

шая  $\alpha$ , CO и CO<sub>2</sub>, которая выведена в результате преобразований известных выражений, описывающих процесс окисления углерода топлива:

$$G_{CO} = \frac{7}{3} [2(1-\alpha)(g_C + 3g_H)];$$

$$G_{CO_2} = \frac{11}{3} [g_C(2\alpha-1) + 6g_H(\alpha-1)].$$

В итоге получаем

$$\alpha = \frac{154 - 55 CO - 28 CO_2}{154 - 44 CO - 28 CO_2}.$$

Эта формула удобна тем, что в ней присутствуют только значения содержания окиси и двуокиси углерода, определяемые современными газоанализаторами быстро и точно.

#### Л и т е р а т у р а

1. Андреев В.И., Черняк Б.Я. Определение состава горючей смеси по содержанию углерода в продуктах сгорания. - Автомобильная промышленность, 1972. № 12.

УДК 621.431.73 - 713

Б.Е.Железко, Б.Е.Пышкин

#### К РАСЧЕТУ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ РЕЖИМАМ

Тепловое состояние автомобильного двигателя в эксплуатации определяется режимами его работы, температурой окружающего воздуха и эффективностью системы охлаждения.

Требуемая эффективность системы охлаждения определяется, как правило, исходя из условий работы двигателя на максимальной мощности и при максимально возможной температуре окружающей среды. Обычно ее принимают равной 40°С. Если двигатель предназначен для работы в условиях повышен-

ной температуры окружающей среды, то для расчета принимают температуру  $50^{\circ}\text{C}$ .

Эксплуатационные режимы и условия работы автомобильного двигателя, как показывают опытные данные, значительно отличаются от расчетных, в связи с этим расчетная эффективность системы охлаждения в эксплуатации практически не используется.

Различают степень загрузки двигателя по мощности

$$K_N = \frac{N_e}{N_{\max}} ;$$

по крутящему моменту

$$K_M = \frac{M_e}{M_{\max}} ;$$

и по скоростному режиму

$$K_n = \frac{n}{n_{\max}} ;$$

где  $N_e$ ;  $M_e$ ;  $n$  - эксплуатационные показатели, соответственно мощности, крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала.

Из различных скоростных и нагрузочных режимов работы автомобильного двигателя в эксплуатации: разгон, установившийся режим, торможение, холостой ход - для работы системы охлаждения интерес представляет установившийся режим.

Автомобильные двигатели значительное время работают на частичных скоростных и нагрузочных режимах.

Дорожные испытания показывают [1, 2, 3], что при движении автомобиля МАЗ-500 с полной нагрузкой по городу максимальный крутящий момент и номинальная мощность двигателя не используются вообще, скоростной диапазон его работы 53% времени находится в пределах  $K_n = 46...65\%$ , а работа в режиме "разгон-торможение" составила 34% времени. Двигатель автомобиля ГАЗ-53 с нагрузкой 3 т при движении в городских условиях 83% времени работы под нагрузкой работает при  $K_N = 56\%$  и  $K_n = 34\%$ . Данные испытаний ав-

томобиля М-21 "Волга" свидетельствуют, что режим холостого хода составляет 30% времени, а работа при  $K_n = 15...45\%$  и  $K_N = 0...47\%$  составляет 64% времени работы двигателя под нагрузкой.

Эксплуатация автомобиля по асфальтированному шоссе в пределах пригородной зоны и за городом характерна большей степенью загрузки двигателя по мощности и крутящему моменту [1,3,4,5]. Так, при движении автомобиля МАЗ-500 по шоссе 38% времени двигатель работал при  $K_M = 90...100\%$  и  $K_n = 46...100\%$ .

На нагрузочный и скоростной режимы работы автомобильного двигателя влияют интенсивность движения на дороге и погодные условия. Большей интенсивности движения и худшим погодным условиям соответствует меньшая загрузка двигателя. Так, двигатель автомобиля ЗИЛ-131, испытываемого на асфальтированной дороге с интенсивностью движения 450 . . . . 600 автомобилей в час, работал при  $K_N = 24\%$  и  $K_n = 61\%$ , а с интенсивностью движения менее 50 автомобилей в час — при  $K_N = 78\%$  и  $K_n = 88\%$ . Испытания двигателя легкового автомобиля в тех же условиях зарегистрировали степень загрузки соответственно:  $K_N = 0...88\%$ ,  $K_n = 15...75\%$  и  $K_N = 88\%$ ;  $K_n = 60...100\%$  в течение 67% времени работы под нагрузкой.

В случае движения автомобиля по мокрой дороге или по дороге, покрытой снегом, режим работы двигателя мало зависит от интенсивности движения и определяется условиями безопасности. Так, при движении автомобиля ЗИЛ-131 по шоссе, покрытому снегом, степень загрузки двигателя составила  $K_N = 49\%$ ,  $K_n = 60\%$ . Эксплуатация автомобилей на грунтовых дорогах, на дорогах с бульжным покрытием также показала низкую загрузку двигателя [2,5,6].

Например, двигатель автомобиля МАЗ-509, эксплуатируемого на лесозаготовках, работал со степенями загрузки  $K_N = 69\%$  и  $K_n = 73\%$ . Загрузка двигателя автомобиля ЗИЛ-131 при эксплуатации по грунтовым дорогам составила  $K_N = 52...60\%$  и  $K_n = 50...52\%$ . В таких же условиях двигатель автомобиля ГАЗ-53 имел загрузку  $K_N = 48...55\%$  и  $K_n = 27...32\%$ .

Работа автомобильного двигателя на частичных нагрузках приводит к тому, что максимальная потребность в действии вентилятора системы охлаждения не превышает 60% летом и 2% времени зимой для умеренного климата; 95% двигателей легковых автомобилей 90% времени переохлаждаются [7]. По-

следние цифры свидетельствуют о сильном влиянии климатических условий на потребную эффективность системы охлаждения. Приведенные в работе [8] данные показывают, что температуры окружающей среды, достигающие  $-20^{\circ}$ , встречаются почти на всей территории СССР (96,2%). Температуры воздуха до  $25^{\circ}$  наблюдаются на 42,6% территории страны. Такие низкие температуры, как  $-40...-45^{\circ}$  имеют место почти на 10% территории СССР.

В то же время, температуры свыше  $+30^{\circ}$  наблюдаются лишь на 19% территории страны, а свыше  $+35^{\circ}$  — только на 4,5%. На большей части территории страны в летний период температура воздуха не превышает  $25^{\circ}$ .

Таким образом, существующий метод расчета требуемой эффективности системы охлаждения автомобильного двигателя исходя из условий его эксплуатации при наибольшей нагрузке и температуре окружающей среды, близкой к максимально возможной, дает завышенные результаты. Это приводит к неоправданным производственным и эксплуатационным затратам.

Автоматическое регулирование температуры в системе охлаждения с помощью термостатов улучшает тепловой режим работы двигателя и поддерживает его в заданных пределах, но не снижает затрат мощности (а значит, и расхода топлива) на систему охлаждения. Применение регулируемого привода вентилятора уменьшает эксплуатационные затраты на систему охлаждения, однако при этом повышаются производственные затраты.

Применение различных дополнительных устройств, улучшающих характеристику системы охлаждения, в то же время усложняет ее конструкцию и технический уход в эксплуатации, снижает надежность.

Учитывая изложенное, целесообразно более обоснованно подходить к выбору расчетного режима работы двигателя и условий его эксплуатации при расчете и конструировании системы охлаждения. Очевидно, более правильно было бы определять требуемую эффективность системы охлаждения исходя из наиболее вероятных в эксплуатации нагрузочных режимов двигателя и температур окружающей среды. Расчет по наиболее вероятным эксплуатационным режимам может дать значительный экономический эффект как в производстве, так и в эксплуатации.

Расчет системы охлаждения по эксплуатационным режимам может привести к перегреву двигателя в процессе работы на

возможных максимальных режимах. Такие условия встречаются редко, однако система охлаждения должна гарантировать безотказность и надежность работы двигателя. Поэтому расчет должен быть согласован с вероятной длительностью работы на максимальных режимах и высоких температурах воздуха, а также с темпом прогрета двигателя с учетом теплоемкости как системы охлаждения, так и двигателя в целом. Вероятность и время работы двигателя на различных нагрузочных режимах должны основываться на статистических данных испытаний однотипных автомобилей в предполагаемых эксплуатационных условиях. Темп прогрета может быть установлен по данным испытаний двигателя на стенде.

### Л и т е р а т у р а

1. Великанов Д.П., Бернацкий В.И. Изучение эксплуатационных режимов работы автомобильного двигателя. - Автомобильный транспорт, 1960, № 4.
2. Лавров Л.Г. Испытание тяговой динамики автомобиля в эксплуатационных условиях. Методика и аппаратура. Автореф.канд.дис.-Горький, 1969.
3. Терещук А.Г., Сорокин В.П. Метод исследования режимов работы автомобильного дизеля в условиях эксплуатации. - В сб.: Двигатели внутреннего сгорания. - Ярославль, 1975.
4. Бодров В.А. Влияние дорожных условий на режимы работы автомобильного двигателя. - В сб.: Двигатели внутреннего сгорания. - Ярославль, 1973.
5. Платонов В.Ф., Устименко В.С., Назаров С.К. О режимах движения автомобилей в различных дорожных условиях. - Автомобильная промышленность, 1977, № 11.
6. Бондаренко С.И. Исследование эксплуатационных качеств лесовозного автопоезда МАЗ и пути их повышения. Автореф.канд.дис. - Л., 1973.
7. Автомобильные двигатели/ Под ред. М.С.Ховаха. - М., 1977.
8. Гольнев В.С., Макаров В.И. Расчетные параметры окружающей среды для проектирования системы охлаждения тракторного двигателя. - Труды НАТИ, 1971, вып. 211.