

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2021-12-55-59>

К ВОПРОСУ ОБ УГАРЕ МОТОРНОГО МАСЛА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Исаенко В.Д., Исаенко А.В., Исаенко П.В.

Ключевые слова: мусоровоз, дорожная машина, двигатель внутреннего сгорания, моторное масло, угар, наработка, показатели качества масла, физико-химический и спектральный анализ.

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты экспериментально-расчетной оценки влияния на угар моторных масел режимов работы дизельных двигателей дорожных машин и мусоровозов на базе автомобилей КамАЗ. В качестве диагностических параметров, определяющих ресурс дизельных двигателей в зависимости от угара масла, приняты показатели физико-химических и спектрального анализов масла. Сделаны выводы.

ON THE ISSUE OF ENGINE OIL LOSS IN AUTOMOBILE DIESELS

Isaenko V.D., Isaenko A.V., Isaenko P.V.

Keywords: garbage truck, road vehicle, internal combustion engine, engine oil, carbon monoxide, operating time, oil quality indicators, physico-chemical and spectral analysis.

Abstract. This article presents the results of an experimental and calculated assessment of the effect of diesel engine modes of road vehicles and garbage trucks based on KAMAZ vehicles on engine oil burn. As diagnostic parameters that determine the resource of diesel engines depending on the oil burn, indicators of physico-chemical and spectral analysis of oil are accepted. Conclusions are drawn.

При технической эксплуатации автотранспортных средств снижение уровня моторного масла в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) – процесс неизбежный. Причины расхода масла двигателем носят объективный и субъективный характеры. К ним можно отнести: тип ДВС, общая наработка от ввода в эксплуатацию, естественный угар, скоростной режим работы, техническое состояние отдельных деталей, сорт и качество моторного масла, и даже стиль вождения. Более того, турбированные дизельные двигатели современных коммерческих автомобилей могут увеличивать расход масла по сравнению с атмосферными «собратьями». То есть перечислить все возможные причины расхода масла двигателями не представляется возможным, как и невозможно дать точного ответа о нормальном его расходе и влиянии на надежность ДВС. Однако известно, что именно по этому показателю можно определить остаточный ресурс двигателя [1, 2] в конкретных условиях эксплуатации автомобиля.

Авторы настоящей работы сделали попытку «заглянуть» в эту проблему экспериментально-расчетным путем. В качестве объекта исследования были отобраны технически исправные автомобили: один самосвал КамАЗ-65115 с дизелем 740.10.20 экологического класса Евро-0, два мусоровоза МКМ с дизелем 740.11-240 экологического класса Евро-1, и две дорожные машины ДМК с дизелями 740.31-240 класса Евро-3. При этом дизель самосвала работал на классических моторных маслах М8(10)Г₂К, мусоровозов – на

минеральном масле SAE 15W-40, а дорожных машин – на полусинтетическом масле SAE 10W-40 со служебным расходом масла на угар – не более 0,6%, 0,3% и 0,2% от расхода топлива соответственно [3]. Средняя наработка автомобилей на начало эксперимента составила 21216 км, 254779 км и 175500 км согласно их вышеприведенному порядку. Соблюдались рекомендации производителя согласно использования моторных масел по назначению, хотя упредить пересортицу масел при его массовом потреблении в АТП со смешанным составом машин затруднительно, что и было отмечено в настоящем эксперименте.

Известна методика определения фактического расхода масла на угар, предусматривающая измерение количества залитого в двигатель масла при заправке (смене) Q_3 , долитого в течение определенной наработки (обычно в период между очередными ТО) ΔQ и слитого при замене $Q_{сл}$ [4], т.е.

$$Q_y = \Delta Q + (Q_3 - Q_{сл}).$$

Соблюдая жесткие требования к чистоте выполнения эксперимента и точности измерения, можно получить желаемый результат. Однако он характеризует процесс угара масла лишь в коротком промежутке времени (пробега автомобиля) и не отвечает на проблемный вопрос: влияние угара масла на ресурс двигателя.

Практикуется и другая методика определения расхода масла по масломерному щупу. Эту методику приняли авторы настоящей работы.

Для чистоты эксперимента на каждом масломерном щупе при смене масла была нанесена пошаговая метка в 0,1 л между «min» и «max».

В процессе эксплуатации автомобилей периодически визуально отмечался уровень масла в поддоне с пересчетом на натуральную величину, соблюдая одни и те же условия, фиксировался объем долитого свежего масла, количество сгоревшего топлива, пробег, а также пробы работающих масел и выполнялись физико-химические и спектральный их анализы (табл. 1). Эксперимент проводился в течение календарного года.

Годовая наработка автомобилей составила: самосвал – 65215 км; мусоровоз – 71421 км; дорожная машина – 123107 км.

Табл. 1. Контрольный расход моторного масла на угар дизелей КамАЗ за наработку между сменами

| Экологический класс ДВС | Удельный расход масла (g, л) за фиксируемую наработку (L, тыс. км) | | | |
|-------------------------|--|-------|-------|-------|
| | L_1 | g_1 | L_2 | g_2 |
| Евро 0 | 212 | 0,15 | 220 | 0,17 |
| Евро 1 | 255 | 0,15 | 273 | 0,18 |
| Евро 3 | 176 | 0,09 | 194 | 0,11 |

Расчет количества сгоревшего масла выполнялся в динамике по экспоненциальной зависимости (рис. 1):

$$g_n = g_{n-1} e^{b\Delta L}, \text{ л}, \quad (1)$$

где g_n, g_{n-1} – расчетное количество угоревшего масла за текущую и предыдущую наработку, л; ΔL – текущая наработка автомобиля, тыс. км; b – показатель экспоненты, вычисленный по формуле

$$b = \frac{\ln \frac{g_2}{g_1}}{L_2 - L_1}, \quad (2)$$

где L_1, L_2, g_1, g_2 – результаты фиксированных значений параметров между очередными ТО (см. табл. 1).

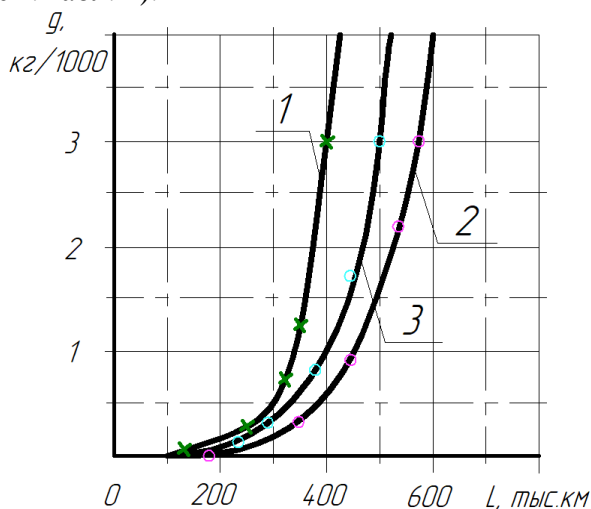


Рис. 1. Экспоненциальная зависимость ресурса дизелей КамАЗ от угара моторного масла: 1 – Евро-0; 2 – Евро-1; 3 – Евро-3

Существует мнение [5, 6], что ресурс цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) дизелей в реальных условиях эксплуатации в смешанном режиме соответствует расходу моторного масла на угар порядка 2–3 кг/1000 км пробега. Принимая этот показатель в 2,5 кг/1000 км, из рисунка 1 следует, что для КамАЗ 740.10-20 (Евро-0) ресурс равен 390000 (± 20) км, для КамАЗ 740.11-240 (Евро-1) – 550000 (± 20) км и КамАЗ 740.31-240 (Евро-3) – 480000 (± 20) км. Отсюда следует, что в условиях Сибирского региона назначенный ресурс в 400000 км способен «выходить» первородный атмосферный дизель КамАЗ 740.

На наш взгляд, повышенный расход масла на угар дизелей Евро-1 с несколько большим общим пробегом, но имеющими практически одинаковый скоростной режим автомобилей 25–30 км/ч, обусловленный частыми остановками (погрузка-разгрузка) связан, прежде всего, с турбированием, как и более «молодые» дизели Евро-3. Более того, дорожные машины типа ДМК имеют эксплуатационную скорость порядка 45–50 км/ч, что также приводит к интенсивной работе дизелей и, как следствие – к большому угару масла в цилиндрах.

Физико-химические и спектральный показатели моторных масел представлены в таблице 2.

Табл. 2. Усредненные значения показателей свежих работающих масел

| Показатели | Свежее | | | Работающее | | |
|--|-----------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|
| | SAE 5W-40 | SAE 15W-40 | M8Г ₂ K | SAE 5W-40 | SAE 15W-40 | M8Г ₂ K |
| 1. Нароботка масла между заменами, тыс. км | 0 | 0 | 0 | 18,08 | 17,8 | 8,035 |
| 2. Нароботка дизеля с начала эксплуатации, тыс. км | 0 | 0 | 0 | 283 | 319 | 470 |
| 3. Нерастворимые механические примеси, % | 0 | 0,015 | 0,048 | 0,12 | 0,19 | 3,3 |
| 4. Негорючие механические примеси, % | 0 | 0,0102 | 0,0205 | 0,086 | 0,06 | 0,12 |
| 5. Диспергирующая способность, баллы | 0 | 0 | 0 | 2,2 | 2,9 | 1,25 |
| 6. Кинематическая вязкость при 100°C, мм ² /с (Сст) | 10,8 | 10,8 | 7,8 | 12,57 | 8,4 | 9,17 |
| 7. Щелочное число (ЩЧ), мг КОН/1г | 9,5 | 10,6 | 7,6 | 2,98 | 2,7 | 1,14 |
| 8. Температура вспышки в открытом тигле (Т _в), °С | 220 | 215 | 210 | 190 | 210 | 190 |
| 9. Масса <i>i</i> -го элемента в масле (M _i), г/т: | | | | | | |
| – кальция (Ca) | 2100 | 2060 | 1060 | 813 | 684 | 317 |
| – цинка (Zn) | 1300 | 1102 | 862 | 470 | 214 | 270 |
| – фосфора (P) | 1426 | 980 | 960 | 1032 | 466 | 106 |
| – магния (Mg) | 880 | 500 | – | 325 | 270 | – |
| – меди (Cu) | 0 | 1,0 | 1,0 | 6,6 | 4,4 | 9,4 |
| – свинца (Pb) | 1,0 | 2,0 | 2,0 | 2,8 | 1,7 | 2,2 |
| – олова (Sn) | 0,32 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| – кремния (Si) | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 3,7 | 4,4 | 5,3 |
| – алюминия (Al) | 1,2 | 3,0 | 3,0 | 8,4 | 5,8 | 14,8 |
| – хрома (Cr) | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 4,4 |
| – железа (Fe) | 1,3 | 1,0 | 2,5 | 2,9 | 1,8 | 26,6 |

Анализ содержания таблицы 2 свидетельствует о том, что показатели свежего классического камазовского масла, находясь в пределах стандартных норм, «отстают» от стандартных норм показателей по классу SAE, что исключает причину неестественного угара и тех и других. Те же показатели работающих масел значимо разнятся в зависимости от своей основы. Так, полусинтетическое SAE 5W-40, выигрывая на концентрации активных элементов присадки (Ca, Zn, P, Mg), проигрывают маслу SAE 15W-40 на минеральной основе по содержанию Cu, Pb, Al, Si, Cr, Fe, что свидетельствует о повышенном износе трущихся деталей дизелей. А это приводит к угару масла.

Обращают на себя особое внимание показатели масла M8Г₂K. Их значение выше значений масел группы SAE, особенно индикаторов-показателей износа, что является некоторым парадоксом: износ выше, а угар меньше. Видимо сказывается многочасовая работа дизеля на пониженном тепловом режиме при погрузке-разгрузке и невысокая частота вращения коленчатого вала, или в малой информации объема выборки.

В любом случае настоящая статья указывает на необходимость изучения поставленной проблемы с расчетом балансовой потери износного металла дизелей при сменах моторного масла за весь период испытаний.

Список литературы

1. Гурвич И.Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей / И.Б. Гурвич, П.Э. Сыркин. – М.: Транспорт, 1984 – 141 с.
2. Соколова И.В. Влияние режимов долива моторного масла в систему смазки на эффективность эксплуатации судовых дизелей: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2009 – 16 с.
3. Исаенко В.Д. Работоспособность системы «ДВС-масло» дизелей КамАЗ / В.Д. Исаенко, П.В. Исаенко, А.В. Исаенко // Прогрессивные технологии в транспортных системах. XIII международная научно-практическая конференция: сборник статей. – Оренбург, 2017. – С. 124-126.
4. <https://kamaz.ru/production/related/engines/>
5. <https://etlib.ru/calc/oil-consumption/>
6. <https://autoee.ru/hodovaya-chast/rashod-masla-kamaz-na-100-km-kakoi-rashod-masla-v-dvigatele-dolzen/>

References

1. Gurvich I.B. Operational reliability of automobile engines / I.B. Gurvich, P.E. Syrkin. – M.: Transport, 1984. – 141 p.
2. Sokolova I.V. Influence of modes of topping up motor oil in the lubrication system on the efficiency of operation of marine diesel engines: Abstract diss. ... for the degree of candidate of technical Sciences. – Vladivostok, 2009. – 16 p.
3. Isaenko V.D. Efficiency of the engine-oil system of diesel engines Kamaz / V.D. Isaenko, P.V. Isaenko, A.V. Isaenko // Advanced technologies in transport systems. XIII international scientific and practical conference: collected papers. – Orenburg, 2017. – P. 124-126.
4. <https://kamaz.ru/production/related/engines/>
5. <https://etlib.ru/calc/oil-consumption/>
6. <https://autoee.ru/hodovaya-chast/rashod-masla-kamaz-na-100-km-kakoi-rashod-masla-v-dvigatele-dolzen/>

| | |
|---|---|
| Исаенко Виктор Дмитриевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, 3154@70.ru | Isaenko Victor Dmitrievich – candidate of technical sciences, senior researcher, 3154@70.ru |
| Исаенко Алексей Викторович – кандидат технических наук, vip.seductor@mail.ru | Isaenko Alexey Viktorovich – candidate of technical sciences, vip.seductor@mail.ru. |
| Исаенко Павел Викторович – кандидат технических наук, доцент, isaenko_pv@mail.ru | Isaenko Pavel Viktorovich – candidate of technical Sciences, associate professor, isaenko_pv@mail.ru |
| Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Российская Федерация | Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russian Federation |

Received 09.12.2021