
Опубл. 20.07.2009 г. Бюл. № 20.

4. Патент RU № 2399189. Сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков;

Опубл. 20.09.2010 г. Бюл. № 26.

5. Патент RU № 2408180. Сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков;

Опубл. 10.01.2011 г. Бюл. № 1.

6. Патент RU № 100872. Комбинированный сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; Опубл. 10.01.2011 г. Бюл. № 1.

УДК 631.3:662

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ ПРИ ЕГО РАБОТЕ НА БИОТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Н.С. Киреева, к. т. н.

*ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия»
тел. 8(8422)559590. kireeva.23@mail.ru*

Ключевые слова: *биотопливо, биотопливная композиция, МЭРМ, рабочий процесс, дизель.*

Приведена методика расчета рабочего процесса дизеля с учетом уточнений при применении биотопливных композиций в качестве моторного топлива.

В настоящее время в качестве моторного топлива на дизелях автотракторной техники применяется биодизель, то есть биотопливная композиция, состоящая из смеси метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) и товарного дизельного топлива (ДТ).

Для достоверной теоретической оценки влияния указанного биотоплива на показатели рабочего процесса тракторного дизеля была разработана уточненная методика расчета, с учетом содержания в топливе МЭРМ.

Эта методика предполагает, что исходными данными для расчета показателей дизеля при его работе на биотопливных композициях являются известные значения по элементарному составу дизельного топлива и биотоплива МЭРМ, а действительный и теоретический расходы воздуха предварительно определяются экспериментальным путем [1].

Расчет показателей рабочего процесса дизеля выполняем при его работе на основных нагрузочно-скоростных режимах и на различных видах биотопливных композиций в зависимости от процентного содержания в нем дизельного топлива и биотоплива МЭРМ.

Коэффициент избытка воздуха

$$\alpha = \frac{G_{\text{вд}}}{G_{\text{вт}}} = \frac{3600 \cdot f \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot H \cdot \rho_{\text{в}}}}{\left(\ell_{\text{одт}} + \ell_{\text{омэрм}} \right) \cdot G_{\text{тбио}}}$$

где $G_{\text{вд}}$ - действительный расход воздуха, кг/ч; $G_{\text{вт}}$ - общее теоретически необходимое количество воздуха для сгорания дизельного топлива и биотоплива МЭРМ, кг/ч; f - площадь проходного сечения сопла, м²; φ - коэффициент расхода воздуха через сопло; g - ускорение свободного падения, м/с²; H - перепад давлений в сопле, мм.рт.с.; $\rho_{\text{в}}$ - плотность воздуха, кг/м³; $\ell_{\text{одт}}$, $\ell_{\text{омэрм}}$ - теоретически необходимое количество воздуха в кг для сгорания дозы дизельного топлива и биотоплива МЭРМ; $G_{\text{тбио}}$ - часовой расход биотопливной композиции МЭРМ, кг/ч.

В свою очередь, теоретически необходимое количество воздуха для сгорания заданной дозы K_1 дизельного топлива определится из соотношения

$$L_{\text{одт}} = \frac{1}{0,208} \cdot \left(\frac{C_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2}}{12} + \frac{H_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2}}{4} + \frac{O_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2}}{32} \right) \text{ кмоль}$$

или

$$\ell_{\text{одт}} = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3} C_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} + 8 H_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} - O_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} \right), \text{ кг.}$$

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания заданной дозы K_2 биотоплива МЭРМ определится

$$L_{\text{омэрм}} = \frac{1}{0,208} \cdot \left(\frac{C_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{12} + \frac{H_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{4} + \frac{O_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{32} \right),$$

или

$$\ell_{\text{омэрм}} = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3} C_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2} + 8 H_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2} - O_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2} \right)$$

где C_1, H_1, O_1 - содержание углерода, водорода и кислорода в дизельном топливе; C_2, H_2, O_2 - содержание углерода, водорода и кислорода в биотопливе МЭРМ; 0,23 - массовое содержание кислорода в воздухе; $8/3, 8$ - количество кислорода для полного сгорания углерода и водорода; K_1, K_2 - процентное соотношение (доза) дизельного топлива и биотоплива в биотопливной композиции (при любом соотношении компонентов их сумма $K_1 + K_2 = 100\%$).

Тогда теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг (или 1 кмоль) биотопливной композиции составит

$$L_{\text{био}} = L_{\text{одт}} + L_{\text{омэрм}},$$

$$\ell_{\text{био}} = \ell_{\text{одт}} + \ell_{\text{омэрм}}$$

Общее теоретически необходимое количество воздуха для сгорания биотопливной композиции, состоящей из дизельного топлива и биотоплива МЭРМ, опре-

делится по выражению

$$G_{\text{вт}} = \left(l_{\text{одт}} + l_{\text{омэрм}} \right) \cdot G_{\text{тбио}} = l_{\text{био}} \cdot G_{\text{тбио}}$$

Коэффициент наполнения цилиндра свежим зарядом

$$\eta_v = \frac{G_{\text{вд}}}{G_{\text{во}}} = \frac{3600 \cdot f \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot H \cdot \rho_{\text{в}}}}{30 \cdot V_h \cdot n \cdot \rho_{\text{в}} \cdot 10^{-3}}$$

где $G_{\text{во}}$ - теоретический расход воздуха, кг/ч; V_h - рабочий объем двигателя, л;
 n - частота вращения к. в. двигателя, мин⁻¹.

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания [2]:
 углекислого газа (кмоль CO_2 / кг биотопливных композиций)

$$M_{\text{CO}_2} = \frac{C_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} + C_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{12}$$

водяного пара (кмоль H_2O / кг биотопливных композиций)

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{H_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} + H_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{2}$$

кислорода (кмоль O_2 / кг биотопливных композиций)

$$M_{\text{O}_2} = 0,208 \cdot (\alpha - 1) \cdot (L_{\text{одт}} + L_{\text{омэрм}})$$

азота (кмоль N_2 / кг биотопливных композиций)

$$M_{\text{N}_2} = 0,792 \cdot \alpha \cdot (L_{\text{одт}} + L_{\text{омэрм}})$$

Общее количество продуктов полного сгорания (кмоль пр. сг. / кг биотопливных композиций)

$$M_2 = M_{\text{CO}_2} + M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{O}_2} + M_{\text{N}_2} = \frac{C_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} + C_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{12} + \frac{H_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-2} + H_2 \cdot K_2 \cdot 10^{-2}}{2} + 0,208 \cdot (\alpha - 1) \cdot (L_{\text{одт}} + L_{\text{омэрм}}) + 0,792 \cdot \alpha \cdot (L_{\text{одт}} + L_{\text{омэрм}})$$

Теплота сгорания рабочей смеси

$$H_{\text{рб}} = \frac{(H_{\text{удт}} + H_{\text{умэрм}}) \cdot 10^3}{M_1 \cdot (1 + \gamma_{\text{г}})}$$

где $H_{\text{удт}}$, $H_{\text{умэрм}}$ - низшая теплота сгорания заданных долей дизельного топлива и биотоплива МЭРМ в биотопливной композиции, МДж/кг.

Низшая теплота сгорания заданной доли:

$$H_{\text{удт}} = 34,013C K_1 \cdot 10^{-2} + 125,6H \cdot K_1 \cdot 10^{-2} - 10,9(O \cdot K_1 \cdot 10^{-2} - S) - 2,512(9H \cdot K_1 \cdot 10^{-2} + W), \text{ МДж/кг,}$$

$$H_{\text{идмэрм}} = 34,013C K_2 \cdot 10^{-2} + 125,6H \cdot K_2 \cdot 10^{-2} - 10,9 (O \cdot K_2 \cdot 10^{-2} - S) - 2,512(9H \cdot K_2 \cdot 10^{-2} + W), \text{ МДж/кг,}$$

Тогда низшая теплота сгорания 1 кг биотопливной композиции составит

$$H_{\text{убио}} = H_{\text{идт}} + H_{\text{имэрм}}, \text{ МДж/кг,}$$

Индикаторный КПД

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot (\ell_{\text{одт}} + \ell_{\text{омэрм}}) \cdot \alpha}{(H_{\text{идт}} + H_{\text{имэрм}}) \cdot \rho_v \cdot \eta_v}$$

Удельный индикаторный расход биотопливных композиций

$$g_i = \frac{3600}{(H_{\text{идт}} + H_{\text{имэрм}}) \cdot \eta_i} \text{ г/кВт·ч.}$$

Эффективный КПД

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m ;$$

Удельный эффективный расход биотопливных композиций

$$g_e = \frac{3600}{(H_{\text{идт}} + H_{\text{имэрм}}) \cdot \eta_e} \text{ /кВт·ч.}$$

Все остальные параметры рассчитываются по стандартной методике.

Данная методика расчета показателей рабочего процесса дизеля перекладывается на язык программирования (программа Mathcad), что позволяет выполнять расчеты параметров рабочего цикла, индикаторных и эффективных показателей тракторного дизеля на товарном дизельном топливе и биотопливных композициях.

Библиографический список:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания/ Н.Х.Дьяченко, А.К.Костин, Б.П.Пугачев и др.// Л.: Машиностроение. - 1974. – 552 с.
2. Топливные системы и экономичность дизелей/ И.В.Астахов, Л.Н.Голубков, В.И.Трусов и др.//М.: Машиностроение. - 1990. – 288 с.