

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА

Анализ масла сегодня является одним из основных методов прогностического технического обслуживания. Сервисные инженеры или специалисты по надежности на предприятиях при управлении парком автомобилей или тепловозов, морскими судами или оборудованием на производстве составляют расписание технического обслуживания на основе данных анализа масла. Необходимость в увеличении времени безотказной работы и снижении стоимости технического обслуживания требует, чтобы результатов анализа масла можно было бы получить, как можно быстрее, желательно на месте работы оборудования, чтобы обеспечить своевременное принятие решений. В связи с этим становится актуальной разработка новых портативных приборов, использующих как новые малоизвестные методы для анализа масла такие, как инфракрасная (ИК) спектроскопия, так и модернизация уже хорошо известных методов, применяемых при лабораторном контроле, таких как элементный анализ.

ИК спектроскопия представляет собой один из наиболее мощных современных методов анализа органических соединений, который позволяет получить большинство, если не все характеристики новых и отработанных смазочных масел. ИК спектроскопия является, по сути, молекулярной спектроскопией, позволяющей наблюдать колебания связей в веществе. Наборы полос в ИК спектрах являются такой же специфической характеристикой вещества, как и отпечатки пальцев человека. По этим спектрам вещество

может быть идентифицировано, если его колебательный спектр уже известен. Измерение интенсивности полос в спектрах позволяет проводить количественный анализ. В основе количественного анализа лежит использование закона Бугера-Ламберта-Бера:

$$- \lg T = A = \epsilon \cdot C \cdot l,$$

где  $T$  – коэффициент пропускания, %,  $A$  – оптическая плотность,  $l$  – толщина поглощающего слоя,  $\epsilon$  – молярный коэффициент поглощения,  $C$  – концентрация раствора, моль/л.

Физический смысл молярного коэффициента поглощения становится ясен, если принять  $l = 1$  см,  $C = 1$  моль / л, тогда  $A = \epsilon$ . Следовательно, молярный коэффициент поглощения равен оптической плотности одномолярного раствора с толщиной слоя 1 см. Молярный коэффициент поглощения - индивидуальная характеристика вещества, он зависит от природы вещества и длины волны и не зависит от концентрации и длины кюветы.

По существу инфракрасный спектр образца отработанного смазочного масла является аддитивной величиной всех составляющих компонент и состоит из огромного числа перекрывающихся полос, которые трудно или невозможно разрешить даже специалисту (Рис. 1). Сегодня современные инфракрасные фурье-спектрометры, оснащенные новейшими компьютерными программами обработки спектров, имеющие высокую чувствительность и стабильный сигнал, позволяют зафиксировать очень малые изменения в инфракрасных спектрах и обеспечивают возможность извлечения огромной информации о процессах старения и деградации смазочных масел в результате их эксплуатации. С их помощью можно определить такие показатели, как содержание воды, общее кислотное/щелочное число, нитрование, сульфирование, содержание сажи, гликоля, остаток противоизносных/противоокислительных присадок и наличие неправильного масла. Однако большинство ИК-Фурье-спектрометров не являются переносными приборами, так как подвержены разъюстировке вследствие вибраций и качки. Кроме того, анализ масла с их помощью требует пробоподготовки образцов.

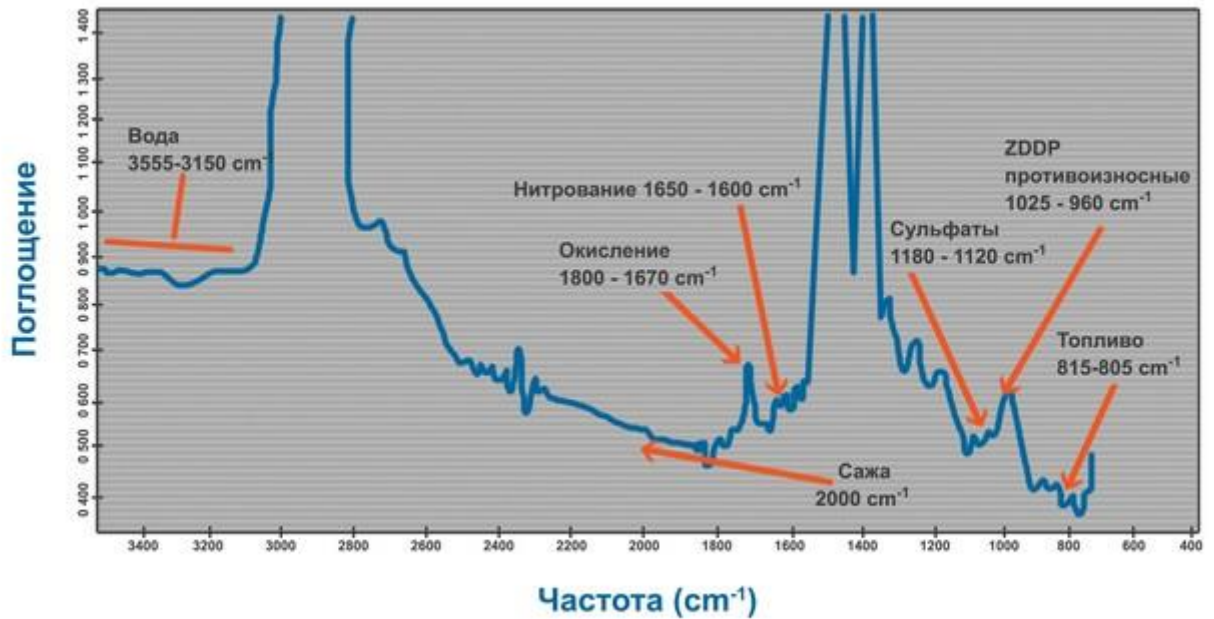
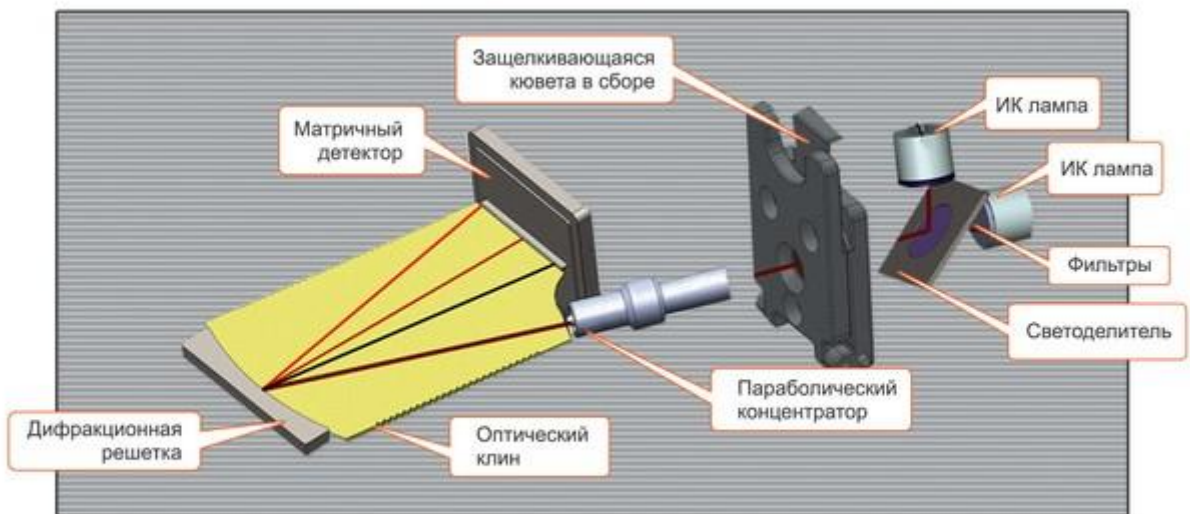


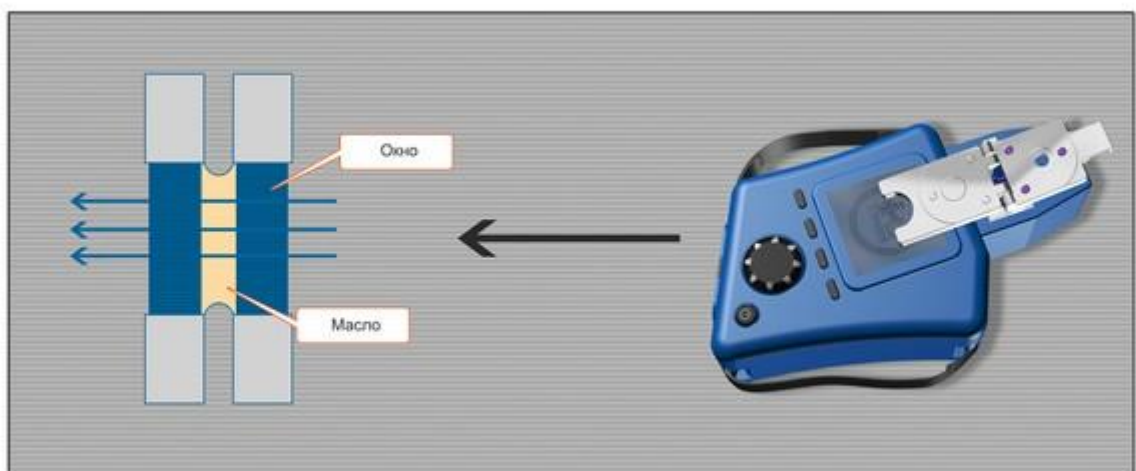
Рис. 1. Типичный ИК-спектр используемого масла и параметры, получаемые из спектра.

Все эти недостатки устранены в новом, специально разработанном для анализа масла ИК анализаторе масла 1100. Это переносной инфракрасный анализатор масла, который представляет оценку рабочей жидкости на основании международных стандартных методик ASTM и JOAP (единая программа анализа масла). Основой анализатора FluidScan является запатентованный спектрометр для средней ИК-области без движущихся частей, оптическая схема которого приведена на рисунке 2. Центральным элементом данной схемы является дисперсионная решетка с твердым волноводом, чтобы уменьшить потерю света и улучшить соотношение сигнал/шум. Область работы прибора в длинах волн от 2,6 мкм до 14 мкм (соответственно, в частотах от ~ 950 до 3850 см<sup>-1</sup>), что покрывает часть ИК-спектра, указывающую на деградацию масла, общее кислотное/щелочное число, воду и сажу. В системе имеется две лампы, одна с длинноволновым, а другая с коротковолновым фильтром, соединенные со светоделителем. Данная конструкция позволяет избежать использования движущихся частей в системе и придать ей необходимую прочность, а также избежать необходимости калибровки частоты при использовании в полевых условиях. Анализ отработанного масла, анализ смазок, а также диагностику смазочных материалов наша компания рекомендует проводить современными методами и программно-аппаратными средствами. На учебных курсах TOP-105 «Трибодиагностика. Анализ и диагностика смазок и смазочных материалов» мы подробно преподаем все разделы данного научного направления.



**Рис. 2. Схема ИК-анализатора масла FluidScan, включая ИК источник, защелкивающуюся кювету и решетку. В данной конструкции отсутствуют движущие части.**

Чтобы устранить необходимость использования растворителей и облегчить сам процесс очистки была разработана новая техника введения пробы – защелкивающаяся кювета (Рис. 3), которая открывается для введения образца и очистки и закрывается, чтобы создать образец толщиной 100 мкм. Оба ZnSe окна защелкивающейся кюветы скреплены таким образом, что не каких других параллельных поверхностей нет на пути, проходящего через кювету света (Рис. 3). Это устраняет любые потенциальные оптические разбросы, делая сигнал более «чистым», чем у традиционной лабораторной кюветы для измерения пропускания. Это особенно важно при измерении содержания воды, которая может определяться в масле с помощью ИК-спектроскопии до 100 ppm.



**Рис. 3. Защелкивающаяся кювета и схема конструкции окон.**

ИК-анализатор 1100 поставляется со встроенной библиотекой референтных масел, оптимизированной для автомобильной промышленности, морского и железнодорожного транспорта, военной и ряда других областей промышленности. В целом библиотека содержит более 540 минеральных и синтетических смазочных материалов более чем 60 марок.

Таким образом, анализатор 1100 содержит в себе возможности лабораторной ИК-Фурье спектроскопии, титраторов по методу Карла Фишера для воды и титраторов для определения общего кислотного/щелочного числа, которые позволяют сервисным инженерам проводить мониторинг состояния масла там и где им это необходимо.



**Рис. 4. Новая минилаборатория для анализа масел. Обучение работе проводит компания BALTECH**

Недавно на рынке появилась мобильная минилаборатория в кейсе [BALTECH OA-5800](#) (Рис. 4), позволяющая провести полный элементный анализ масла (на 22 элемента), анализ его химического состояния, так как в ней есть встроенный модуль ИК-анализатора масла 1100, измерить кинематическую вязкость при 400С и выполнить подсчет частиц с определением класса чистоты по ИСО 4406 (ГОСТ 17216-2001). Данная минилаборатория по праву можно назвать революционным инструментом в области анализа масла. Работая с ней, Вам не нужны растворители, очистители и какие-либо другие реактивы. Вы можете перенести ее туда, куда это необходимо и, используя только 3-5 мл масла, за 10 минут получить всю нужную Вам информацию о масле и оборудовании, смазываемом этим маслом, чтобы принять правильное, обоснованное решение о работе данного оборудования и оптимизировать сроки замены масла. Анализ нового и отработанного масла и смазочных материалов на бытовом уровне возможно проводить используя простые бумажные фильтры.