

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕОБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ
БИОМИНЕРАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ СМЕСЕЙ**

INVESTIGATION OF THE MIXING PROPERTIES
OF BIOMINERAL FUEL MIXTURES

Заболотских Г. Э.¹, асп., **Плотников С. А.¹**, д-р техн. наук, проф.,
Черепанова А. Д.², кан. хим. наук, научн. сотр.,

¹Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

²ФАУ 25 ГосНИИ химмотологии МО РФ, г. Москва, Россия

G. Zabolotskikh¹, Ph. D. Student,

S. Plotnikov¹, Doctor of Technical Sciences, Prof.,

A. Cherepanova², Ph. D. in Chemistry, Researcher,

¹Vyatka State University, Kirov, Russia,

²FAA 25 of the State Research Institute of Chemical Pathology
of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moskau, Russia

В статье рассматривается процесс фракционной разгонки БМТС-10 и летнего дизельного топлива ДТЛ-УЛЬТРА (ДТ-Л-К5) с целью исследования среднего содержания фракционного состава БМТС к товарному летнему ДТ, поскольку этот показатель имеет особое значение для работы дизельного двигателя. Увеличение содержания легких фракций в БМТС (Э) снижает самовоспламеняемость топлив; это ведет к увеличению периода задержки воспламенения, способствует повышению критического давления воспламенения рабочей смеси, вызывает жесткую работу дизеля. Тяжелые фракции (СМ) будут иметь неполное сгорание, а значит увеличивать отложения нагара в камере сгорания.

Результаты фракционной разгонки ДТ позволяют констатировать, что средняя температура кипения БМТС-10 приближается к ДТ. Это свидетельствует о взаимном компенсировании легкой фракции (Э) тяжелой (СМ). Данное обстоятельство позволяет сохранить период задержки воспламенения в прежних значениях, а, следовательно, избежать жесткости и образования повышенного количества нагара на стенках цилиндропоршневой группы в процессе работы дизеля на БМТС.

The article discusses the process of fractional dispersal of BMFM-10 and summer diesel fuel DTL-ULTRA (DT-L-K5) in order to study the average content of the fractional composition of BMFM to commercial summer diesel fuel, since this indicator is of particular importance for the operation of a diesel engine. An increase in the content of light fractions in BMFM (ethanol) reduces the auto-flammability of fuels; this leads to an increase in the ignition delay period, increases the critical ignition pressure of the working mixture, and causes the diesel engine to work hard. Heavy fractions (winter cress oil) will have incomplete combustion, which means that carbon deposits in the combustion chamber will increase.

The results of fractional distillation of diesel fuel allow us to state that the average boiling point of BMFM-10 is approaching diesel fuel. This indicates the mutual compensation of the light fraction (ethanol) of the heavy (winter cress oil). This circumstance allows you to keep the ignition delay period at the same values, and, consequently, to avoid stiffness and the formation of an increased amount of carbon on the walls of the cylinder piston group during the operation of the diesel engine at BMFM.

Ключевые слова: БМТС, сурепное масло, этанол, ДТ, фракционный состав, испаряемость, полнота сгорания.

Keywords: BMFM, winter cress oil, ethanol, diesel fuel, fractional composition, evaporation, completeness of combustion.

ВВЕДЕНИЕ

Полнота сгорания и качество топлива зависят, с одной стороны, от конструкции топливоподающей системы, с другой – от физико-химических свойств топлив. Основным из них является испаряемость, характеризующаяся фракционным составом и давлением насыщенных паров [1].

Работы ученых в области исследования свойств топлив для современных дизелей располагают большим количеством способов определения коэффициента полноты сгорания, среди которых можно выделить, например, анализ проб, отобранных из тракта двигателя, оптические методы, методы лазерной диагностики состава газа, методы измерения сил, приложенных к поверхностям двигателя, а также определение концентрации компонентов продуктов сгорания расчетным и газодинамическим способом (с помощью измере-

ния тепловых потоков и давлений в стенке камеры сгорания). Среди вышеуказанных методов определения полноты сгорания можно выделить еще один, а именно, метод фракционной разгонки топлив, позволяющий определить фракционный состав топлива, с помощью которого можно установить его испаряемость [2–5].

Объектами описываемого исследования являются показатели фракционной разгонки (температура, скорость и мощность) дизельного топлива ДТЛ-УЛЬТРА (ДТ-Л-К5) и БМТС-10 (содержащие в своем составе 80 % дизельного топлива (ДТ), 10 % сурепного масла (СМ) и 10 % этанола (Э)):

Выбор данных БМТС был сделан неслучайно, ведь они обладают близкими к ДТ физико-химическими свойствами (плотностью, кинематической вязкостью), кроме того, имеют наибольшее время стабильности [6].

Наряду с лабораторными исследованиями были проведены моторные испытания на предмет определения эффективных и экологических показателей работы дизеля, в ходе которых удалось установить, что их использование (при соответствующем изменении угла опережения впрыскивания топлива) позволяет сохранить эффективные показатели, при этом значительно снизить эмиссию вредных веществ (несгоревших углеводородов C_xH_y , оксидов азота NO_x , углерода С, углекислого газа).

Целью исследования является соответствие среднего содержания фракционного состава БМТС к товарному легкому ДТ, поскольку этот показатель имеет особое значение для работы дизельного двигателя. Увеличение содержания легких фракций в БМТС (Э) снижает самовоспламеняемость топлив; это ведет к увеличению периода задержки воспламенения, способствует повышению критического давления воспламенения рабочей смеси, вызывает жесткую работу дизеля. Тяжелые фракции (СМ) будут иметь неполное сгорание, а значит увеличивать отложения нагара в камере сгорания. Таким образом равное содержание биологических компонентов (Э и СМ) должно взаимно компенсировать недостатки одних достоинствами других.

ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕОБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ БМТС

Исследования показателей фракционной разгонки БМТС и ДТ проводились, базируясь на результатах полученных данных автоматического анализатора фракционного состава нефтепродуктов «АФСА», предназначенного для определения зависимости температуры кипения анализируемой смеси от количества отогнанного продукта при атмосферном давлении, в соответствии с ГОСТ 2177-99 (СТБ ИСО 3405-2003, *ISO 3405:2000*) (рис. 1).



Рисунок 1 – Анализатор автоматический фракционного состава нефтепродуктов «АФСА»

Конструкция анализатора представляет из себя закрепленные на общем каркасе нагреватель, ванну с термостатируемой жидкостью, приемную камеру, блок управления, компрессор и насос системы термостатирования. В горловину колбы с анализируемой пробой устанавливается ТСП (термометр сопротивления платиновый). Ванна закрывается крышкой, на которой установлены: термодатчик, датчик уровня охлаждающей жидкости и клапан. Ко дну ванны прикреплен нагреватель. В приемной камере находятся механизм движения датчика уровня отгона, тер-

модатчик, датчик капель и радиатор охлаждения. Блок управления закреплен на каркасе анализатора.

Работа анализатора основана на методе, заключающемся в определении зависимости температуры кипения анализируемой пробы от количества отогнанного продукта при атмосферном давлении в соответствии с ГОСТ 2177-99 (СТБ ИСО 3405-2003, ISO 3405:2000). Исходные данные о режимах работы анализатора и результаты анализов заносятся в память компьютера. Соединение анализатора и компьютера происходит через последовательный порт COM (RS232). Колбу, с налитыми в нее 100 см³ исследуемой пробы, устанавливают на жаропрочную подставку нагревателя и соединяют с трубкой охлаждающей бани, используя центрирующее устройство. Термодатчик, с плотно прилегающим центрирующим устройством, устанавливают в горловину колбы. В ванне нужную температуру поддерживают подключением охлаждающего устройства (холодильника) и нагревательного устройства (ТЭНа). Анализ исследуемой жидкости происходит автоматически по программе, записанной в память компьютера.

Для достижения поставленной цели исследования были определены две пробы: дизельное топливо ДТЛ-УЛЬТРА (ДТ-Л-К5) и БМТС-10.

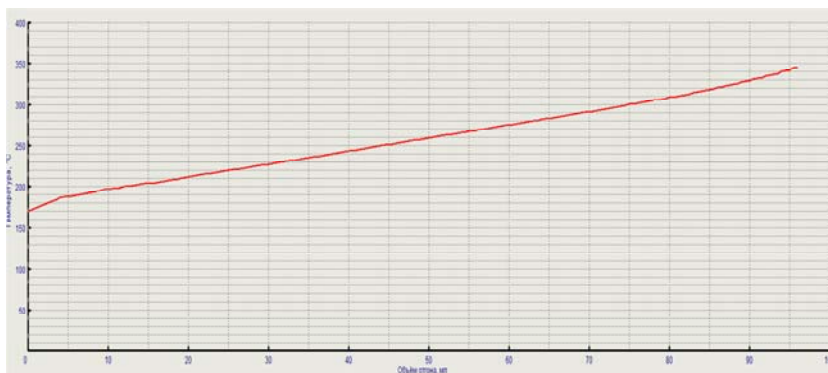


Рисунок 2 – Зависимость температуры кипения ДТ от количества отогнанного продукта (скриншот из программы)

На графике (рис. 2) видно, что начало кипения ДТ указанной марки начинается при $t_{к(\min)} = 170$ °C, а заканчивается при

$t_{к(max)} = 340 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Зависимость имеет правильный линейный характер, что указывает на равномерность испарения и на незначительное изменение компонентного состава ДТ. Средняя температура кипения, таким образом составляет $t_{к(ср)} = 255 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

График (рис. 3) представляет собой процесс фракционной перегонки БМТС-10. В отличие от предыдущего (рис. 1) он лишен линейности. Компоненты испаряются неравномерно. Видно, что первым начинает испаряться Э ($t_k = 79 \text{ }^{\circ}\text{C}$), затем испаряется ДТ при $t_k = 200\text{--}340 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Качестве самой тяжелой фракции выступает СМ ($t_k = 345 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Таким образом средняя температура кипения биологических компонентов (Э и СМ) составляет $t_{ск} = 212 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а средняя температура кипения БМТС-10, в целом, $t_{ск(БМТС-10)} = 233,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, что приближается к значениям ДТ.



Рисунок 3 – Зависимость температуры кипения БМТС-10 от количества отогнанного продукта (скриншот из программы)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты фракционной разгонки ДТ позволяют констатировать, что средняя температура кипения БМТС-10 приближается к ДТ. Это свидетельствует о взаимном компенсировании легкой фракции (Э) тяжелой (СМ). Данное обстоятельство позволяет сохранить период задержки воспламенения в прежних значениях, а, следовательно, избежать жесткости и образования повышенного количества нагара на стенках цилиндропоршневой группы в процессе работы дизеля на БМТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование работы дизельного двигателя на смесевых и эмульгированных биотопливах с добавками рапсового масла / В. А. Марков [и др.] // Двигателестроение. – 2023. – № 1(291). – С. 70–90.
2. Бирюков, А. Л. Модернизация системы подачи топлива дизельного двигателя для работы на растительном масле с подачей воды / А. Л. Бирюков, Ф. А. Новокшанов, Т. Г. Булавина // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования : материалы XIV Международной научно-технической конференции, Вологда, 10 декабря 2019 года. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2020. – С. 342–346.
3. Картошкин, А. П. Сравнительный анализ процесса смесеобразования в двигателе со стандартным процессом и интенсифицированным процессом воздухоподачи / А. П. Картошкин, С. К. Корабельников, А. Н. Чистяков // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № S49. – С. 26–32.
4. Карташевич, А. Н. Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, П. Н. Черемисинов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – №3. – С. 144–147.
5. Плотников, С. А. Исследование составов и способов подачи новых топлив с добавками сурепного масла в дизель / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Г. Э. Заболотских // Инженерные технологии и системы, 2023. – Т. 33. – № 1. – С. 100–113.
6. Исследование свойств новых топлив для автотракторной техники / С. А. Плотников [и др.] // Вестник Рязанского агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 117–125.

Представлено 13.05.2024