

## ОПТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕРМОКИСЛОТНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

**Нырненко Н.В.**, студент 2 курса кафедры «Автомобильный транспорт»  
**Научный руководитель – Лошаков А.С.**, аспирант 3 года обучения, ассистент кафедры «Автомобильный транспорт»  
**ФГБОУ «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

***Ключевые слова:** оптическая плотность, моторное масло, термокислотная стабильность, спектроскопия, окисление.*

*Статья рассматривает оптическую плотность как индикатор термокислотной стабильности моторных масел, анализируемый спектроскопическими методами для мониторинга состояния масла.*

**Введение.** Эксплуатация современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) связана с высокими температурами и нагрузками, что предъявляет особые требования к моторным маслам. Масло должно эффективно смазывать, охлаждать, очищать двигатель и защищать от коррозии. Оценка термокислотной стабильности является ключевым аспектом оценки качества масла.

**Цель.** Рассмотреть оптическую плотность моторных масел как показатель их термокислотной стабильности и возможности спектроскопических методов для определения ОП. Ввиду отсутствия собственных исследований, акцент сделан на анализе и обобщении данных из научной литературы и патентов.

**Результаты исследования.** Оптическая плотность (ОП) – это мера способности среды поглощать свет. Она количественно выражается как десятичный логарифм отношения интенсивности падающего света к интенсивности света, прошедшего через образец. Чем выше оптическая плотность, тем больше света поглощается образцом [1].

Термокислотная стабильность – это способность масла противостоять негативному воздействию высоких температур и

кислорода. В процессе старения масла происходит окисление углеводородов, входящих в его состав, а также разложение присадок. Продукты окисления (кислоты, альдегиды, кетоны) накапливаются в масле, что приводит к увеличению его кислотности, образованию отложений и коррозии металлических деталей. Скорость окисления масла зависит от многих факторов, включая температуру, наличие кислорода, каталитические свойства металлов и присутствие присадок.

Щелочное число (TBN, Total Base Number) – это мера способности масла нейтрализовать кислоты, образующиеся в процессе сгорания топлива и окисления масла. Снижение щелочного числа указывает на истощение запаса нейтрализующих присадок, таких как детергенты, и ухудшение защитных свойств масла.

Кислотное число (TAN, Total Acid Number) – это мера количества кислотных компонентов, присутствующих в масле. Увеличение кислотного числа свидетельствует о накоплении продуктов окисления, что приводит к коррозии и снижению смазывающих свойств масла [2].

Для определения оптической плотности моторных масел используются спектроскопические методы, анализирующие взаимодействие света с маслом.

Ультрафиолетовая (УФ) спектроскопия оценивает концентрацию ароматических соединений и продуктов окисления (200-400 нм). Появление пиков в районе 230-240 нм может указывать на продукты окислительной дегградации, а увеличение поглощения – на лаковые отложения (что наблюдалось в дизельных маслах с сажей).

Видимая спектроскопия оценивает изменение цвета из-за полимеров и сажи (400-700 нм). Увеличение оптической плотности коррелирует с накоплением сажи и продуктов окисления, ухудшающих смазывающие свойства.

Инфракрасная (ИК) спектроскопия идентифицирует функциональные группы (карбонильных соединений, гидроксильных соединений, карбоксильные кислоты), отражающие степень окисления масла по интенсивности полос поглощения. Например, рост полосы в районе  $1710-1740\text{ см}^{-1}$  ( $\text{C=O}$ ) указывает на образование кислот, альдегидов и кетонов. Также метод позволяет оценить содержание антиоксидантных присадок. Часто применяют Фурье-ИК спектроскопию (FTIR).

Комбинирование УФ, видимой и ИК спектроскопии дает наиболее полную картину состояния масла, позволяя оценить как продукты окисления (ИК), так и изменения в ароматическом составе (УФ), комплексно характеризуя деградационные процессы [3].

Оптическая плотность находит широкое применение в оценке термоокислотной стабильности моторных масел, предлагая разнообразные способы анализа состояния масла.

Во-первых, ИК-спектроскопия ( $1710\text{--}1740\text{ см}^{-1}$ ) позволяет оценить скорость образования карбонильных соединений, отражающих степень окисления масла. Увеличение оптической плотности коррелирует с ростом TAN и снижением TBN, позволяя прогнозировать ресурс масла [4].

Во-вторых, оптическая плотность в видимой области указывает на загрязнение масла сажей (особенно в дизелях), приводящее к абразивному износу и ухудшению свойств масла. Контроль оптической плотности позволяет своевременно выявлять избыток сажи.

В-третьих, изменение оптической плотности в определенных областях спектра отражает состояние присадок. Снижение полос поглощения антиоксидантов в ИК-спектре указывает на их расходование, что позволяет оценить их эффективность [5].

В-четвертых, дифференциальная спектроскопия (сравнение спектров свежего и отработанного масла) позволяет выявлять тонкие изменения в составе масла, включая образование продуктов окисления и разложение присадок, что важно для разработки более эффективных масел.

**Выводы.** Оптическая плотность служит ценным индикатором изменений в моторном масле. Спектроскопия (УФ, видимая, ИК) позволяет комплексно оценить состав и состояние масла. Оптическая плотность может использоваться как экспресс-метод мониторинга состояния масла и своевременной замены. Дальнейшие исследования должны стандартизировать методики определения оптической плотности и установить корреляции с характеристиками масла (вязкость, кислотное и щелочное число).

---

**Библиографический список:**

1. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг. – М.: Физматлит, 2006. – 848 с.
2. Данилов, А. М. Применение присадок в смазочных материалах: учебное пособие / А. М. Данилов. – М.: Техника, 2005. – 232 с.
3. Крейн, С. Э. Смазочные материалы: свойства, применение, перспективы / С. Э. Крейн, Е. В. Смидович. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1996. – 448 с.
4. Гришин, Н. Н. Оценка степени окисленности моторных масел спектральным методом / Н. Н. Гришин, В. П. Захаров, А. Н. Седыкин // Трение и износ. – 2007. – Т. 28, № 5. – С. 541–545.
5. Гамиловский, А. М. Оценка эффективности действия присадок к смазочным маслам методом ИК-спектроскопии / А. М. Гамиловский, А. В. Ланцев, В. С. Чурилин // Мир нефтепродуктов. – 2010. – № 1. – С. 34–37.

## **OPTICAL DENSITY AS AN INDICATOR OF THERMAL ACID STABILITY OF MOTOR OILS**

**Nyrnenko N.V.**

**Scientific supervisor - Loshakov A.S.**

**Vladimir Dahl Luhansk State University**

**Keywords:** *Optical density, Motor oil, Thermo-oxidative stability, Spectroscopy, Oxidation, Condition monitoring.*

*The article examines optical density as an indicator of the thermo-oxidative stability of motor oils, analyzed using spectroscopic methods for monitoring oil condition.*