

## Химмотологическая модель процесса образования отложений в двигателе внутреннего сгорания (ДВС)

Научный руководитель – Шаталов Константин

*Прокопцова Мария Дмитриевна*

*Выпускник (магистр)*

МИРЭА - Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий, Кафедра технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива имени А.Н. Башкирова, Москва, Россия

*E-mail: maridmitrieva92@mail.ru*

В ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» ведутся работы по созданию нового моторного метода комплексной оценки эксплуатационных свойств моторных масел для дизелей, основанного на принципе моделирования химмотологических процессов, таких как образование отложений и изнашивание сопряженных деталей ДВС. Основные принципы и теория моделирования химмотологических процессов изложены в работе [1]. Разработка моторных методов испытаний нефтепродуктов включает в себя три основных этапа:

1. Составление предварительной модели химмотологического процесса на основе выявления и описания факторов, влияющих на изучаемый химмотологический процесс.
2. Построение функциональной модели химмотологического процесса на основе предварительной модели (лабораторный или моторный).
3. Разработка математической модели по результатам экспериментального исследования влияния факторов, варьируемых в условиях принятой функциональной модели.

В данной работе рассмотрен первый этап разработки метода - составление предварительной модели химмотологического процесса образования отложений. Образование отложений – процесс достаточно сложный, протекающий в химмотологической системе «моторное масло – ДВС – эксплуатация». В основе образования отложений лежат реакции окисления компонентов моторного масла, поликонденсации, полимеризации и коагуляции продуктов окисления. Экспериментально было установлено, что скорость окисления углеводородов масла определяется следующей зависимостью:

(1)

где  $[O_2]$  - концентрация кислорода в углеводороде;  $P_{O_2}$  - парциальное давление кислорода;  $k$  - константа Генри;  $k_1$  - скорость реакции I порядка;  $D_{O_2}$  - коэффициент диффузии кислорода в углеводороде;  $w$  - толщина слоя углеводорода.

На основе анализа литературных источников была сформирована предварительная модель процесса образования отложений, которая представлена как зависимость между интенсивностью проявления эксплуатационного свойства и набором факторов, влияющих на изучаемый химмотологический процесс:

(2)

где  $T_m$  - факторы, влияющие на механизм процесса;  $T_v$  - факторы, влияющие на условия протекания процесса;  $T_{ox}$  - факторы, учитывающие конструкцию двигателей;  $P_m$  – совокупность свойств масла.

где  $T_m$  – температура масла;  $[O_2]$  – концентрация кислорода;  $P_{O_2}$  – парциальное давление кислорода;  $D_{O_2}$  – коэффициент диффузии кислорода;  $[Fe],[Cu]$  – концентрация металлов в масле;  $[CO],[CO_2],[NO_x]$  – содержание продуктов сгорания топлива;  $[C]$  – содержание сажи в масле;  $T_v$  – температура воздуха;  $T_{ог}$  – температура отработавших газов;  $\phi_v$  – влажность воздуха;  $T_{ох}$  – температура охлаждающей жидкости;  $P_m$  – давление масла;

$n$  – частота вращения коленвала;  $P_T$  – величина нагрузки на тормозе;  $t_{исп}$  – продолжительность;  $Q_g$  – количество отработавших газов, прорывающихся в картер двигателя;  $Q_v$  – количество воздуха;  $P_e$  – среднее эффективное давление,  $C_n$  – скорость хода поршня;  $i$  – число цилиндров;  $h$  – линейный зазор между трущимися поверхностями;  $N_e$  – эффективная мощность двигателя,  $G_M$  – емкость системы смазки;  $g_e$  – удельный расход топлива;  $D$  – диаметр цилиндров;  $l$  – ход поршня;  $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;  $\nu$  – вязкость масла;  $\rho$  – плотность масла;  $X$  – содержание механических примесей;  $[Pr]$  – содержание присадок в масле;  $ЩЧ$  – щелочное число масла;  $D_t$  – диспергирующая способность масла.

### Источники и литература

- 1) Пименов Ю, М. Методы моделирования в химмотологических процессах: Учебное пособие./ Ю.М. Пименов. – Спб.: ВАТТ, 200. - 179 с.