

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСПРЕСС- МЕТОД ОЦЕНКИ ГЛИЦЕРИНА В БИОДИЗЕЛЕ

Д.П. Журавель, к.т.н., доцент,

Р.В. Кушлык, к.т.н., доцент,

Таврический государственный агротехнологический университет (г. Мелитополь)

**ВВЕДЕНИЕ.** Проблеме освоения альтернативных возобновляемых источников энергии уже давно уделяют внимание все высокоразвитые страны мира. Такая необходимость диктуется как исчерпанием не возобновляемых энергетических ресурсов, так и большим количеством экологических проблем, которые возникают, прежде всего, за счет использования традиционных энергетических источников. При сохранении нынешних темпов добычи и использования полезных ископаемых, их хватит на 30-40 лет.

В странах Европы широкое применение нашли два вида биотоплива: биоэтанол (для бензиновых двигателей) и биодизель – метиловые эфиры жирных кислот (для дизельных двигателей)[1].

Одним из основных недостатков биодизеля есть наличие глицерина, количество которого должно быть не более 0,3%. При производстве биодизеля в зависимости от технологии, а также без специальных очистительных устройств в нем находится намного больше глицерина, который в процессе сгорания топлива в ДВС образует нагар и сажу. Поэтому фильтры и моторное масло необходимо заменять чаще обычного. Контроль такого показателя, как глицерин в биодизеле является актуальной проблемой.

Учитывая тот фактор, что глицерин в биодизеле имеет существенное значение при контроле качества выпущенной продукции, то целью данной работы является разработка акустического экспресс-метода контроля глицерина на завершающей стадии производства биодизеля и разработка на его основе установки.

**ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА.** Акустический метод является одним из эффективных экспериментальных методов исследования кинетических свойств жидкостей. При распространении звуковой волны изменяются давление и температура в среде, которая возмущает его динамическое равновесие. Процесс установления равновесия сопровождается диссипацией энергии волны, то есть поглощением звука. Таким образом, зависимость коэффициента поглощения звука от параметров состояния и частоты несет информацию о характерных для данного объекта релаксационных процессах и их молекулярных механизмах[2].

Нами разработана акустическая установка, которая позволяет проводить измерение скорости и коэффициента поглощения ультразвука в биодизеле при нормальном давлении в интервале температур 20-90<sup>0</sup>С и интервале ультразвуковых частот 800-5000 Кгц.[3]. Структурная схема установки и эпюры сигналов, представленные на рис. 1.

Установка состоит из двух генераторов импульсов Г1 и Г2 (Г5-56 и Г5-54), измерителя интервалов времени В1С (ЧЗ-34), осциллографа О (С1-96), водяного термостата Т (УН-8), импульсного вольтметра В (В7-30), контролера времени КЧ (SH2000/1), ЕВМ и измерительной камеры ВК.

На рис. 3 представлена схема измерительной камеры, общий вид которой представлен на рис. 4. Корпуса камер изготовлены из бронзы и состоят из двух стыковых симметричных частей 6 и 7, которые предназначены для измерения скорости и коэффициента поглощения ультразвука на разных фиксированных расстояниях. В торцах камеры установлены излучающий 4 и приемный 10 электроакустические преобразователи ЦТС 19, которые работают в измерительных камерах на УЗ частотах 1, 3 и 5 Мгц, соответственно. В измерительной камере электроакустические преобразователи закреплены фторопластовыми прокладками 11 и гайками 8. Преобразователи через латунные вставки 9 соединены с электронной системой с помощью высокочастотных

кабелей, которые проходят через каналы 3. Полости, в которых находятся преобразователи, герметизированы фторопластовыми прокладками 2 и гайками 1. Опытный образец биодизеля заливается через отверстие 5.

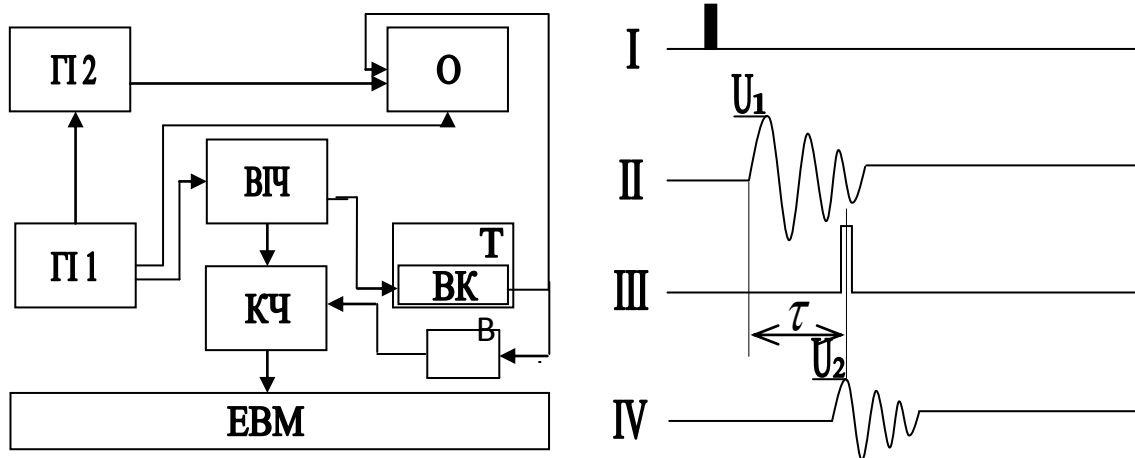


Рис.1- Блок-схема и эпюры сигналов экспериментальной установки

Общий вид экспериментальной установки представлен на рис. 2.



Рис.2 - Общий вид экспериментальной установки

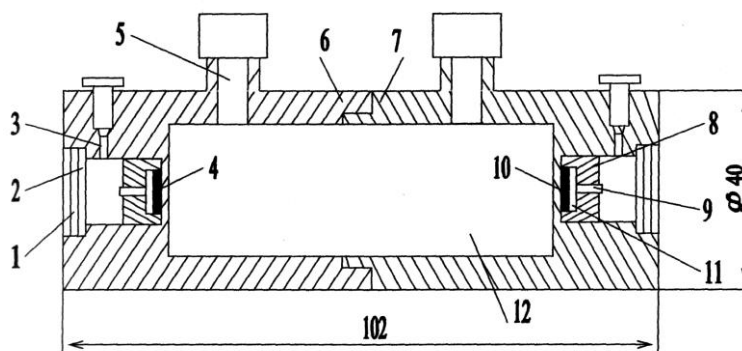


Рис. 3 – Схема измерительной камеры

Рабочий объем камеры 12 составляет 70 и 140 мл, акустическая база L собранной камеры составляет 102 и 205 мм соответственно. Камера с опытным образцом размещалась в водяном термостате УН-8 и термостатировалась из точностью до 0,05 °С.

При измерении скорости ультразвука генератор импульсов ГП1 производит синхроимпульсы И (рис. 1), которым запускается развертка осциллографа О. Этим же генератором через измеритель интервалов времени ВЧ создается ударное возбуждение пьезоприёмника, который смонтирован в измерительной камере ВК.



Рис.4 – Общий вид измерительных камер

Пьезоприёмник излучает ультразвуковые импульсы в опытную среду, которые принимаются другим пьезоприёмником. Сигнал 4 из выхода пьезоприёмников с задержкой времени  $\tau$  относительно зондирующего сигнала 2 поступает на один из входов осциллографа О. Час прохождения ультразвука в акустической камере определяется измерителем интервала времени ВЧ и через контролер КЧ вводится в ЕВМ. На второй вход осциллографа О от второго генератора импульсов ГП2 поступает сигнал-метка с регулируемой задержкой времени. Время  $\tau$  относительно зондирующего сигнала измеряется измерителем интервалов времени ВЧ, которое срабатывает по некоторым уровням напряжения  $U_1$  и  $U_2$ . Этими уровнями можно определить амплитуду излучающего и принятого сигналов.

Изменяя с помощью генератора импульсов ГП2 величину задержки сигнальной метки, смещают ее фронт с вершиной принятого акустического сигнала. За счет этого показатели интервала времени ВЧ увеличиваются на величину  $\tau_n$ .

Для измерения скорости и коэффициента поглощения ультразвука использован известный импульсный метод „прямого отчисления”, по времени прохождения ультразвукового импульса в опытной среде, который отличается от других методов высокой точностью, простотой реализации в условиях нормального и высокого давления в автоматическом режиме измерения.

Согласно классическим представлениям о распространении ультразвука в жидкостях, поглощение обуславливается потерями акустической энергии, которое вызвано вязкостью и теплопроводностью жидкости. Коэффициент поглощения ультразвука  $\alpha$  при этом определялся выражением [2]:

$$\alpha = (\alpha_\eta + \alpha_k) \cdot f^2 = \frac{2\pi^2}{\rho c^3} \left[ \frac{4}{3} \eta + K \left( \frac{1}{C_v} - \frac{1}{C_p} \right) \right] f^2, \quad (1)$$

де  $\alpha_\eta$  и  $\alpha_k$  – коэффициенты, которые определяются вязкостью и теплопроводностью жидкости;  $\rho$  – плотность жидкости;  $c$  – скорость ультразвука;  $\eta$  – коэффициент вязкости сдвига;  $K$  – коэффициент теплопроводности;  $C_v$  и  $C_p$  – коэффициенты удельной теплоемкости;  $f$  - частота ультразвуковых колебаний.

Скорость ультразвука при нормальном давлении в описанной камере определялась по формуле [2].

$$C = \frac{L}{\tau - 0,9\text{мкс}} = \frac{L}{\tau - \tau_3} \quad (2)$$

где  $L$  – акустическая база камеры, м;

$\tau$  – время прохождения ультразвука через опытный образец;

$\tau_3$  – время прохождения ультразвуку через стенки камеры.

Относительная ошибка определения скорости и коэффициента поглощения ультразвука составила, соответственно, 0,05% и 3,5%.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** На рис. 5 представлены зависимости коэффициента поглощения ультразвука  $\alpha$  от времени  $\tau$  с разной концентрацией глицерина в биодизеле при температуре 20<sup>0</sup>С.

В течении времени значение  $\alpha$  уменьшается к некоторому установленному показателю, что объясняется выделением воздушных пузырьков, которые образовались при перемешивании, а это в свою очередь существенно влияет на величину коэффициента поглощения, при чем, чем больше в пробе находится глицерина, тем больше необходимо времени, к началу отчисления коэффициента поглощения.

При температурах 40 и 60<sup>0</sup>С характер кривых аналогичен, однако время проведения опыта с увеличением температуры уменьшается.

На рис. 6 представлены зависимости установленного значения коэффициента поглощения ультразвука  $\alpha$  от наличия глицерина в биодизеле при температурах образцов 20,40 и 60<sup>0</sup>С.

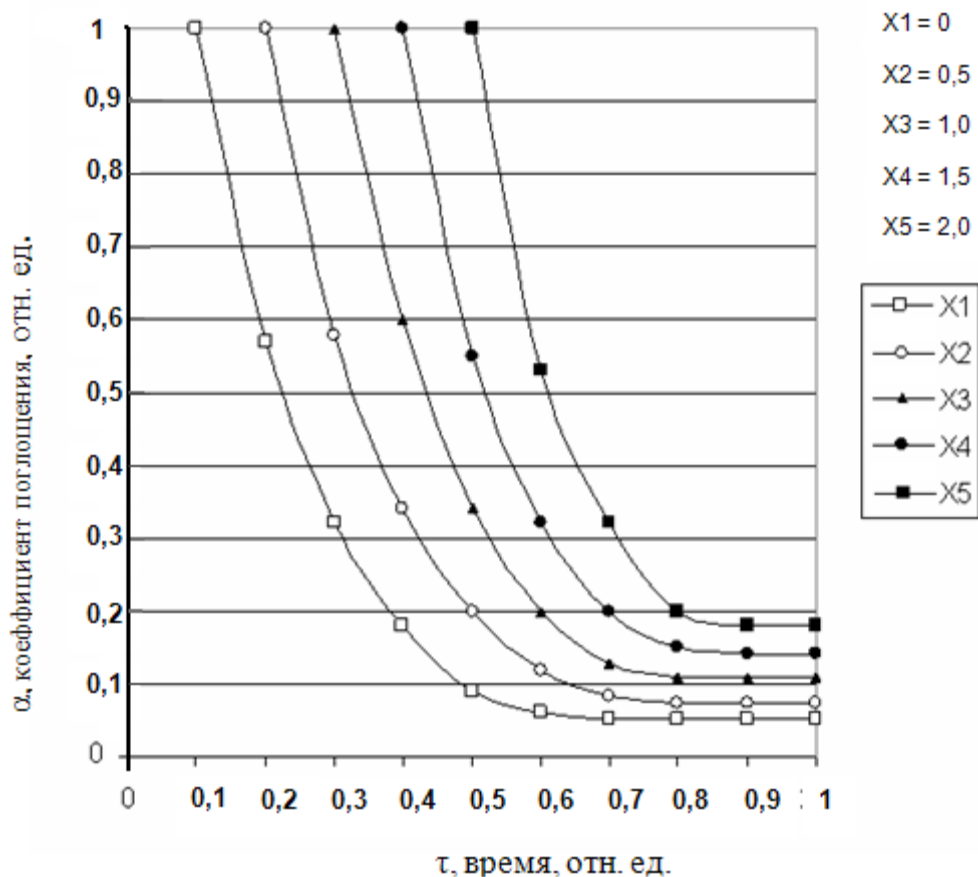


Рис. 5 - Зависимость коэффициенту поглощения ультразвука  $\alpha$  от времени  $\tau$  при разной концентрации глицерина в биодизеле

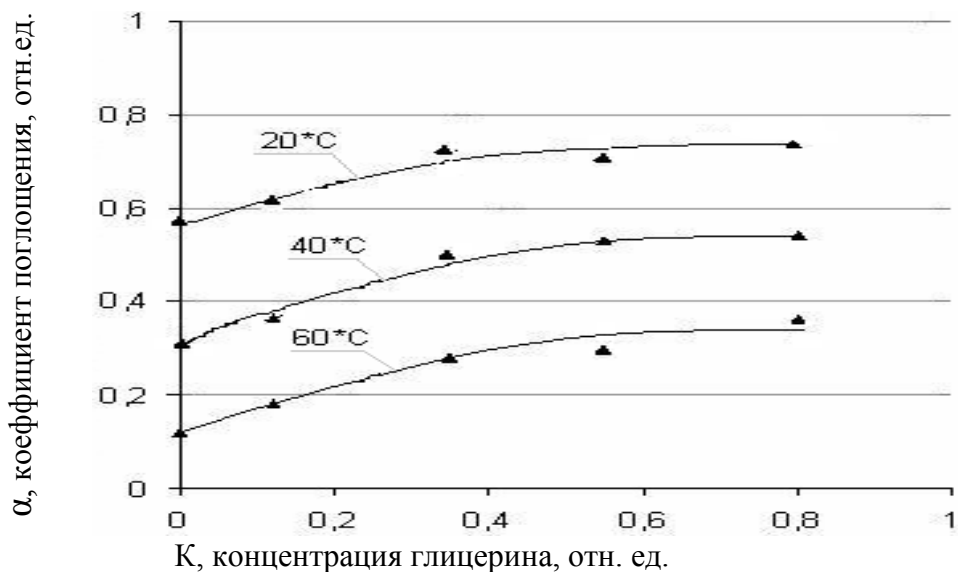


Рис. 6 - Зависимость коэффициента поглощения ультразвука от концентрации глицерина в биодизеле при температурах образцов 20, 40, 60 °С

На рис.6 представлены зависимости установленного значения коэффициента поглощения ультразвука  $\alpha$  от наличия глицерина в биодизеле при температурах образцов 20,40 и 60 °С. Наблюдается увеличение установленного значения с ростом глицерина в интервале концентраций 0...2,0 масс.%. С увеличением температуры образцов коэффициент поглощения уменьшается.

Скорость ультразвука  $C$  с малой концентрацией глицерина в биодизеле была менее чувствительным параметром. При разной концентрации глицерина в течение времени данный показатель практически оставался постоянным значением, а если и менялся то в незначительных пределах.

**ВЫВОДЫ:** В результате экспериментальных исследований установлено, что при определенной концентрации глицерина в опытном образце коэффициент поглощения ультразвука уменьшается к некоторому значению, причем, с увеличением концентрации глицерина в опытных образцах время от начала отчисления коэффициента поглощения увеличивается, это даёт предпосылки о правомощности применения данного экспрес – метода для оценки качественных показателей биодизеля.

#### Литература

1. Дидур В.А., Надыкто В.Т., Журавель Д.П. Особенности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биодизельного топлива / Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2009 – №3.
2. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. – М.: 1956 – 726 с.
3. Кушлык Р.В., Микитенко О.В. Экспериментальная установка для контроля загрязнения моторного масла акустическим методом. / Труды Таврического государственного агротехнологического университета. - Вип.8,Том1.-Мели-тополь, ТДАТУ, 2008 г.