

## ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА НИЗШУЮ УДЕЛЬНУЮ ТЕПЛОТУ СГОРАНИЯ

Г. Э. ЗАБОЛОТСКИХ<sup>1</sup>, аспирант

С. А. ПЛОТНИКОВ<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор

П. Я. КАНТОР<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук, доцент

М. В. СМОЛЬНИКОВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук

М. Н. ВТЮРИНА<sup>2</sup>, канд. хим. наук, доцент

<sup>1</sup>Вятский государственный университет

<sup>2</sup>Вятский государственный агротехнологический университет,  
Киров, Российская Федерация

**Введение.** Поиск топлив, которые могли бы стать достойной заменой топливам на нефтяной основе, является довольно актуальным вопросом, поскольку запасы нефти с каждым годом снижаются, а производственные мощности, напротив, только растут. Здесь среди нефтяных топлив стоило бы отметить дизельное топливо, т.к. дизельные двигатели являются одними из самых популярных ДВС. Они активно используются на автомобильной, автотракторной, судовой техники, а также для производства дизельных генераторов и силовых установок. Дизельные двигатели, в отличие от бензиновых, обладают большей мощностью, лучшим КПД и запасом хода [4, 8].

Однако, дизельное топливо в чистом виде довольно токсично. Дизельные двигатели на его основе отличает высокая степень эмиссии выхлопных газов. В процессе работы двигателя в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как окись углерода, оксиды азота, углеводороды, оксиды серы, альдегиды, сажа и др. [1, 3].

Для снижения вредного воздействия от работавших газов используются системы нейтрализации (DPF – накопительные фильтры, DPNR – фильтры, дожигающие твердые частицы, FAP – фильтры с цериевыми присадками для очистки от сажи и др.) Использование этих систем, ввиду сложности исполнения и высокой стоимости материалов, ведет к удорожанию техники [1, 6].

Достойной альтернативой для снижения вредных выбросов могут служить растительные масла, которые добавляются в чистом либо химически измененном виде в минеральное дизельное топливо. Это позволяет минимизировать изменение навесного оборудования и не влиять на конструкторское исполнение двигателя [5].

Биодизельное топливо на основе растительных масел уже долгое время используется в странах Европы. На заправочных станциях этих стран можно встретить две марки биодизельного топлива: B5 и B100. Биодизельное топливо B5 на 5 % процентов состоит из метилового эфира рапсового масла, а B100 вообще не содержит в своем составе минерального дизельного топлива [7].

Исследование, растительных масел, таким образом, является довольно актуальным объектом для исследования, поскольку все растительные масла имеют близкий химический состав. Все они состоят из триглицеридов жирных кислот и сопутствующих им веществ, но содержание этих веществ в том или ином масле будет варьироваться.

**Основная часть.** Задачей исследования является определения соответствия масел в качестве добавок ДТ относительно их физико-химических свойств. Были исследованы такие свойства как плотность, кинематическая вязкость и низшая удельная теплота сгорания. Нужно отметить, что в данной статье речь не идет о составах смесевых топлив на основе растительных масел, а только о свойствах масел в отдельности. Исследование первых двух параметров ( $\rho$  и  $\nu$ ) определяется тем, что перед нами не стоит задача производить сложные конструкторские изменения в двигателе (диаметр, количество, расположение отверстий форсунок), а только при необходимости трансформировать навесное оборудование.

Исследование же взаимосвязи  $\nu$  и  $Q_n$  интересен тем, что низшая удельная теплота сгорания, согласно известной формуле:

$$Q = q \cdot m, \quad (1)$$

где  $Q$  (Дж) – это количество выделенной теплоты;

$q$  (Дж/м<sup>3</sup>) – удельная теплота сгорания;

$m$  (кг) – масса в килограммах.

Соответственно, чем выше  $q$ , тем больше энергии получается в процессе работы двигателя.

Низшая удельная теплота сгорания и кинематическая вязкость масел является справочным материалом, опираясь на который была составлена следующая таблица, в которой отмечается зависимость между рассматриваемыми параметрами (таблица).

На основе этой таблицы был составлен демонстрирующий данную зависимость наглядный график (рис. 1). Из графика видно, что при увеличении кинематической вязкости смесевых топлив снижается низшая удельная теплота сгорания.

**Отношение кинематической вязкости растительных масел и ДТ  
к их низшей удельной теплоте сгорания**

	ХлопкМ	СурМ	РМ	ДТ
$\nu$ , сСт	84	77,2	7,5	4,5
$Q_n$ , МДж/кг	34	37,2	37,3	42,5

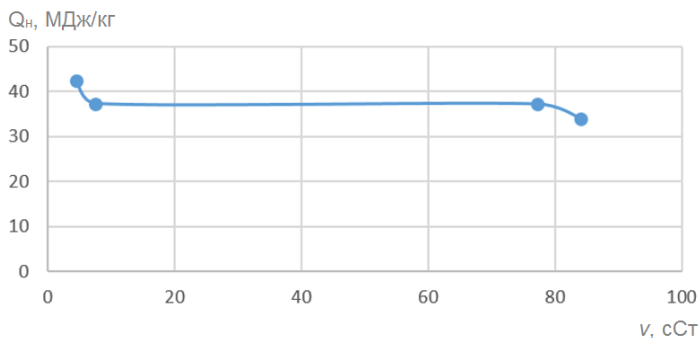


Рис. 1. Отношение кинематической вязкости растительных масел и ДТ  
к их низшей удельной теплоте сгорания

Предположительно, данный эффект можно объяснить тем, что масла, обладающие наименьшей вязкостью, легче испаряются (что связано с массой жирных кислот). Это ведет к увеличению содержания концентрации испаренной фазы и соответственно росту фактической температуры возгорания, а она в свою очередь – к увеличению низшей удельной теплоты сгорания топлива. Эта зависимость также видна, когда в один ряд с растительными маслами поместить ДТ.

Среди проанализированных видов масел видно, что наиболее близко к ДТ по  $Q_n$  рапсовое и сурепное масла, но рапсовое масло уже давно нашло свое применение в производстве альтернативного топлива, тогда как сурепное на данный момент недостаточно изучено в этом отношении. Но, кинематическая вязкость СурМ выше вязкости ДТ примерно в 17,2 раза, а это значит, что в процессе топливоподготовки перед смешением над ним придется произвести либо физическое, либо химическое воздействие.

**Заключение.** При изучении физико-химических свойств масел необходимо уделять внимание не только плотности и кинематической

вязкости масел, но также и низшей удельной теплоте сгорания, т. к. она напрямую связана с производимой двигателем полезной работой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив / А. Н. Карташевич [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2019. – № 3 (41). – С. 66–72.
2. Крюков, В. В. Смесевое сурепно-минеральное топливо: результаты экспериментальных исследований и технические решения / В. В. Крюков // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. – Пенза, 2012. – С. 202–204.
3. Куропятник, А. А. Обеспечение экологических показателей работы судовой энергетической установки при использовании системы рециркуляции выпускных газов дизеля / А. А. Куропятник // *Universum: технические науки*. – 2020. – № 4-2. – С. 10–16.
4. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля / В. А. Марков [и др.] // *Автомобильная промышленность*. – 2006. – № 2. – С. 26–30.
5. Перспективы использования биотоплив в дизельных двигателях / В. А. Марков [и др.] // *Транспорт на альтернативном топливе*. – 2012. – № 6 (30). – С. 6–10.
6. Панчишный, В. И. К вопросу о моделировании систем нейтрализации автомобильных дизелей / В. И. Панчишный, И. Ю. Воробьев // *Труды НАМИ*. – 2018. – № 4 (275). – С. 23–37.
7. Пивоварова, В. О. Биотопливо - элемент современной экологической системы / В. О. Пивоварова, В. Ю. Конохов // *Актуальные проблемы обеспечения устойчивого экономического и социального развития регионов*. – Махачкала: Апробация, 2015. – С. 30–32.
8. Эркинов, И. Б. Расчетный анализ преимуществ основных характеристик дизельных и карбюраторных двигателей / И. Б. Эркинов, Р. М. Дадабоев // *Universum: технические науки*. – 2021. – № 4-2 (85). – С. 36–41.

*Аннотация.* В процессе работы дизельного двигателя в атмосферу выбрасывается большое количество вредных веществ. Для снижения вредного воздействия, наряду с системами нейтрализации вредных компонентов, могут использоваться растительные масла. Здесь, кроме таких физико-химических понятий, как плотность и кинематическая вязкость речь идет о низшей удельной теплоте сгорания и о ее взаимосвязи с указанной выше кинематической вязкостью.

*Ключевые слова:* плотность, кинематическая вязкость, низшая удельная теплота сгорания, рапсовое масло, сурепное масло.