

УДК: 622/276(075)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СРАБАТЫВАНИЯ МОЮЩИХ ПРИСАДОК В МАСЛАХ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7792808>

Алимова Зебо Хамидуллаевна

(к.т.н, профессор)

Ниязова Гулхаё Парпиевна

(старший преподаватель)

Махамаджанов Махамат-Ибрахим Ахматжанович

(к.т.н., доцент)

Магдиев Каримулла Иргашевич

(и.о.доцент)

Ташкентский Государственный Транспортный Университет, Узбекистан

Аннотация

В статье изучен вопрос срабатывания моющих присадок моторных масел при работе двигателя. В процессе срабатывания присадок масло утрачивает те свойства, которые ему приданы этими присадками. При срабатывания моющих присадок, увеличиваются содержание в масле механических примесей. Снижение эффективности действия дисперсантов, сопровождаются ускорением образования отложений на деталях двигателя, элементах масляных фильтров, резким ускорением изнашивания деталей цилиндропоршневой группы.

Разработанные математические модели срабатывания моющих присадок в масле во время работы двигателя, позволяют прогнозировать качества присадок на их срабатывание и срок службы масла до замены.

Ключевые слова

моторные масла, присадки, вязкость, температура, износ деталей, двигатель, углеводороды, срабатывания присадки, расход масла.

В процессе работы состав моторных масел усложняется из-за продуктов окисления термического или термохимического разложения углеводородов и присадок. Эти продукты вступают в физические и химические взаимодействия между собой и с загрязнениями, поступающими извне. При срабатывания щелочных присадок, увеличиваются содержание в масле механических примесей. При этом частицы загрязнения укрупняются. Снижение эффективности действия

детергентов-дисперсантов, уменьшение моющей способности до критического значения сопровождаются многократным ускорением образования отложений и резким ускорением изнашивания деталей цилиндропоршневой группы. Эти негативные явления, сокращающие ресурс и эксплуатационную надёжность двигателя, связаны в первую очередь с накоплением в масле нейтрализуемых сильных кислот, оксикислот – продуктов окисления масла, определяющих загрязнённости масла. В деталях двигателях работающем на масле со сработавшейся моющей присадкой, увеличивается износ, нарушение подвижности поршневых колец и нагарообразование. В высоко температурной зоне двигателя углеводороды и другие компоненты масел окисляются и образуют плохо испаряющиеся, высоковязкие, практически нерастворимые в масле оксикислоты, асфальтены и кислые смолы, которые осаждаются на деталях в виде тонкого блестящего слоя, называемого лаковым отложением. С повышением температуры пленки масла на стенке цилиндра и в зоне поршневых колец доля щелочных присадок, расходуемых на нейтрализацию кислот, образующихся из продуктов сгорания топлива, заметно снижается, но возрастает расход щелочных присадок на нейтрализацию кислот, образующихся в результате высокотемпературного окисления масла. При этом значительно увеличивается расход моторного масла, нарастает изнашивание, даже возможны задиры на зеркалах цилиндров и поломка поршневых колец с заклиниванием поршней.

При работе двигателя на постоянном режиме скорость истощения моющей способности масла пропорциональна расходу топлива и содержанию в нём серы. Факторы, способствующие конденсации кислот из продуктов сгорания и контакту конденсата с масляной пленкой на деталях цилиндропоршневой группы, ускоряют срабатываемость моющих присадок.

Показателем моющей способности моторных масел является щелочное число, которое может изменяться в пределах: от 5-10 мг/КОН. При установлении сроков службы масла в двигателях применяют так называемые браковочные показатели, при достижении предельно допустимых значений которых необходимо заменять масло. Браковочными показателями обычно служат: изменение вязкости, температуры вспышки, щелочности, содержание загрязняющих примесей, воды.

Срабатывание моющих присадок при работе двигателя на постоянном режиме скорость моющей способности масла пропорциональна

расходу топлива и содержанию в нём серы. Все факторы, способствующие конденсации кислот из продуктов сгорания и контакту конденсата с масляной пленкой на деталях цилиндропоршневой группы, ускоряют срабатываемость моющих присадок. В наибольшей мере на этом процессе негативно сказывается работа двигателя на малых нагрузках и при низкой температуре охлаждающей жидкости.

С повышением температуры пленки масла на стенке цилиндра и в зоне поршневых колец доля моющих присадок, расходуемых на нейтрализацию кислот, образующихся из продуктов сгорания топлива, заметно снижается, но возрастает расход моющих присадок на нейтрализацию кислот, образующихся в результате высокотемпературного окисления масла. Известно, что нормальный расход масла G_m прямо пропорционален расходу топлива G_t :

$$G_m = kG_t,$$

где: k – нормативный коэффициент расхода масла (для бензиновых двигателей $k=0,024$; для четырехтактных дизелей $k=0,032$).

Тогда относительная скорость срабатывания присадки в масле двигателя будет равна:

$$V = \frac{dG_{np}}{dtG_{np}} = \frac{dC'G_m}{dtC'G_m} = \frac{dC'}{dtC'} \quad (1)$$

где: G_{np} – количество присадки в масле;

t – продолжительность работы масла в двигателе;

C' – концентрация присадки в масле в относительных единицах;

G_m – количество масла в двигателе.

Если каждая единица объема масла подвергается одинаковому воздействию какого-либо фактора, вызывающего срабатывание присадки в масле двигателя: $V = const$, тогда с увеличением количества масла в двигателе относительная скорость срабатывания присадки в масле должна уменьшиться, а абсолютная скорость увеличиваться. При изменении количества масла в дизеле G_m имеет место следующее равенство:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{G_{m_2}^z}{G_{m_1}^z}, \text{ т.е. } VG_m^z = V = const, \quad (2)$$

где: Z – коэффициент, определяемый экспериментально.

Анализ уравнений (2) показывает, что при $Z=0$ срабатывание присадки происходит во всем объеме масла с постоянной относительной скоростью $K=const$. Составим баланс количества присадки в масле dq' за малый интервал времени dt :

$$dq' = dq'_1 - (dq'_2 + dq'_3), \quad (3)$$

где dq' – изменение абсолютного количества присадки в масле за время dt ;

dq'_1 – количество присадки, поступивший в масле;

dq'_2 – количество присадки, сработавший в масле;

dq'_3 – количество присадки, ушедшей с угоревшим маслом за время dt .

Принимаем $G_m = \text{const}$, т.е количество масла в двигателе не меняется.

Тогда: $Q_d = Q_y$

где: Q_d – скорость долива масла; Q_y – скорость угара масла.

Следовательно, $dq = dCG_m$, $dq_1 = C_0 Q_d dt$, $dq_2 = \bar{V} C' G_m^{1-Z} dt$, $dq_3 = C' Q_y dt$,

где: C_0 – начальная концентрация присадки в масле.

Подставляя значения членов в уравнение (3) после преобразований, получаем линейное дифференциальное уравнение баланса присадки в масле, т.е.

$$\frac{dC'}{dt} + C' \frac{(\bar{V} G_m^{1-Z} + Q_y)}{G_m} - \frac{C_0 Q_d}{G_m} = 0$$

Интегрируя это уравнение, получаем

$$C' = C_0 e^{-\frac{(\bar{V} G_m^{1-Z} + Q_y)}{G_m} t} + \frac{C_0 Q_d}{\bar{V} G_m^{1-Z} + Q_y} \left(1 - e^{-\frac{(\bar{V} G_m^{1-Z} + Q_y)}{G_m} t} \right) \quad (4)$$

Как следует из уравнения (4) при увеличении времени t значение C' уменьшается, но до определенного предела C'_{np}

$$\text{при } t = \infty: \quad C'_{np} = \frac{C_0 Q_d}{\bar{V} G_m^{1-Z} + Q_y} \quad (5)$$

Из уравнений (4) следует, что концентрация присадки в масле, изменяется по времени работы двигателя без долива масла более интенсивно чем с доливом, при $t = \infty$ достигает нулевого значения. При увеличении количества масла в двигателе, т.е. при увеличении количества масла в смазочной системе и доливе масла взамен угоревшего, концентрация присадки по времени t снижается менее интенсивно, но до определенного предела. Затем концентрация присадки в масле снижается более интенсивно.

Для обеспечения работы масла в двигателе без замены необходимо, чтобы предельная концентрация присадки в масла была не меньше минимально допустимой

$$C'_{\min}: \text{ т.е. } C'_{np} \geq C'_{\min}.$$

Увеличение количества масла в смазочной системе двигателя не приводит к прямо пропорциональному увеличению срока службы масла до

замены в двигателе, что справедливо даже в том случае, когда предельные концентрации присадки в масле при условии беспрерывной работы будут ниже минимальных допустимых.

При работе форсированного двигателя на топливе, содержащем менее 0,2 % серы, на нейтрализацию продуктов окисления масла может расходоваться больше щелочности, чем на нейтрализацию серной и сернистой кислот.

Зависимости относительной скорости уменьшения щелочности масла от содержания серы в топливе эквивалентны по расходу щелочности масла прочим источникам кислот, нейтрализуемых щелочными детергентами. В высокофорсированных дизелях и газовых двигателях щелочные присадки расходуются на нейтрализацию азотной кислоты с образованием нитратов металлов в довольно большом количестве. Это связано с образованием из воздуха оксидов азота в процессе сгорания топлива и снижением температуры газов в процессе расширения.

Таким образом, разработанные математические модели срабатывания моющих присадок в масле во время работы двигателя, позволяют прогнозировать качества присадок на их срабатывание и срок службы масла до замены. В результате предложенных математических моделей можно рассчитать срабатывание присадки в различных моторных маслах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Смирнов А. В. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. пособие / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2004. – 348 с.
2. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие.–М.: Издательский центр «Академия» 2012.-208стр.
3. Джерихов В.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. гос. архит.-строит. ун-т. – СПб., 2009. – 256 с.
4. Alimova Zebo Kh, Abdurazzoqov Abduaziz A, & Yuldasheva Gulnora B. (2022). Improving the Anticorrosive Properties of Motor Oils by Adding Additives. *Texas Journal of Engineering and Technology*, 8, 16–19.
5. Alimova Zebo Xamidullayevna, & Niyazova Gulhayo Parpiyevna. (2022). Research of the mechanism of action of the protective properties of inhibited compositions. *The American Journal of Engineering and Technology*, 4(02), 19–22.

6. Alimova Zebo Khamidullaevna. (2022). Investigation of changes in the quality of motor oils when operating engines. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(06), 119-122.
7. Alimova Z. Research of change of quality of motor oils when operating the engine and improving their. *Industrial Technology and Engineering*. 2020, 3 (36): p.11-17.
8. Alimova Z. The Influence of the Process Off Oxidation of Engine Oils on Engine Performance and Improving Antioxidant Properties //Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent. - 2018. - T. 8. - №. 1. - C. 17.
9. Khamidullaevna, A. Z. (2022). Studies of anticorrosive properties motor oils and ways to improve. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 2(06), 6-12.
10. Xamidullayevna, A. Z., & Parpiyevna, N. G. (2022). Research of the mechanism of action of the protective properties of inhibited compositions. *The American Journal of Engineering and Technology*, 4(02), 19-22.
11. Alimova, Z., Makhamajanov, M. I., & Magdiev, K. (2022). The effect of changes in the viscosity parameters of engine oils on the operation of engine parts. *Eurasian Journal of Academic Research*, 2(10), 151-154.
12. Khamidullaevna, A. Z. (2022). Investigation of changes in the quality of motor oils when operating engines. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(06), 119-122.
13. Khamidullaevna, A. Z., & Miraziz, I. (2022). Regularities of the mechanism of varnish formation on the surface of parts of internal combustion engines. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(6), 1-5.
14. Zebo, A., & Bakhtiyor, S. (2022). Oxidation of motor oils during operation engines in military equipment. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(8), 97-103.
15. Алимoвa, З. (2020). Пути улучшения свойств смазочных материалов применяемых в транспортных средствах. *Монография, Vneshinvestprom*.