

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ МАСЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

*Роль методов технической диагностики на современном предприятии очень высока. От комплекса совместных мероприятий диагностических и ремонтных служб в любой отрасли зависит не только безопасная и безаварийная эксплуатация основного технологического оборудования, но и рентабельность и конкурентоспособность всего предприятия на рынке. За последние пятнадцать лет компания «БАЛТЕХ» (г. Санкт-Петербург) разработала и создала большое количество правил и методик для комплексного анализа диагностических параметров промышленного оборудования.*

Смазочное масло является важным элементом, который позволяет любому механизму, работающему в системе жидкой смазки, успешно функционировать. Прежде всего, смазывание правильно подобранным работоспособным маслом, продлевает срок службы всех механизмов, а также предупреждает преждевременный износ всех узлов и пар трения оборудования. Кроме того, смазочное масло, находясь в закрытом объеме смазочной системы, позволяет диагностировать любые нарушения ее герметичности, например, проникновение в систему смазки охлаждающей жидкости, топлива, абразивных частиц, обводнение, появление ферромагнитных частиц, указывает на наличие того или иного вида дефектов.

Масло омывает все элементы смазываемого механизма и при этом не только создает условия для оптимального функционирования поверхностей трения, но и воспринимает, аккумулирует и сохраняет информацию о фактическом состоянии этого механизма. Например, капля работающего масла, правильно отобранная из картера редуктора, способна дать представление о состоянии всего оборудования в целом. Оценивая изменяющиеся свойства работающего масла можно получить информацию о техническом состоянии тех деталей, которые определяют ресурс механизма. Поэтому диагностика всех типов промышленных машин и механизмов по параметрам работающего масла, в сравнении с любыми другими видами диагностики, дает наилучшие результаты, как по достоверности, так и по спектру одновременно контролируемых показателей.

Кроме диагностики промышленного технологического оборудования трибодиагностика позволяет диагностировать весь автопарк транспортного цеха предприятия, судовых и железнодорожных дизелей, а также все типы двигателей карьерной техники горно-обогатительных комбинатов и строительно-дорожной техники. Анализ моторного масла часто сравнивают с внутренним снимком двигателя, при котором, по незначительным изменениям основных эксплуатационных параметров качества масла, специалист-аналитик делает вывод, что в двигателе и работавшем масле произошли изменения. Это дает возможность определить на ранней стадии область износа, его вид и глубину, установить саму причину, послужившую таким изменением, как нарушение режима сгорания топлива, сбой в работе воздушных фильтров и системы очистки моторного масла и др., что может способствовать попаданию в масло топлива, охлаждающей жидкости, сажи, песка и др. Научные исследования, проведенные во многих странах мира, подтвердили высокую надежность диагностических прогнозов неисправностей оборудования, основанных на результатах анализа эксплуатируемого масла. В большинстве отраслей промышленности получено высокое значение достоверности результатов диагностирования неисправностей по анализу масла, работавшего в механизмах и агрегатах. При разборке и ремонте все виды дефектов подтверждаются в 95% случаев.

В связи с вышесказанным данный метод диагностики оборудования в настоящее время становится все более и более актуальным. Его применяют для уточнения сроков проведения технического обслуживания и ремонта (ТОиР), периодичности замены масел и предотвращения незапланированного простоя оборудования. Стратегия обслуживания оборудования по фактическому состоянию совместно с концепцией «Технологии надежности», разработанной специалистами компании «БАЛТЕХ», позволяет сократить издержки на ремонт оборудования энергетической или целлюлозно-бумажной отрасли на 20%, а самое главное увеличить остаточный ресурс технологического оборудования. При этом используются комплексы испытаний (КИТы) работающих масел, предлагаемые компанией «БАЛТЕХ», периодически проводимых с целью выдачи необходимых рекомендаций для службы технического контроля.

При этом актуальным является именно комплексный подход к анализу масла, так как, используя только один метод или рассматривая изменения одного показателя, можно сделать неправильные выводы. Так общепринято связывать увеличение содержания кремния в масле с попаданием песка или пыли. А так ли это на самом деле? Обратимся к таблице 1, в первой строке которой представлен типичный набор результатов элементного анализа масла из нормального работающего двигателя без признаков загрязнения.

**Таблица 1. Пример элементного анализа масла**

Образец	Fe	Al	Cr	Cu	Na	Si	Вид дефекта
1	35	8	3	15	12	15	Нормальный уровень
2	92	29	16	20	16	69	Значительное попадание грязи
3	38	9	4	124	243	101	Внешняя протечка охладителя
4	35	8	3	15	12	250	Используемая силиконовая смазка
5	36	10	5	10	19	31	Высокий уровень противопенной присадки
6	105	134	38	20	21	145	Проблемы в топливной системе – подгоревший клапан

Для второго образца мы видим увеличение содержания кремния с одновременным увеличением содержания таких элементов износа, как железо, хром и алюминий. Это типичная картина при попадании пыли в масло через воздухозаборники. При этом кремний происходит из пыли, железо – из вкладышей, хром – из колец поршня.

В третьей строке приведен пример, показывающий также увеличение кремния. Но при полном анализе этих спектральных данных, а также данных инфракрасного (ИК) анализа с помощью портативной минилаборатории BALTECH OA-5100 и подсчета частиц получается, что здесь нет попадания пыли, а наблюдается проблема в системе охлаждения. А увеличение кремния вызвано тем, что метасиликат натрия часто вводится в состав охлаждающей жидкости. Поэтому мы также видим и увеличение натрия. А увеличение меди вызвано выщелачиванием из сердцевины радиатора. При этом нет частиц пыли и при анализе на счетчике частиц Q200 мы не наблюдаем значительного изменения класса чистоты.

Четвертый пример анализа образцов масел демонстрирует очень сильный рост значения кремния. И если только измерять данный показатель, то можно предположить значительное попадание песка. Однако, если мы посмотрим на значения остальных элементов, то увидим, что они остаются относительно постоянными. А если бы было попадание пыли, то должно быть увеличение, по крайней мере, значения алюминия, причем в соотношении от Al:Si=1:10 до 1:2, в зависимости от компонентов окружающей среды, так как песок/пыль – как правило содержат не только диоксид кремния, но и различные глиноземы, алюмосиликаты. Кроме того, попадание большого количества твердых частиц должно было вызвать износ деталей двигателя и, соответственно, элементов износа, как во втором примере. Подтвердить данный вывод также можно измерением класса чистоты, а с помощью счетчика частиц Q230, входящего в состав минилабораторий BALTECH OA-5300 и BALTECH OA-5400 серии «OilAnalysis», даже визуально возможно подтвердить отсутствие частиц пыли. Таким образом, мы опровергаем попадание песка, а рост кремния, очевидно, связан с выщелачиванием его из применяемого силиконового герметика или прокладок.

В пятой строке таблицы 1 также наблюдаемое увеличение кремния не связано с попаданием внешних загрязнителей, а вызвано наличием в масле противопенной присадки – полиметилсилисанов, т.е. в данном случае так же, как и в предыдущем не требуется проведения каких-либо корректирующих действий.

В последней строке таблицы 1 дан пример, демонстрирующий увеличение кремния, железа, хрома и алюминия, также как и во втором образце. Однако соотношение Al:Si близко к 1:1, что необычно для попадания пыли. Это типичный пример данных элементного анализа при подгорании клапана. Когда инжектор неисправен, то топливо, попадая на верхнюю часть клапана, сгорает, и клапан оплавляється. В результате этих процессов в масло попадает алюминий и кремний (из клапана), железо (из вкладышей) и хром (из колец), таким образом, кремний здесь не элемент загрязнений, а элемент износа и на счетчике частиц мы не увидим значительного увеличения класса чистоты. Однако при анализе на ИК-анализаторе можно ожидать данных о попадании топлива в масло.

Приведенные выше примеры наглядно демонстрируют необходимость комплексного анализа масла для корректной интерпретации получаемых данных и правильного диагностического заключения. Использование же неполного набора анализа свойств необходимых для оценки состояния масла и машины в целом ведет к дискредитации метода и неправильной диагностике оборудования. Для корректной интерпретации всех данных по анализу масел и смазок, компания «БАЛТЕХ» рекомендует записаться на наши учебные курсы повышения квалификации и переподготовки кадров по теме [TOP-105 «Правила и методы анализа масел и смазок»](#).

# Минилаборатория BALTECH OA-5300

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА  
МАСЛА НА МЕСТЕ

## Износ

### Устройство для измерения железосодержащих частиц

Измерение железосодержащих частиц является критичным при наблюдении за состоянием машинного оборудования. Устройство для измерения железосодержащих частиц дает значение содержания таких частиц в ppm, а также обеспечивает их подсчет и распределение по размерам.

### Классификация частиц износа

Минилаборатория BALTECH OA-5300 регистрирует силуэты частиц износа, подсчитывает и классифицирует все частицы больше 20 мкм в диаметре для того, чтобы идентифицировать тип и вид износа и определить потенциальный источник проблемы механизма.

## Загрязнение частицами износа

Технология LNF (лазерного подсчета частиц) является наилучшей технологией подсчета частиц в смазочных материалах. Она обеспечивает подсчет частиц, определение ИСО кодов и распределение по размерам всех частиц от 4 до 100 мкм.

## Трехвекторный анализ масла



## Износ

- Общее содержание железосодержащих частиц (в ppm) и распределение их по размерам
- Классификация износа по типу (резание, усталостный сдвиг, неметаллические частицы, волокна)

## Загрязнения

- Распределение по размерам, ИСО коды чистоты
- Дифференциация загрязнений: отличие песка и металлических частиц износа
- Определение капель воды

## Химия и вязкость

- Общее кислотное (щелочное) число
- Окисление
- Кинематическая вязкость при 40°C и 100°C



## Химия и вязк

**Вязкость**  
Портативный вискозиметр обеспечивает высокоточные измерения кинематической вязкости масла при 40°C и 100°C.

**Химия**  
Инфракрасный спектрометр Q1100 позволяет измерять общее кислотное число (OKЧ), окисление и воду в растворенной, так и в свободной воде, присутствующую в масле с помощью метода ИК-спектроскопии.

## Загрязнение водой

**Полный анализ содержания воды (патентованный метод)**  
Минилаборатория BALTECH OA-5300 позволяет измерять содержание воды в масле, растворенную, так и в свободной воде, присутствующую в масле с помощью метода ИК-спектроскопии.



«ТЕХНОЛОГИИ НАДЕЖНОСТИ»



г. Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 40 +7 (812) 335-00-85 E-mail: info@baltech.ru www.baltech.ru

Для решения комплексных задач трибодиагностики на сегодняшний день компания «БАЛТЕХ» (г. Санкт-Петербург) предлагает две универсальные минилаборатории [BALTECH OA-5300](#) и [BALTECH OA-5400](#), имеющие в своем составе вискозиметр Q3050, ИК-анализатор Q1100 и счетчик частиц Q230, а также элементный анализатор Q100 в минилаборатории BALTECH OA-5400. Обе минилаборатории предназначены для широкого использования во всех промышленных отраслях в отделах надежности, диагностических подразделениях или сервисного техобслуживания, для выполнения анализа любых типов смазочных масел, гидравлических жидкостей, моторных, промышленных и трансформаторных масел. Вся наша аппаратура является простой в работе, не требующей какой-либо специальной квалификации персонала и длительного обучения. При этом вискозиметр Q3050 позволяет контролировать изменения кинематической вязкости масел при 400С. Диапазон измерений – 1-700 сСт. Кроме того, вискозиметр вычисляет значение вязкости масла при 1000С после введения значение индекса вязкости. Оба этих параметра определяются международными стандартами ISO и ГОСТ. ИК-анализатор Q1100 обеспечивает определение основных физико-химических показателей масла, отвечающих за его деградацию, а также содержание воды, сажи, топлива и гликоля. Данный ИК анализатор сейчас может поставляться с лицензией на измерение полной воды, обеспечивающей количественное определение воды до 6,5%. Счетчик частиц Q230 дает нам общее количество, имеющихся в масле частиц, определяет класс чистоты масла согласно стандарта ISO 4406, рассчитывает количество намагничиваемых частиц (в ppm) и их распределение по размерам и классифицирует все частицы по типам износа. Элементный анализатор Q100 предназначен для определения наличия и содержания в масле элементов металлов (а также бора, кремния и серы), которые могут появиться в отработанном масле в результате износа оборудования, загрязнений или введения присадок. Данный анализатор позволяет определять до 32 элементов в масле без разбавления и какой-либо пробоподготовки за 30 секунд.

Обращаем внимание всех наших потенциальных заказчиков, что в 2016г. компания «БАЛТЕХ» получила новую лицензию № 1872 на осуществление образовательной деятельности, выданной Комитетом по образованию Правительства Санкт-Петербурга. Просим заранее записываться на наши учебные курсы повышения квалификации и переподготовки кадров. Также в этом году Отдел Технического Сервиса (ОТС) компании «БАЛТЕХ» аттестован в качестве Лаборатории неразрушающего контроля (Свидетельство об аттестации №58А050798) для проведения услуг с выездом к заказчику по направлениям: вибродиагностика, термография и анализ масел.