

Н.А. Алешкевич, В.В. Кравченко, С.В. Короткевич

**УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь**

СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ КОНТРОЛЬ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Износостойкость различных узлов трения машин и механизмов зависит как от рода материала пары трения и качества обработки их поверхности, так и от типа применяемых смазочных материалов. В процессе эксплуатации в зоне фрикционного контакта в смазке протекают различные физико-химические процессы, приводящие к изменению свойств смазки, что в свою очередь снижает работоспособность узлов трения. Очевидно, что контроль за состоянием смазки дает возможность повысить продолжительность службы узлов трения, а также оптимизировать сроки замены смазочного материала в зависимости от режимов эксплуатации. Эффективными методами исследования и контроля смазочных материалов являются оптическая спектроскопия и люминесцентный анализ [1,2].

Спектрально-люминесцентный анализ относится к числу наиболее чувствительных и универсальных методов молекулярной спектроскопии, позволяющих исследовать объекты как органической, так и неорганической природы. Спектры люминесценции содержат информацию не только о составе, но и о структурных изменениях, происходящих в исследуемых объектах в процессе эксплуатации. Молекулярная спектроскопия, особенно инфракрасная спектроскопия в последние годы широко используется для оценки ряда качественных параметров масла – содержание воды, топлива, охлаждающей жидкости (гликоля), сажи, продуктов окисления и присадок.

Так как большинство работавших масел представляет собой сложную смесь различных молекул, включая молекулы базовой основы масла, присадок, продуктов старения масла, частиц износа и загрязнений, то инфракрасный спектр масла обычно сложный и может быть интерпретирован с некоторой степенью неопределенности (рисунок 1) [3].

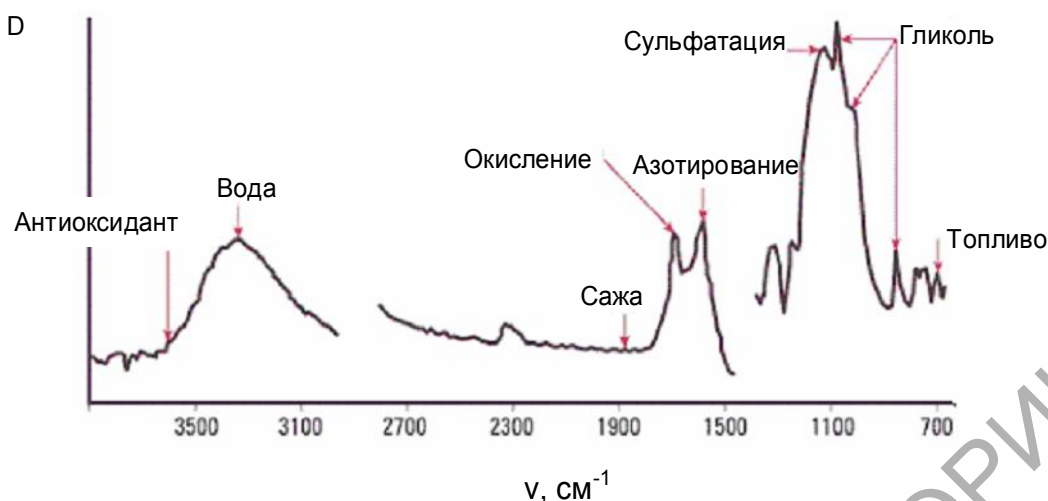


Рисунок 1 – Характерный ИК-спектр отработанного масла

Вместе с ИК-спектроскопией для контроля свойств масла используется флуоресцентная спектроскопия. Флуоресценция – излучение света молекулами, при переходе из электронного возбужденного состояния в основное. При этом спектр излучения обычно лежит в диапазоне от ультрафиолетовых до видимых длин волн, иногда в ближнем ИК диапазоне. Развитие и применение люминесцентных методов исследования способствует пониманию все более тонких аспектов элементарных процессов, происходящих как на макро, так и микро уровнях. Разработка и совершенствование методов оценки надежности и долговечности узлов трения напрямую связано с исследованием физико-химических процессов, происходящих непосредственно в зоне фрикционного контакта и в смазочной среде в целом.

Несмотря на то, что флуоресцентная спектроскопия не позволяет оценивать концентрацию отдельных компонентов, она дает информацию об общем, “интегрированном” состоянии масла [4]. И в тех случаях, где такая информация является достаточной для оценки работоспособности масла, методы флуоресцентного анализа дают возможность создания портативных датчиков, встроенных в систему смазывания.

Нами исследовалась возможность установления предельных сроков эксплуатации смазочных материалов при трении по их люминесцентным свойствам. Оценивались корреляционные изменения спектроскопических и люминесцентных свойств моторного масла М14Г2Ц в процессе эксплуатации локомотива. Заправочный объем двигателя локомотива составляет 1200 л. Пробег локомотива до смены масла в двигателе – 60000 км.

Анализ проводился непосредственно по спектрам поглощения и

люминесценции. В спектрах поглощения проявляются две характерные полосы электронных переходов с максимумами около 38800 см^{-1} и 29800 см^{-1} , для которых изменение оптической плотности коррелирует с соответствующим старением смазочного материала. Соответствующие корреляции наблюдаются и для интенсивности люминесценции, которая представлена широкой полосой с максимумом около 23800 см^{-1} .

При анализе спектров люминесценции исследуемых композиций обнаружены изменения относительной интенсивности люминесценции. Уменьшение относительной интенсивности максимума люминесценции свидетельствует о физико-химических превращениях, происходящих в исследуемых соединениях при трибопроцессах, причем, как показали дополнительные трибоиспытания, изменения спектральных и люминесцентных свойств смазочных композиций, связанные с протекающими в них физико-химическими процессами, коррелирует с соответствующими изменениями значений коэффициента трения.

Были также исследованы спектрально-люминесцентные свойства смазок СМ-01Л, Литол-24 + МКФ-18, СМ 158М, СМ 158 и установлено, что физико-химические превращения приводят к изменению цвета, вязкости, антифрикционных и других свойств хемосорбированного слоя, а также к смолообразным (лаковым) отложениям на поверхности. По изменению хромофорных характеристик смазочных материалов и цветам побежалости сопряжённых поверхностей при трении можно спектрально-люминесцентными методами оценивать триботехнические свойства смазок и присадок к ним.

Таким образом, люминесцентный метод можно исследовать для исследования состояния и свойств, как объемных, так и граничных смазочных слоев. С практической точки зрения он позволяет однозначно и более точно определить предельную длительность эксплуатации смазочного материала трибосопряжения как непосредственно, так и путем отбора проб, значительно повысить многократность и уменьшить продолжительность испытаний, дает возможность целенаправленного прогноза по улучшению смазочных свойств рабочих жидкостей, смазок и масел.

Литература

1. Спиркин, В.Г. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник. 2-е изд. Под ред. В.М. Школьников. – М.: Химия, 1999. – 431 с.
2. Заславский, Ю.С. Трибология смазочных материалов. / Ю.С. Заславский. – М.: Химия, 1991. – 230 с.

3. Маркова, Л.В. Трибодиагностика машин. / Л.В. Маркова. – Мн.: Бел. наву., 2005. – 254 с.

4. Алешкевич, Н.А. Спектрально-люминесцентные методы контроля смазочных композиций / Н.А. Алешкевич, В.В. Кравченко // Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. “Поликомтриб 2005”. – Гомель. – 2005. – С. 183.

**М.К. Аль-Муханна¹, А.А. Рыжевич², С.В. Солоневич²,
Т.А. Железнякова³**

¹Центр Науки и Технологии Короля Абдулазиза, Саудовская Аравия

²Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

³Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВА ЯЧЕИСТЫХ ЛАЗЕРНЫХ ПОЛЕЙ

Периодические структуры широко применяются в современной физике. Для их создания иногда используются периодические световые поля. Под световыми полями с ячеистым распределением интенсивности понимают поля, имеющие в поперечном сечении четко выраженные локальные световые максимумы интенсивности конечных размеров определенной формы, расположенные в определенном порядке. Максимумы интенсивности ячеистого поля не обязательно распределены периодически в плоскости поперечного сечения поля, однако, поперечное распределение интенсивности, как правило, имеет какую-либо симметрию. Поля с ячеистым распределением интенсивности могут быть получены тремя функционально различными методами: с помощью голограмм, перестраиваемых пространственных модуляторов света (SLM), а также посредством суперпозиции нескольких световых волн (пучков). Поскольку в настоящее время особая важность придается практическим аспектам, следует отметить, что голографический метод имеет меньшую ценность в силу того, что голографические оптические элементы, предназначенные для формирования полей нужного типа, как правило, обладают относительно небольшой лучевой прочностью, что не позволяет формировать лазерные поля необходимой для многих практических применений мощности. Современные SLM на базе управляемых микрзеркал уже позволяют преобразовывать достаточно мощное излучение, однако при этом не всегда позволяют получить необходимые