

ло подвергается реставрации (восстановлению). Количество собранного масла можно определить из выражения

$$g = n \cdot V_p \quad \text{или} \quad g = \frac{Q_k}{Q_n} \cdot V_p, \quad \text{кг} \quad (7)$$

где: n – количество смен масла до капитального ремонта;
 V_p – объём масла в картере (ёмкость картера), кг;
 Q_k – общий расход топлива до капитального ремонта, кг;
 Q_n – норма расхода топлива до смены масла, кг.

Вывод

Применение основных методов восстановления моторного масла позволяет определить работоспособность при работе в двигателе, а также сравнивать техническое состояние различных машин.

Литература

Полканов И.П., Холманов В.М. Методические указания по применению моторных масел и смазочных материалов в сельском хозяйстве. – Ульяновск, - УСХИ, 1985. – 73 с.

УДК 631.3.004

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОЩНОСТИ СВЕТОИЗЛУЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

Е.Г. Кочетков, кандидат технических наук

В настоящее время оптические методы диагностирования двигателей, основанные на прямой регистрации светового излучения при сгорании топлива, находятся в стадии изучения и опытной реализации. В видимом диапазоне спектр излучения пламени в камере сгорания дизеля обуславливается в основном свечением раскалённых сажистых частиц. По этой причине детектируемая световая мощность в оптическом диапазоне длин волн представляет собой важнейший интегральный диагностический показатель, определяемый особенностями спектра свечения

сажистых частиц, их концентраций, а также – типично оптическими эффектами рассеяния и поглощения излучения, протекающими в объеме камеры сгорания в условиях статической неоднородности (микронеоднородности) пламени и обладающими возможно существенными аномалиями при неоптимальных условиях сгорания топлива [1, 2].

Наряду с указанными факторами на величину мощности оптического излучения может оказать влияние эффект переотражения излучения от стенок камеры сгорания, а также неоднородность распределения температурного поля пламени. В имеющихся место прямых оценках мощности светонизлучения [1,2] для простейшей геометрии (экспериментальной) камеры сгорания в виде выгнутого цилиндра (схема регистрации излучения эталонного источника «на просвет» камеры сгорания в осевом направлении), влияние переотражений не учитывалось. Заметим, что при строгой количественной формулировке с учётом всех вышеперечисленных факторов расчёт регистрируемого светонизлучения представляет большие математические трудности, относящиеся к классу задач теории переноса излучения [3] с неоднородными краевыми условиями, которые решаются численными методами с применением ЭВМ.

Во-первых, для ряда серийно выпускаемых промышленностью двигателей объём камеры сгорания можно рассматривать приближённо как сферический. Геометрия задачи, где R – радиус камеры сгорания, S – площадь кругового окна прозрачной вставки, r, φ, θ – сферические координаты точки объёма, показана на рисунке. Подразумеваются общепринятые ограничения: $0 \leq r \leq R$; $0 \leq \theta \leq \pi$; $0 \leq \varphi \leq \pi$, а также принято, что $S_0 \ll S$, где S – площадь поверхности камеры сгорания.

Во-вторых, учитывая тепловую природу излучения в отношении оптических его свойств, примем гипотезу изотропности и локальной однородности, обычных в теории переноса. Согласно гипотезе локальной однородности излучения спектральная плотность мощности излучения однозначно определяется локальными термодинамическими условиями в заданной точке расположения элемента объёма dV , то есть определяется

ченной элементом объема dV , определится выражением

$$dE_{\lambda} = W_{\lambda} \cdot dV \cdot d\lambda \quad (2)$$

Мощность светозлучения $d\phi_{\lambda}$ от элемента dV найдем в виде отношения $d\phi = dE_{\lambda}/r$, где r – время, за которое оценивается поступление энергии излучения dE_{λ} в прозрачную вставку.

Таким образом, получим

$$d\phi_{\lambda} = \frac{c}{2R} \cdot W_{\lambda} \cdot dV \cdot d\lambda \quad (3)$$

Мощность $d\phi_{\lambda}$, определяемая формулой (2), излучается в полный телесный угол 4π . В силу изотропности излучения в единичный телесный угол излучаемая мощность составляет $d\phi/4\pi$, а в телесный угол $\Delta\Omega = S_0 \cos\alpha_0 / r_0$ (рис.), под которым «видна» из элементарного источника площадка S_0 окна вставки, попадает часть мощности $d\phi_{\lambda\Delta\Omega} = (\Delta\Omega/4\pi)d\phi_{\lambda}$. Эта мощность на пути r_0 от источника до окна световода ослабляется вследствие поглощения и рассеивания по закону Бутера [3], что можно учесть множителем $\exp(-K'r_0)$, где K' – коэффициент экстинкции света. В результате прямой (без учёта отражений) вклад элементарного источника в регистрируемую мощность излучения примет вид

$$d\phi_{\lambda} = \frac{S_0 c}{8\pi R} \cdot W_{\lambda} \cdot \frac{\cos\alpha_0}{r_0^2} \cdot I^{-K'r_0} \cdot dV \cdot d\lambda \quad (4)$$

К этой части элементарной мощности необходимо добавить (в соответствии с принятым временем τ пробега лучей) часть мощности этого же элементарного источника, попадающей в световод после однократного отражения от стенок камеры сгорания. Обозначим эту мощность $d\phi_{\lambda\text{отр}}$. Полагая, что при отражении луч изменяет свою интенсивность в $A_R(\alpha_1)$ раз, где $A_R(\alpha_1)$ – Френкелевский коэффициент отражения светового излучения на стенке камеры сгорания (кривизной границы пренебрегаем), напомним аналогично (4)

$$d\phi_{\lambda\text{отр}} = \frac{S_0 c}{8\pi R} \cdot W_{\lambda} \cdot \frac{\cos\alpha_1}{r_1^2} \cdot I^{-K'(\rho+r_1)} \cdot A_R(\alpha_1) \cdot dV \cdot d\lambda \quad (5)$$

Суммарная регистрируемая мощность светозлучения ϕ получается интегрированием величин $d\phi_{\lambda}$ и $d\phi_{\lambda\text{отр}}$ по объёму ка-

меры сгорания и полному интервалу длин волн с последующим сложением. Поэтому, учитывая, что $dV=r^2 dr \sin\varphi d\varphi d\Theta$, получим

$$\phi = \frac{S_0 c}{8\pi R} \int_0^{\infty} W_{\lambda} \cdot (J + J_{\text{отр}}) \cdot d\lambda; \quad (6)$$

где:

$$J = 2\pi \int_0^{\pi} \sin\varphi d\varphi \int_0^R \left[\frac{R - r \cos\varphi}{r^2 + R^2 - 2rR \cdot \cos\varphi} \right] \cdot e^{-x\sqrt{r^2 + R^2 - 2rR \cos\varphi}} \cdot r^2 dr, \quad (7)$$

$$J_{\text{отр}} = \frac{\pi}{2R} \int_0^{\pi} \sin\varphi d\varphi \int_0^R A_R(r, \varphi) \frac{e^{-x \left[3\sqrt{R^2 - r^2 \sin^2 \frac{\varphi}{1+3r/R}} + r \cos \frac{\varphi}{1+3r/R} \right]}}{\sqrt{R^2 - r^2 \cdot \sin^2 / 1 + 3r/R \varphi}} r^2 dr \quad (8)$$

Относительно вида зависимости энергетического коэффициента отражения $A_R(r, \varphi)$ заметим следующее. Если условия горения в пристеночной области камеры сгорания мало отличаются от объёмных и соответствуют оптимальным, то отражение излучения близко к зеркальному, то есть $A_R(r, \varphi) \approx 1$. Полученная регистрируемая мощность светонизлучения (6) может быть использована для диагностики в случае оптимальных условий сгорания топлива, т. е. в случае технически исправного двигателя.

В реальных же условиях эксплуатации двигателя происходит износ ЦПГ и элементов топливного насоса, а также нарушаются их регулировочные параметры. Поэтому сгорание топлива происходит уже в неоптимальных условиях, и в формуле мощности светонизлучения (6) энергетический коэффициент отражения $A_R(r, \varphi)$ не может быть принят равным единице.

Литература

1. Белинский Л.М. Теплоизлучение в камере сгорания быстроходного двигателя с воспламенением от сжатия / Сб. научн. тр. НИЛД / М.: Машгиз, 1955. – с. 83-111.
2. Соболев В.В. Перенос лучистой энергии в атмосферах звёзд и планет. – М.: Гостехиздат, 1956. – 240с.
3. Матвеев А.И. Оптика. – М.: Высшая школа, 1968. – 531с.