

**Б. Б. Хакимов<sup>1</sup>, З. Ш. Шарипов<sup>1</sup>, П. Т. Бердимуратов<sup>1</sup>, С. Аликулов<sup>1</sup>, Н. Ф. Капустин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»  
г. Ташкент, Узбекистан  
E-mail: khakimovbakhodir16@gmail.com

<sup>2</sup>РУП «НПП НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ РАСПЫЛЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

*Аннотация.* В статье дается анализ способов диспергирования одиночной крупной капли топливной смеси в камерах сгорания двигателей, указания пути увеличения дисперсности растекания за счет нагрева и намагничивания перекачиваемой многокомпонентной топливной смеси.

*Ключевые слова:* процесс, диспергирование, плотность, вязкость, многокомпонентное топливо, высокодисперсные капли, условия устойчивости капли, тепловое и магнитное воздействия, полнота сгорания, гомогенная смесь, сетчатый турбулизатор, энергия распыливания топлива.

**B. B. Hakimov<sup>1</sup>, Z. Sh. Sharipov<sup>1</sup>, P. T. Berdimuratov<sup>1</sup>, S. Alikulov<sup>1</sup>, N. F. Kapustin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NRU “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”  
Tashkent, Uzbekistan  
E-mail: khakimovbakhodir16@gmail.com

<sup>2</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus

## WAYS TO INCREASE ATOMIZATION DISPERSION OF MULTI-COMPONENT FUEL MIXTURE IN DIESEL COMBUSTION CHAMBERS

*Abstract.* The article gives an analysis of the ways of dispersing a single large droplet of fuel mixture in the combustion chambers of engines, indicating the way to increase the dispersity of the spreading due to the magnetization of the pumped multicomponent fuel mixture.

*Keywords:* process, dispersion, density, viscosity, multicomponent fuel, highly dispersed droplets, droplet stability conditions, thermal and magnetic effects, combustion completeness, homogeneous mixture, mesh turbulator, fuel atomization energy.

### Введение

Анализ исследования процессов диспергирования различных жидкостей показывает, что процесс их диспергирования в камерах сгорания двигателей зависит не только от воздействия аэродинамической силы и от их плотности, вязкости и электростатического поля. При наличии относительной скорости движения многокомпонентного топлива аэродинамические силы воздуха, пропорциональные квадрату скорости, стремятся дробить исходные крупные капли до высокодисперсных, силы же поверхностного натяжения препятствуют этому (рис. 1) [1]. Соотношение этих двух сил определяет оптимальный размер капель и режимы сгорания топлива в камерах сгорания двигателя. Таким образом, состояние одиночной капли в камерах сгорания зависит от соотношения высокотемпературного аэродинамического потока и ее «прочности», определяемой поверхностным натяжением и вязкостью подаваемой гомогенной топливной смеси.

Приближенно считая форму исходной капли сферической, определяем условия ее устойчивости: – условная устойчивого состояния

$$\frac{\gamma_{bw_{om}}}{2g} = \frac{4\sigma}{d_k}; \quad (1)$$

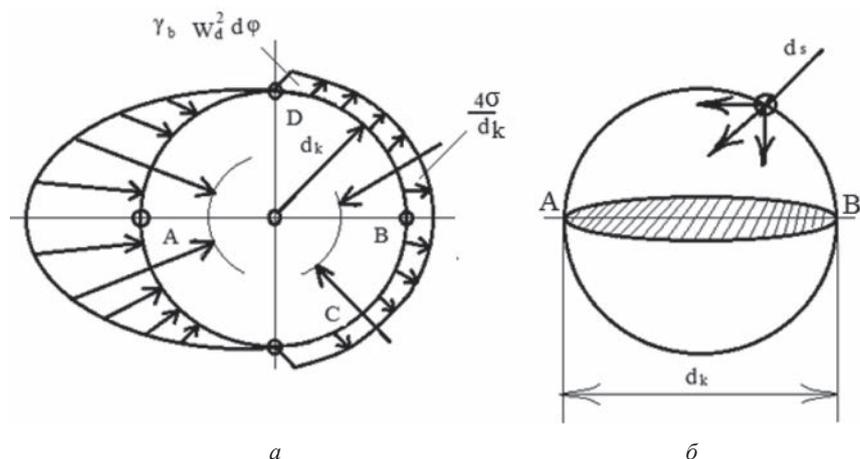


Рис. 1. Схема сил, действующих на исходную каплю самовоспламеняемой топливной смеси (а); миделевое сечение исходной капли (б)

– весьма неустойчивого состояния

$$Yb \frac{W^2}{2g} > \frac{4\sigma}{d_k}. \quad (2)$$

Для рассматриваемого (рис. 1, б) сечения сила  $f$ , с которой одна половина капли притягивается к другой, будет равна:

$$f = \pi d_k \sigma \quad (3)$$

или

$$f \int_{(s/2)}^s P \cos \varphi * d * s = \int_{(\frac{\pi d_k^2}{2})}^s \cos \varphi * d * s = \frac{\pi}{4} d_k^2 P$$

или

$$P = \frac{4\sigma}{d_k} = \frac{2\sigma}{rk}. \quad (4)$$

Анализ этих условий дробления топливных смесей показывает, что при постоянстве левой части условия (1) и (2) дробления капли могут быть осуществимы при уменьшении величины поверхностного натяжения и соответственно величины внутреннего давления [2].

В работе [3] показана эффективность регулирования правого члена уравнения (4) путем воздействия на капли электростатического поля. Согласно М. С. Вольнскому критерием дробления капель жидкости является:

$$D = \frac{YbW_{om}^2 d_k}{g\sigma}; \quad (5)$$

при  $D \geq 10,7$  наступает раздвоение, а при  $D \geq 14$  – дробление капель.

Предельная скорость, с которой капля способна двигаться в воздухе не раздуваясь, равна (м/с):

$$W_{\text{пред}} = \sqrt{\frac{2\tau D}{Y_b d_k}} = \sqrt{\frac{g\sigma D}{2Y_b}},$$

здесь  $\sigma$  – в кг/м;  $Y_b$  кг/м<sup>3</sup>;  $b, d_k$  – м;  $g$  – 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Из этого следует, что радиус исходных наиболее крупных капель будет равен (м):

$$r = \frac{g\sigma D}{2Y_b W_{OT}^2}. \quad (6)$$

В работе [4] также показано, что за счет воздействия магнитного поля и температуры молока можно повысить разделяемость жировых шариков:

$$E = \frac{\sigma^1 - \sigma}{\eta} \cdot r^2, \quad (7)$$

где  $\sigma^1$  и  $\sigma$  – поверхностное натяжение молока и жирового шарика, г/см<sup>3</sup>;  $r$  – радиус жирового шарика, см;  $\eta$  – вязкость молока, г/см·сек.

Отсюда следует, что искусственное тепловое и магнитное воздействие на плотность и вязкость дизельно-биоэтаноловой смеси привело бы к увеличению дисперсности формируемых капель и, как следствие, созданию условия для полного сгорания топливной смеси без образования вредных выбросов (антропогенных частиц) в окружающую среду.

Из изложенного также следует, что конструктор может совершенствовать систему подачи многокомпонентной топливной смеси, благоприятствующей к увеличению полноты ее сгорания. В предлагаемом нами устройстве (рис. 2) перед пуском топливной смеси в камеру сгорания двигателя она проходит через систему предварительного нагревания до температуры  $T_1$  и электронамагничивания, где происходит снижение плотности и вязкости подводимой многокомпонентной топливной смеси.

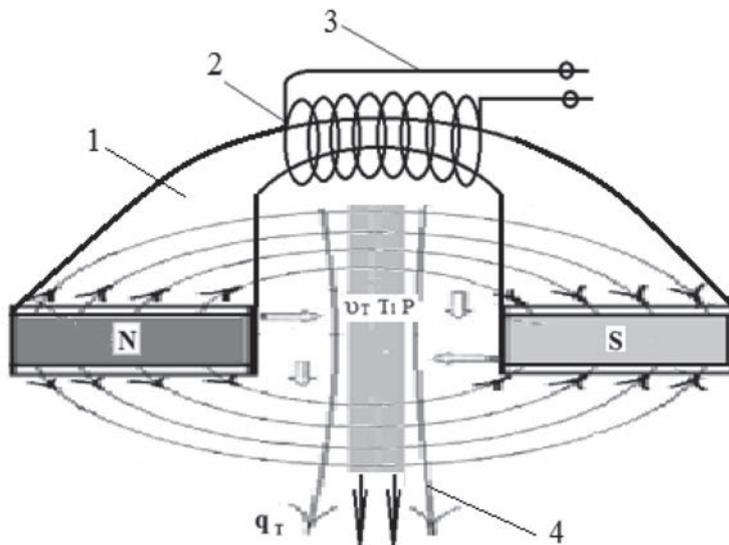


Рис. 2. Схема обтекания предварительно нагретой топливной смеси через электромагнитное поле:  
1 – постоянный магнит; 2 – обмотка; 3 – цепь электрическая; 4 – магнитное поле;  
 $q_T$  – расход нагретой топливной смеси.

Для принятой конструкции напряженность магнитного поля равна:

$$B = k * n * I, \quad (8)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности;  $n$  – число витков катушки;  $I$  – сила тока в магнитной катушке, А.

Расход топливной смеси через поле постоянного магнита (м<sup>3</sup>/сек):

$$q_T = Y_T * b * V_T * z, \quad (9)$$

где  $Y_T$  – удельной вес топлива, кг/м<sup>3</sup>;  $b, h$  – ширина и толщина истекающей струи топлива, м;  $V_T$  – скорость истечения топлива, м/с;  $z$  – число каналов с постоянными магнитами.

Величина  $z$  для данной системы равна 1,0. Таким образом, чтобы увеличить расход истекающего топлива, можно:

- увеличить в ширину струю топлива;
- увеличить  $h$  – толщину струи подаваемого топлива;
- увеличить  $V$  – скорость подаваемой топливной смеси, которая зависит от производительности плунжерного насоса.
- увеличить  $z$  – число магнитных каналов.

В двигателях применяются широко открытые, закрытые и штифтовые распылители, представленные на рис. 3.

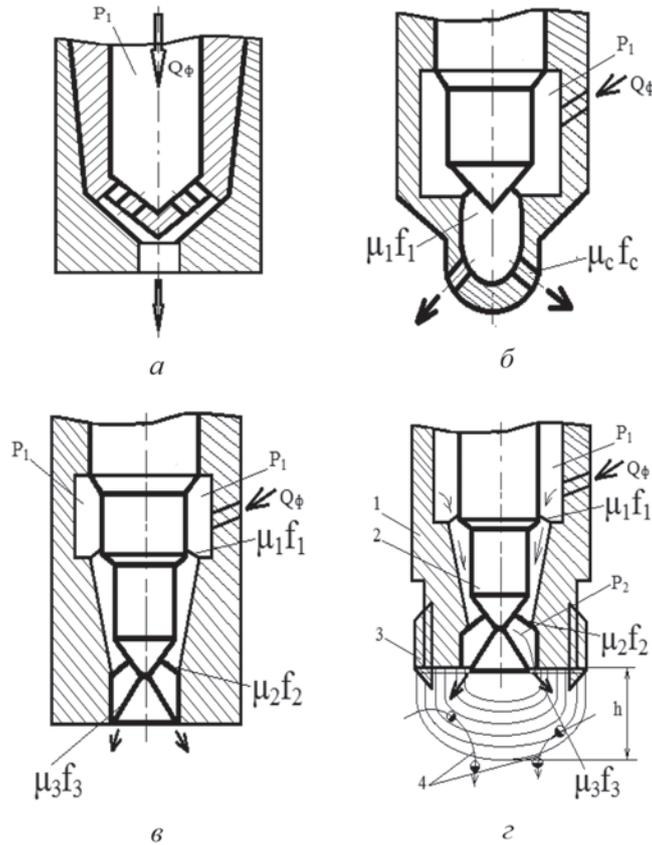


Рис. 3. Основные параметры форсунок в дизелях:

$a$  – открытой;  $б$  – закрытой (обычной);  $в$  – штифтовой;  $г$  – штифтовая форсунка с сетчатым турбулизатором;  
 $Q_{\phi}$  – секундный объемный расход топлива;  $P_1$  – давление в цилиндре;  $P_2$  – давление в корпусе распылителя

Основным недостатком этих конструкций является невозможность получения однородных (однородных) топливных смесей. С целью решения этой проблемы нами рекомендуется дополнительно оснастить их сменными турбулизаторами. Предлагаемая конструкция показана на рис 3,  $в$ .

Величина кинетической энергии распыливания топлива для откатных форсунок подсчитывается по формуле (Дж/кг):

$$E_T = \frac{\omega_T^2}{2} = \frac{\varphi_c^2 \Delta P}{\rho_T} \quad (10)$$

или

$$E_T = \frac{\varphi_c^2 \Delta P}{\rho} * 10^4,$$

где  $\omega_T$  – скорость истечения топлива через сопловое сечение, м/с;  $\varphi_c$  – коэффициент скорости

( $\varphi_c = 0,7$ );  $\Delta P$  – перепад давления в сопловых отверстиях, н/м<sup>2</sup>. Формулу поля кинетической энергии образования смеси можно записать в следующем виде:

$$E_{см} = E_T + E_B,$$

где  $E_B$  – удельная энергия воздушного потока в вихрекамере.

Использование сетчатого турбулизатора позволяет повысить турбулизацию вихревого потока и тем самым улучшить процесс самовоспламенения топлива в дизелях. Выбором конструктивных параметров сетчатого турбулизатора можно достичь совершенствования процесса самосгорания топливных смесей в дизелях.

### **Выводы**

1. Из-за снижения полноты сгорания традиционного топлива в камерах сгорания двигателей наблюдаются вредные газовые выбросы, загрязняющие окружающую среду.

2. Аналитические зависимости позволили раскрыть физическую сущность процесса сгорания топлива в двигателях и усовершенствовать систему подачи многокомпонентных топливных смесей путем их предварительного нагрева и электромагнитивания.

### **Список использованных источников**

1. Салимов, А. У. Вопросы теории электростатического распыления / А. У. Салимов, М. Т. Балабеков, А. М. Багдасаров. – Ташкент: Фан, 1968. – С. 6.
2. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания / В. А. Марков [и др.]. – М.: НИЦ «Инженер» (Союз НИО), 2016. – 292 с.
3. Хакимов, Б. Б. Дизел ва биоэтанол ёнилгиларидан сифатли аралашма ҳосил қилиш қурилмаси мавзусидаги /техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) автореф. дисс. 05.20.03. – Тошкент, 2019.
4. Хакимов, Б. Б. Пути повышения дисперсности распыливания многокомпонентной топливной смеси в камерах сгорания двигателя / Б. Б. Хакимов, О. У. Салимов // Agroilm. – 2018. – С. 112–113.
5. Кадиров, С. М. Двигатель внутреннего сгорания / С. М. Кадиров. – Ташкент: Янги аср авлоди, 2006. – 443 с.