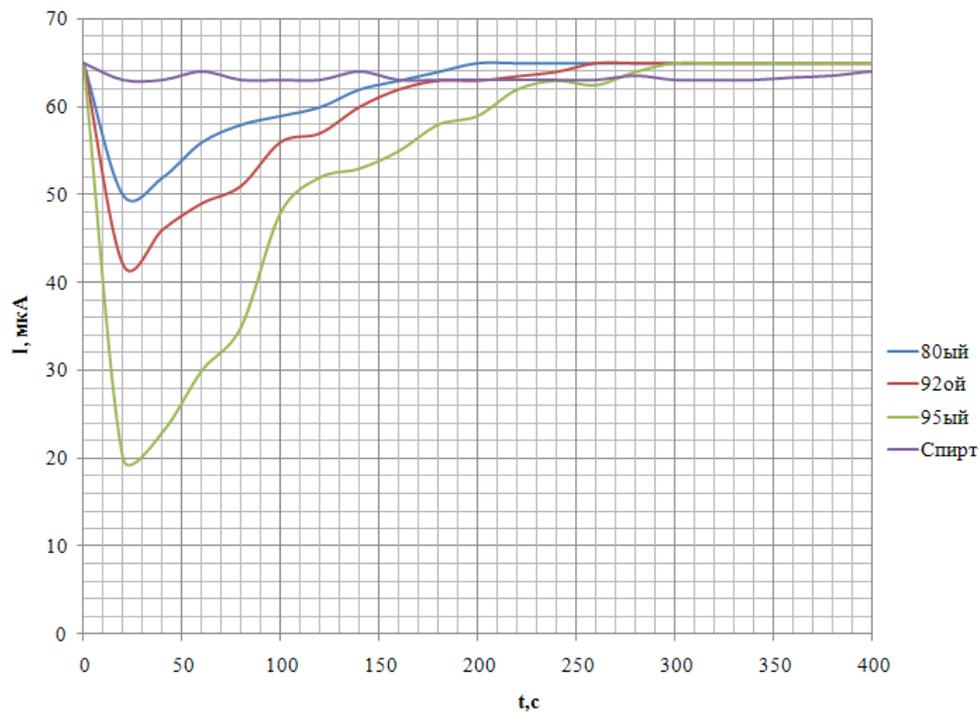


Рис.5 Портрет жидкостей. Трубка 10 см.

Из полученных данных можно сделать вывод, что чем длиннее путь прохождения луча в неоднородной среде, тем сильнее происходит отклонение луча, больше угол рефракции. Однако нет прямой пропорциональности между длиной трубки и угловым смещением луча. Более слабая зависимость обусловлена тем, что градиент концентрации паров в центральной части трубки значительно меньше, чем на ее краях, и основной вклад в отклонение луча

создают торцевые части трубок. В центральной части трубок пары заполняют внутреннюю полость трубки, и среда прохождения луча становится однородной. Для каждой жидкости функция зависимости уровня сигнала от времени ($I=f(t)$) имеет свой вид. Поэтому, регистрируя функцию $I=f(t)$, можно получить средство для идентификации газа или жидкости. Критерием для идентификации могут служить, например максимальная глубина характеристики $I=f(t)$, время восстановления фототока до исходного состояния. Наиболее полная характеристика содержится в форме зависимости $I=f(t)$.

Заключение.

Проведённые эксперименты демонстрируют возможность использования лазерного луча для уверенной идентификации жидкости по её физическим характеристикам (коэффициент преломления паров, скорость испарения).

Показано влияние размеров емкости, в которых происходит испарение. Продемонстрировано также влияние турбулентности среды на пути распространения излучения.

Список литературы.

1. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды. Учебное пособие для вузов. В.Н. Козинцев, В.М. Орлов, М.Л. Белов и др. под ред. В.Н. Рождествина.-М: Изд-ва МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2002-528с.
2. Евстигнеев В.Л., Картуков А.В., Меркишин Г.В., Степанов А.С. Лазерный метод идентификации жидкостей. Материалы XVI Всероссийской конференции “Оптика и спектроскопия конденсированных сред”, Краснодар, 3-9 октября 2010 г., с. 176-180.

Картуков Андрей Владимирович, старший преподаватель Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

МАИ, Волоколамское ш.,4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993;

тел.: 89031710374.

Меркишин Геннадий Васильевич, старший научный сотрудник,
заведующий кафедрой Московского авиационного института
(национального исследовательского университета), д.т.н.

МАИ, Волоколамское ш.,4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993,

тел.: 89032557339, e-mail:merkishingv@rambler.ru

Репин Анатолий Иванович, профессор Московского авиационного
института (национального исследовательского университета), д.т.н.

МАИ, Волоколамское ш.,4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993

тел.: 89164215862.

Сушко Сергей Викторович, студент Московского авиационного
института (национального исследовательского университета)

Москва, ул. Генерала Глаголева, 8, корп.3, кв. 77,

тел.:89031488463,e-mail: nfsmasterserg@mail.ru