

Абрамчук Федор Иванович, д.т.н., профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Кузьменко Анатолий Петрович, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Бойчук Максим Витальевич, аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВПРЫСКИВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА ВО ВПУСКНОЙ КОЛЛЕКТОР ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Появление газовой аппаратуры 5-го поколения позволяет подавать газ в сниженном состоянии во впускной коллектор [1]. Это создает условия для совершенствования рабочего процесса газового двигателя. В работе приведен комплекс работ для адаптации газовой аппаратуры к двигателю MeM3-307. Используя особенности конструкции впускного коллектора, к его телу приварены адаптеры для установки форсунок. Причем места установки адаптеров выбраны так, чтобы направления струй жидкого топлива совпадали с направлением движения воздуха в каждый цилиндр. При таком условии в полной мере используется энергия струй жидкого топлива для повышения коэффициента наполнения цилиндра.

Для адиабатно-изобарного процесса во впускном коллекторе можно записать уравнение испарения жидкого топлива [2]

$$C_p(t_1 - t_2) = \bar{h}_r(d_{п_2} - d_{п_1}), \quad (1)$$

где C_p – удельная изобарная теплоемкость смеси, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$;

t_1 – температура воздуха до начала испарения, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 – температура смеси после испарения топлива, $^{\circ}\text{C}$;

\bar{h}_r – средняя энтальпия газа между начальным и конечным состоянием, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

$d_{п_2}$ – относительное количество топлива в смеси в конце испарения, $\frac{\text{кг}_\tau}{\text{кг}_\text{в}}$;

$d_{п_1}$ – относительное количество топлива в смеси в начале испарения, $\frac{\text{кг}_\tau}{\text{кг}_\text{в}}$;

Для сжиженного газа (ПА-пропан автомобильный) стехиометрический состав топливовоздушной смеси равен $15,7 \frac{\text{кг}_\text{возд}}{\text{кг}_\text{топл}}$. На основании экспериментальных данных температура и давление топлива у входа в форсунку соответственно $t_\tau=40^{\circ}\text{C}$, $p_\tau=3,0$ МПа. Температуру окружающей среды принимаем $t_0=40^{\circ}\text{C}$, а подогрев воздуха $\Delta T_{\text{под}}=25^{\circ}\text{C}$. Тогда во впускном коллекторе в зоне подачи жидкого топлива $t_1=40^{\circ}\text{C}$, а давление на номинальном режиме работы двигателя $p_1=0,092$ МПа.

При помощи диаграммы приведенной в работе [3] можно определить долю топлива, которое испаряется в конце топливоподачи, она равна 45%.

Отсюда $d_{п_1} = 0,45 / 15,7 = 0,028 \frac{\text{кг}_Г}{\text{кг}_В}$. Остальное топливо (55%) испаряется за счет снижения температуры окружающего воздуха.

Подставляя все данные в уравнение (1), получаем при условии $C_p = 1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$$1(40 - t_2) = \bar{h}_r(0,06 - 0,028). \quad (2)$$

Поскольку $\bar{h}_r = f(p_2, t_2)$, то пользуясь диаграммой зависимости энтальпий от температуры и давления находим решение уравнения (2) $\bar{h}_r = 545,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_2 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$. В результате получаем снижение температуры во впускном коллекторе двигателя на $18 \text{ }^\circ\text{C}$, что положительно сказывается на коэффициенте наполнения, и влечет за собой улучшение энергетических показателей двигателя.

Литература

1. <http://www.vialle.nl/>
2. Петренко В.Г. термодинамічний аналіз процесу впорскування зрідженого пропану до двигуна внутрішнього згорання / В.Г. Петренко, А.С. Соломаха, П.О.Барабаш // Энергетика: економіка, технології, екологія. 2015. № 2. с. 58-63
3. Стаскевич Н.Л. Справочник по сжиженным углеводородным газам / Н.Л.Стаскевич, Д.Я.Вигдорчик. – Л. Недра, 1986. – 543 с.