

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕНЫ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

**Магдиев Ш.П. (ТАДИ каф. ТЭА), Зияев Д.С.(студент магистратуры)
Научный руководитель: д.т.н. Арипджанов М.М.**

Рациональное и экономное использование моторного масла для двигателей внутреннего сгорания, является наиболее важной задачей эксплуатации автомобильного транспорта, т.к. затраты на расход масла составляет около 25-30% , из общей затраты на техническую эксплуатацию.

В этой связи установление научно-обоснованных рациональных сроков замены моторных масел в условиях эксплуатации является весьма актуальной задачей.

Обоснование выбора рациональной периодичности замены моторных масел проведено в следующем порядке. Сначала, согласно существующим рекомендациям были установлены предельно-допустимые значения (браковочные) каждого физико-химического показателя масла. При эксплуатации принято допустимое увеличение на 20-25% и снижение до 15-20% вязкости исследованных масел, по сравнению с показателями масла в соответствии с нормативными документациями. Снижение щелочного числа допускается до уровня 3,0 мгКОН/г и температура вспышки до 180°C.

Наработка масла при исследованиях составила до 13000 км. Исследования изменений качества моторных масел в процессе эксплуатации проводились путём определения кинематической вязкости при 100°C, щелочности, температуры вспышки, а также на содержание продуктов износа (Fe, Al, Pb, Cu, Sn, Si, и Cr).

Из полученных результатов практического исследования сделаны выводы, что основные показатели качества моторных масел сохраняются при пробеге автомобилей в пределах 10000-11000 км, а содержания продуктов износа (Fe, Al, Pb, Cu, Sn, Si, и Cr) требует корректировки выбора периодичности замены моторных масел.

Для сравнение результатов практического исследования с теоретическим, составлена модель, в которой периодичность замены картерного масла устанавливается по достижению браковочных значений комплексных показателей исследуемого масла.

Известно, что показатели качества картерного масла, как и другой продукции, разделяются на дифференциальные Y_i и интегральные Y_i .

Дифференциальные показатели характеризуют интенсивность изменения качества в данный момент наработки (пробега) L , т.е.:

$$Y_i = \frac{dY_i}{dL} \quad (1)$$

Интегральные показатели оценивают достигнутый уровень свойства в отличие от первоначальных (базовых) значений

$$Y_i = Y_n + \int_0^L Y \cdot dL \quad (2)$$

где Y_n – начальное (базовое, номинальное) значение показателя.

С другой стороны, при выборе моторного масла в условиях эксплуатации оценка с помощью экономо-экологической критерий считается обобщенный или окончательной:

$$C_M^{np.yd.} = \frac{C_M \cdot V}{L_{np}} \cdot K_l K_\delta \rightarrow \min \quad (3)$$

где $\tilde{N}_i^{yd.}$ – приведенная удельная стоимость моторного масла, сум/л·тыс.км;

C_M – стоимость моторного масла, сум/л;

L_{np} – периодичность замены моторного масла, тыс.км;

V – функция, характеризующая качество моторного масла (обобщенный параметр технико-эксплуатационных свойств моторного масла);

K_l – коэффициент учитывающий долю условного пробега АТС за время охлаждения температуры двигателя;

K_δ – коэффициент, учитывающий доливку моторного масла до замены.

Параметр V может быть представлен следующим образом

$$V = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n - наиболее важные технико-эксплуатационные показатели (вязкость, температура вспышки, щелочное число и др.) масла.

В целях учета действующих многообразия влияющих факторов без потери полезной информации используется компонентный анализ, в котором определяется система главных компонент в виде

$$V_i = f(Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_n), \quad (5)$$

где $V_i (i=1, 2, \dots, n)$ - главные компоненты.

Z_i - стандартизованные значения влияющих факторов, определяемые известными способами.

Главные компоненты же можно представить в виде линейных комбинаций исходных взаимосвязанных факторов

$$V_i = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n), \quad (6)$$

где $x_i (i=1, 2, \dots, n)$ - исходные признаки (факторы).

В этом случае такой компонентный анализ можно представить в виде блок схемы (рис.1), которую используем для определения отдельных составляющих механических примесей в масле.

Предполагая, что вид искомой функции функциональной зависимости составляющих механических примесей известен, то допускается что на опыте получено $n+1$ пар значений (x_i, y_i) , где x_i - значения аргумента, а y_i - значения функции, при этом параметры аппроксимирующей функции $Q(x)$ выбирают так, чтобы сумма обратилась в минимум

$$S = \sum_{i=0}^n [y_i - Q(x_i)]^2 \rightarrow \min \quad (7)$$

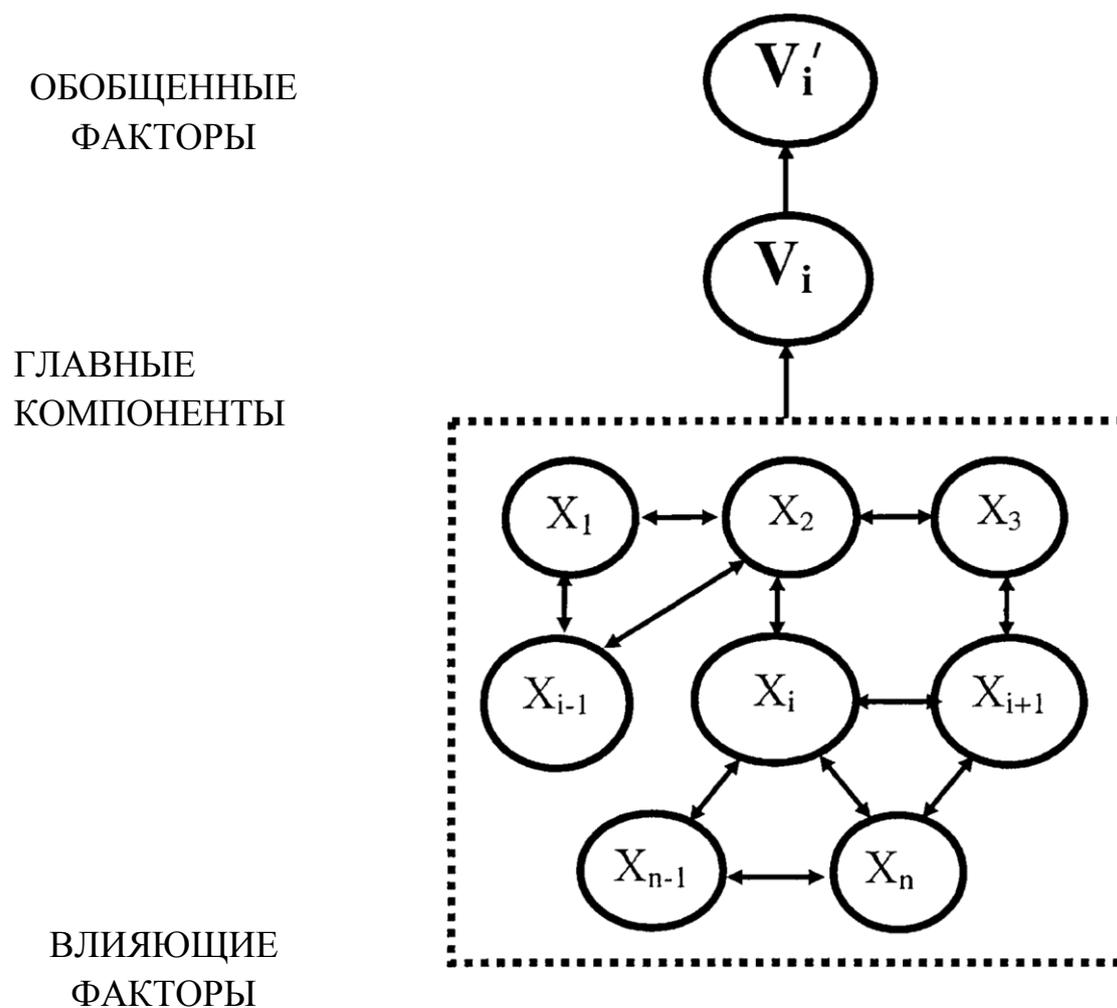


Рис.1. Принципиальная схема взаимодействия влияющих факторов при простом компонентном анализе (с вращением компонента)

Если в качестве аппроксимирующей функции взять полином m степени, т. е.

$$Q(x) = Q_m(x) = a_0 + a_1x + \dots + a_mx^m \quad (m \leq n) \quad (8)$$

где a_k – коэффициенты уравнения полинома определяются из системы $m+1$ нормальных уравнений

$$\sum_{j=0}^m s_{kj} a_j = v_k \quad (9)$$

$$(k = 0, 1, 2, \dots, m),$$

$$\text{где } S_k = \sum_{i=0}^n x_i^k \quad (k = 0, 1, 2, \dots, 2m),$$

$$v_k = \sum_{i=0}^n y_i x_i^k \quad (k = 0, 1, 2, \dots, m),$$

Если значения x_i известны, а значения y_i независимы и равнозначны, то оценка дисперсии σ^2 величины y_i определяется формулой

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-m} S_{\min}; \quad S_{\min} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2; \quad \varepsilon_i = y_i - Q(x_i)$$

где S_{\min} - значение S , вычисленное в предположении, что коэффициенты полинома $Q(x) = Q_m(x)$ заменены их оценками, найденными из системы нормальных уравнений.

Принимая во внимание вышеуказанные значения, можно посчитать уравнение полинома второй степени

$$Q(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad (10)$$

где $Q(x)$ – теоретическое значение продуктов износа содержащее в масле.

a_0, a_1 и a_2 – постоянные коэффициенты определяемые расчетным путем.

Для определения значений коэффициента a_k необходимо определить вспомогательные коэффициенты S_k и v_k . Тогда уравнение полинома второй степени можно выражать таким образом

$$S_0 a_0 + S_1 a_1 + S_2 a_2 = v_0$$

$$S_1 a_0 + S_2 a_1 + S_3 a_2 = v_1 \quad (11)$$

$$S_2 a_0 + S_3 a_1 + S_4 a_2 = v_2$$

После определения значений коэффициентов a_k и заменяя теоретическое значение продуктов износа содержащее в масле- $Q(x)$ на предельно-допустимые значения продуктов износа - Y_{np} , уравнения (10) можно преобразовать в следующий вид

$$Y_{np} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad (12)$$

$$a_2 x^2 + a_1 x + (a_0 - Y_{np}) = 0$$

Это уравнение решается следующим образом

$$x_{1,2} = \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4a_2(a_0 - L_{np})}}{2a_2}$$

отсюда определяемое значение x_1 есть пробег до предельного значения продуктов износа- L_{np} , т.е.

$$L_{np} = \frac{-a_1 + \sqrt{a_1^2 - 4a_2(a_0 - Y_{np})}}{2a_2} \quad (13)$$

Основываясь определенным значениям по каждому виду продукта износа, определяем оптимальные пробеги для каждого вида масла.

Определение пробега до предельного значения продуктов износа производится для каждого масла и по каждому элементу.

Установленные расчетом пробеги автомобилей до предельного значения всех компонентов содержащихся в моторных маслах представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1.

Расчетные значения пробега автомобиля по предельному содержанию продуктов износа

Наименование показателей	Среднее значения содержания металлов в масле, (мг/кг)
--------------------------	---

	Fe	Pb	Al	Cu	Cr	Si	Sn
Масло Техасо 15w-40							
Теоретический пробег до предельного значения продуктов износа– $L_{пр}$, км	12229	18202	12435	14563	20587	14551	12860
Экспериментальный пробег до предельного значения продуктов износа– $L_{пр}$, км	12000	12500	11500	14500	18500	13500	12300

Теоретические и практические исследования дает почти одинаковые результаты. Из таблицы видно что о содержание железа (Fe) в продуктах износа достигает предельного значения в 12229 км пробега, а практически при наработке масла свыше 12000 км концентрация железа резко возрастает и достигает 0,120-130 мг/кг, что превышает на 20-25% предельно-допустимые значения (100 г/т). При дальнейшей эксплуатации автопоездов темп роста концентрации железа в пробах масла сохраняется.

Таким образом можно сделать вывод, что математическая модель определения рациональной периодичности замены моторных масел адекватно и её рекомендуется для использования дальнейших исследованиях.

Литература

- 1.Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы М.:Транспорт. 1986.-279 с.
- 2.Резников В. Моторные масла. Секреты выбора и применения. М.: ООО «ФорсАрт», 2002. -216 с.
- 3.Балтенес Р., Сафонов А., Ушаков А., Шергалис В. «Моторные масла» Москва-СПб.: Альфа-Лаб, 2006. -176 с.