

УДК 621.3

ПЕРЕНОСНОЙ ТУРБИДИМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

А. А. АФАНАСЬЕВ, Е. Н. ПРОКОПЕНКО
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

В двигателях внутреннего сгорания, используемых в грузовых и легковых автомобилях, тепловозах, военной и сельскохозяйственной технике, электрогенераторах и других установках, широко используется дизельное топливо, характеристики которого существенно зависят от температуры окружающей среды и оказывают влияние на работу технических средств, эксплуатируемых в различных климатических условиях. В зависимости от условий применения дизельное топливо делится на летнее (Л), зимнее (З) и арктическое (А). Основное их отличие заключается в изменении структуры топлива при понижении температуры – увеличивается его вязкость, ухудшается прохождение через топливные фильтры и при определенных значениях температуры поступление топлива в двигатель полностью прекращается, что приводит к его остановке. Изменение структуры дизельного топлива при понижении температуры сопровождается его помутнением, что позволяет путем измерения мутности определить его предельную фильтруемость и марку.

Контроль мутности жидких сред осуществляют с помощью фотометрических приборов – турбидиметров. В ранее разработанном устройстве, в основу работы которого положен турбидиметрический метод измерения, используется эталонный оптический элемент определенной толщины и формы, вытесняющий в процессе измерения контролируруемую жидкость на пути прохождения через нее потока излучения [1]. Анализ функции преобразования этого устройства показал, что коэффициент пропускания проходящего через эталон излучения, а также коэффициенты пропускания его поверхностей, контактирующих с контролируемой жидкостью, могут значительно снизить точность измерений при количественной оценке мутности среды.

Для повышения точности измерений была разработана конструкция первичного измерительного преобразователя турбидиметра с изменяющейся оптической базой. Измерение преобразованного в электрический сигнал прошедшего через контролируемую среду потока излучения в таком преобразователе осуществляется в два этапа. Вначале измеряют величину $U_{\Phi\Pi 1}$, когда толщина просвечиваемого слоя равна L_1 :

$$U_{\Phi\Pi 1} = \Phi_0 \cdot \tau_{ПерОС} \cdot \tau_1 \cdot \tau_{КЖ1} \cdot \tau_2 \cdot \tau_{ПрОС} \cdot S_{\Phi\Pi}, \quad (1)$$

где $U_{\Phi\Pi 1}$ – выходной электрический сигнал фотоприемника; Φ_0 – поток, генерируемый источником излучения; $\tau_{ПерОС}$ – коэффициент пропускания

передающей оптической системы; $\tau_{ПрОС}$ – коэффициент пропускания приемной оптической системы; τ_1, τ_2 – коэффициенты пропускания оптических поверхностей передающей и приемной оптических систем, контактирующих с контролируемой жидкостью; $\tau_{КЖ1}$ – коэффициент пропускания контролируемой жидкости с толщиной просвечиваемого слоя L_1 ; $S_{ФП}$ – спектральная чувствительность фотоприемника.

Затем измеряют $U_{ФП2}$, когда толщина просвечиваемого слоя равна L_2 :

$$U_{ФП2} = \Phi_0 \cdot \tau_{ПерОС} \cdot \tau_1 \cdot \tau_{КЖ2} \cdot \tau_2 \cdot \tau_{ПрОС} \cdot S_{ФП}, \quad (2)$$

где $\tau_{КЖ2}$ – коэффициент пропускания контролируемой жидкости с толщиной просвечиваемого слоя L_2 .

Отношение двух полученных сигналов

$$\frac{U_{ФП2}}{U_{ФП1}} = \frac{\Phi_0 \cdot \tau_{ПерОС} \cdot \tau_1 \cdot \tau_{КЖ2} \cdot \tau_2 \cdot \tau_{ПрОС} \cdot S_{ФП}}{\Phi_0 \cdot \tau_{ПерОС} \cdot \tau_1 \cdot \tau_{КЖ1} \cdot \tau_2 \cdot \tau_{ПрОС} \cdot S_{ФП}} = \frac{\tau_{КЖ2}}{\tau_{КЖ1}} = \tau_{КЖ}, \quad (3)$$

где $\tau_{КЖ}$ – коэффициент пропускания контролируемой жидкости с толщиной просвечиваемого слоя $(L_2 - L_1)$.

Из выражения (3) следует, что параметр $\tau_{КЖ}$ функционально зависит от светопропускания контролируемой среды и не зависит от параметров элементов измерительного преобразователя и оптического эталона.

Электронный блок турбидиметра реализован на микроконтроллере со встроенными аналого-цифровым преобразователем и флэш-памятью для хранения программ и результатов измерений. Цветной дисплей и клавиатура обеспечивают гибкое управление работой прибора: выбор режима, автоматическое изменение оптической базы первичного измерительного преобразователя, запись результатов наблюдений, их статистическую обработку, отображение результатов измерений и их хранение, индивидуальную градуировку с использованием образцового средства измерения или по известным концентрациям дисперсной фазы, подключение к персональному компьютеру через USB-порт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство SU 1533482. Устройство для определения концентрации взвесей в жидкости: опубл. 01.09.1989 / Афанасьев А. А., Усик В. Н., Мисник И. В., Марков А. П., Гапеев А. П. – 3 с.