

# Экспресс анализ масел – будущее диагностических служб

**Р.А. Романов**

к.т.н., директор по маркетингу и сбыту<sup>1</sup>  
RomanovRA@baltech.ru

**А.А. Белоусов**

доктор технических наук, профессор<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Балтех», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>СПбГУКИТ, Санкт-Петербург, Россия

**Анализ масла является самым необходимым инструментом на любом предприятии для раннего обнаружения проблем, которые имеют потенциальную опасность повреждения технологического оборудования и систем. В эпоху повышения требований к безопасности производства, надежности оборудования и охране окружающей среды владельцы предприятий продолжают искать способы уменьшения эксплуатационных расходов и расходов на обслуживание и ремонт. В статье описывается применение нескольких методов технической диагностики и неразрушающего контроля для оптимизации производственных расходов — концепция «Технология надежности» (Reliability technologies), разработанная компанией BALTECH.**

## Ключевые слова

трибология,  
техническая диагностика,  
анализ масла

Трибология и анализ масел является относительно новым направлением для диагностических служб промышленных предприятий России и стран СНГ. Анализ масла является крайне необходимым инструментом на предприятии для раннего обнаружения проблем, которые имеют потенциальную опасность повреждения технологического оборудования и для эффективного проведения технического обслуживания. Сегодня анализ масла в центральных заводских лабораториях предприятий повторяют лабораторные методы, так называемой «мокрой химии», которые являются длительными, требуют значительного количества реагентов и растворителей, а также квалифицированных лаборантов для работы, имеющих допуск к работе с опасными химическими реактивами. Возможно уменьшить использование этих реактивов с помощью использования современных тестовых наборов, но это порождает необходимость перехода к новому лабораторному парку.

Ряд промышленных компаний уже перешли на портативные приборы, которые работают по тем же принципам, что и лабораторное оборудование, но с существенным уменьшением времени анализа, уменьшением необходимости в реагентах и растворителях, а также с устранением использования опасных и вредных химических реагентов.

Одно из нефтехимических предприятий снизило стоимость своих затрат с помощью данного подхода и уменьшило потребность в персонале, проводящем анализа масла на 25%, а стоимость анализа уменьшилась на 75%, ограничив необходимость в покупке, транспортировке и утилизации опасных реагентов. Данная технология представляет большой интерес у технологов, механиков и энергетиков, но требует более высоких первоначальных инвестиций, чем использование существующих решений. Как построить эффективную стратегию диагностики, чтобы сохранить финансовые вложения?

## Портативные минилаборатории BALTECH OA — новый подход в диагностике оборудования

Новое поколение портативных минилабораторий для анализа масел серии BALTECH

OA «Oil Analyzer» устраняют необходимость в опасных реактивах и интерпретации результатов анализа масла диагностом, чтобы значительно снизить стоимость и время, требуемое для диагностики (например, динамического оборудования, гидравлики, трансформаторов). Портативность новых минилабораторий дает возможность доставить их к машинному оборудованию, которое следует периодически диагностировать.

С помощью минилабораторий BALTECH OA результаты анализа и диагностика технического состояния могут быть выполнены за 2,5 минуты, что сокращает необходимость в большом количестве персонала в заводской лаборатории. Требуется только одна капля масла для диагностики и анализа, что значительно уменьшает количество требующих утилизации загрязняющих отходов. Данные портативные минилаборатории значительно упрощают процесс анализа масла и не требуют какой-либо интерпретации диагностами. Таким образом, результаты становятся более точными и воспроизводимыми. Приборы сохраняют результаты анализов и автоматически предупреждают о подходе к пороговому уровню, т.е. нет больше необходимости в заполнении таблиц и введении данных вручную.

## Как работает портативная минилаборатория для анализа масел?

Портативная минилаборатория BALTECH OA-5100 представляет собой прочный, переносной инфракрасный спектрометр с вискозиметром, которые измеряют ряд ключевых параметров состояния, как синтетических, так и минеральных масел. Она может определять вязкость, загрязнение масла, деградацию и перекрестное загрязнение на месте эксплуатации диагностируемого оборудования. Минилаборатория полностью помещается в один небольшой транспортировочный кейс.

Данная технология работает путем первоначальной идентификации и классификации масла по его инфракрасному спектру. Из этой информации анализатор выбирает соответствующий набор хемометрических алгоритмов для анализа масла и обеспечивает получение количественных значений общего



Рис. 1 — BALTECH OA-5100, диагностика подшипников, диагностика смазок



Рис. 2 — Анализатор масел Q1100, ИК-анализатор, трибология

щелочного/кислотного числа, окисления, нитрования, сульфирования, истощения присадок, неправильного масла, воды, гликоля, сажи, глицерина на дизельных установках.

Вискозиметр дает значения кинематической вязкости (согласно ГОСТам и международным стандартам) при стандартной температуре 40°C. Данный прибор не требует реагентов кроме кусочка бумаги или полотенца для очистки камеры анализа и 60 мкл образца. Он работает по принципу капиллярного вискозиметра.

Используемый в данном вискозиметре капиллярный канал позволяет очистить его путем открывания кюветы и протирки его полотенцем вместо введения растворителя в этот канал так, как это обычно делается в лабораторных крупногабаритных вискозиметрах.

Каждый образец измеряется при постоянной температуре с постоянной точностью без предварительных измерений плотности.

### Пример применения минилабораторий VALTECH OA

Один из крупных промышленных холдингов России выполнил оценку новой технологии анализа масла, чтобы сравнить ее с используемыми ранее тестовыми наборами. Программа оценки на рабочем месте показала, что новый подход устраняет использование и утилизацию опасных реагентов. Было оценено, что для 65 цехов, находящихся на разных предприятиях данного холдинга в удаленных друг от друга регионах, данная технология позволяет сократить на 5200 литров отходов масла и 650 литров опасных веществ в год. Также было оценено, что затраты на заводские лаборатории, лаборантов и техническое обслуживание уменьшаются на 260 человекочасов на один цех, что потенциально экономит 3 275 000 руб. в год при полном вводе в действие двух минилабораторий. Данный пример показывает возможность возврата инвестиций менее чем за 12 месяцев. Высокая точность портативных приборов и быстрое получение данных анализа обеспечивает сохранение миллионов рублей при увеличении доступности активов. Это связано с тем, что во многих случаях критическое (основное) оборудование вынуждено ждать пусков, пока лабораторные анализы подтвердят, что масло еще пригодно для использования. Более высокая скорость, низкая цена и простота применения портативных минилабораторий серии VALTECH OA дает возможность быстрее проводить мониторинг динамического оборудования (насосов, редукторов, компрессоров, электродвигателей, вентиляторов) и их узлов, что сейчас производится только средствами вибромониторинга. Согласно концепции Reliability technologies, разработанной компанией VALTECH, для повышения достоверности диагноза необходимо применять два или три метода технической диагностики. С помощью экспресс анализа масел дефекты оборудования могут быть определены оперативно в цеховых условиях, что позволяет потенциально увеличить жизненный цикл оборудования всех типов.

### Перспективы портативной трибодиагностики

Портативный инфракрасный спектрометр 1100 и кинематический вискозиметр

3050 способны эффективно распределить небольшие ресурсы путем правильного планирования технического обслуживания, основанного на действительных потребностях, а не на временных интервалах согласно идеологии плано-профилактического обслуживания. Возможность портативной трибодиагностики для значительного сокращения затрат и улучшения мониторинга является новым шагом к переводу оборудования на обслуживание по фактическому состоянию.

### Аудит стоимости существующей системы анализа масел на предприятиях

Промышленные предприятия (цеха) обычно используют комбинацию методов, включая периодическую отправку образцов в экспертную лабораторию (по аутсорсингу) или в собственную ЦЗЛ (центральную заводскую лабораторию) на предприятии, использующую обычно методы классической аналитической химии.

Механики и энергетики обычно отбирают образцы масла из оборудования, приносят их на контрольный участок, маркируют и упаковывают их для отправки в ЦЗЛ. Образцы, предназначенные для лабораторного анализа на предприятии, переливают и смешивают с растворителями и реагентами из тестового набора. Многие реагенты и растворители, используемые с этими тестами, очень вредны и опасны, например такие как, гидрид кальция, растворитель для экстракции растворенных газов, ортофосфорная кислота, растворитель Стоддарта.

### Себестоимость анализа масла экспертной сторонней лаборатории по аутсорсингу

Данная себестоимость может быть рассчитана по стоимости анализа образца или программы. Обычная рыночная стоимость анализа образца составляет 65–150 руб. Себестоимость и объем эталонного образца,

Используемая система	Традиционная система анализа масел и смазок	Портативная минилаборатория VALTECH OA-5100
Опасные реагенты	Опасные реагенты в наборе: <ul style="list-style-type: none"> <li>гидрид кальция</li> <li>растворитель для экстракции газов</li> <li>ортофосфорная кислота</li> <li>растворитель Стоддарта</li> <li>требуется система очистки от использованных реагентов и материалов</li> <li>стоимость реагентов и материалов необходимых для анализа</li> </ul>	Нет опасных реагентов: <ul style="list-style-type: none"> <li>нет взрывоопасных веществ</li> <li>нет химических реагентов</li> <li>нет очистителей</li> <li>нет доставки</li> <li>нет заказа</li> <li>нет перчаток</li> <li>минимальные затраты, только на пипетки и салфетки</li> </ul>
Безопасность	Влияние на работника. <ul style="list-style-type: none"> <li>Много мер предосторожностей следует принять перед тем, как специалисты будут работать с используемыми опасными реагентами</li> </ul>	Нет влияния на работника. <ul style="list-style-type: none"> <li>Оператор может брать образцы непосредственно из источника, чтобы уменьшить поток загрязнений</li> </ul>
Обучение	<ul style="list-style-type: none"> <li>только аттестованный специалист</li> <li>обучение транспортировке, хранению, работе и утилизации опасных реагентов</li> <li>обучение анализу воды/сажи в масле, общему кислотному/щелочному числу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>требуется минимальное обучение</li> <li>не требуется специальной аттестации</li> </ul>
Тестовый набор: общее кислотное/щелочное число	<ul style="list-style-type: none"> <li>18 минут</li> <li>ручная работа</li> <li>перенос данных вручную</li> <li>нет построения тренда</li> <li>общее количество используемого образца: 30–40 мл</li> <li>общее количество используемых реагентов: 50 мл</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 минут</li> <li>автоматическая работа</li> <li>перенос данных автоматически</li> <li>построение тренда в анализаторе</li> <li>общее количество используемого образца: 120 мкл (6 капель)</li> </ul>
Лабораторная калибровка	периодическая	не требуется
Универсальность	Современные, используемые главным образом только для специальных тестов	Универсальный, большая библиотека охватывает все смазочные системы на предприятии, включая технологические системы
Проведение анализа воды, общего кислотного/щелочного числа, сажи, вязкости	Требуется 4 отдельных анализа. Для каждого анализа: <ul style="list-style-type: none"> <li>добавить 10–20 мл реагента</li> <li>добавить 10–20 мл масла</li> <li>перемешивать в течение 2 минут</li> <li>от 3 до 4 минут анализа на каждый показатель (12–16 минут в общем)</li> <li>записать результаты в журнал</li> </ul>	Требуется 2 отдельных анализа. Для каждого анализа: <ul style="list-style-type: none"> <li>поместить 3 капли масла (60 мкл) прямо в открывающуюся кювету</li> <li>от 1 до 2 минут на анализ</li> <li>сохранение данных в приборе для построения тренда и переноса на компьютер</li> </ul>

Таб. 1 — Сравнение систем анализа масла на предприятии

который необходимо хранить несколько лет с момента начала эксплуатации масла (смазки), следует пересмотреть, так как стоимость следует рассчитывать вместе с бутылочками (емкости для хранения), программным обеспечением, стоимостью доставки образцов в лабораторию и повторным пробоотбором масел.

#### Себестоимость анализа масла в собственной лаборатории на предприятии

Прямые расходы себестоимости анализа масла за один образец, включают растворители и реагенты, что приблизительно составляет 450 руб. Стоимость транспортировки и реактивов также является высокой, так как многие участки и специализированные цеха одного предприятия, могут находиться в удаленных друг от друга регионах. Сегодня на рынке появились новые менее опасные реактивы, способные уменьшить бюджет транспортных расходов по доставке в лабораторию, однако тестеры, находящиеся в отдельных цехах, должны быть модернизированы или заменены на новые для того, чтобы эффективно выполнять задачи трибодиагностики на современном уровне. В результате требуются значительные финансовые инвестиции предприятия.

#### Трудоёмкость анализа масел в центральных заводских лабораториях

В настоящее время лаборант может заполнить серию необходимых анализов образца за 10–40 минут, но иногда проходит целая смена, пока заключение по анализу масла поступит обратно в цех. Точность данных в заводской лаборатории всех видов анализа масел зависит от квалификации, навыков и старательности лаборанта при подборе правильных пропорций масла и реактивов, а также наличия тестового (эталонного) образца. В начале и в конце исследования все полученные образцы обязательно должны быть зарегистрированы вручную, что занимает дополнительное время на проведение анализа масел и смазок (обычно это занимает 10–40 минут, в зависимости от партии).

#### Выводы

В современных быстроменяющихся производственных условиях каждому конкурентно способному промышленному предприятию необходимо применять самые передовые методы технической диагностики. Дефектоскопия, термография, вибродиагностика и другие методы технической диагностики хорошо

зарекомендовали себя во всех отраслях промышленности за последнее десятилетие, но научные разработки не стоят на месте. Компания BALTECH рекомендует обратить внимание руководителей технических служб на новые уникальные портативные решения для экспресс диагностики и определения технического состояния оборудования с помощью анализа масел и смазок, применяя мини-лабораторий серии BALTECH OA-5000 и BALTECH OA-5100. Для более детального изучения основ трибодиагностики и изучения преимуществ по сравнению с другими методами неразрушающего контроля наша компания рекомендует пройти обучение на нашем новом учебном курсе TOP-105 «Трибодиагностика. Основы смазывания машин и оборудования».



ООО «Балтех»

194044, РФ, г. СПб, Ул. Чугунная, 40

Тел./факс: (812)676-70-54, (812)335-00-85

E-mail: info@baltech.ru

Internet: www.baltech.ru



Рис. 3 — Вискозиметр Q3050, параметры вязкости, вязкость масел



Рис. 4 — Качество смазок, проверка масел, контроль масла

ENGLISH

DIAGNOSTICS

## Express oil analysis — the future of diagnostic services

UDC 620.1

#### Authors:

**Roman A. Romanov** — PhD, director of marketing and sales<sup>1</sup>; [RomanovRA@baltech.ru](mailto:RomanovRA@baltech.ru)

**Aleksandr A. Belousov** — PhD, professor<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Baltech LLC, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup>St. Petersburg state university of cinema and television, Saint Petersburg, Russian Federation

#### Abstract

In the era of increased requirements for production safety, equipment reliability and environmental protection, business owners continue to look for ways to reduce operating costs and the costs of maintenance and repair.

The article describes the use of multiple methods of technical diagnostics and NDT for the optimization of production costs — the concept of Reliability technologies, developed by BALTECH.

#### Conclusions

In the modern quickly changing production conditions each competitiveness industrial company have to apply the most advanced methods of technical diagnostics. Flaw detection, thermography, vibration analysis and other methods of technical diagnostics perform well in all sectors of the industry in the last decade, but research and development is not standing still. BALTECH company recommends to pay attention to the heads of technical services for new and unique portable solution for express diagnosis and determination of the

technical condition of the equipment through the analysis of oils and greases, using a series of minilabs BALTECH OA-5000 and BALTECH OA-5100. For a more detailed study of the foundations of tribodiagnostics and learning advantages over other methods of non-destructive testing, our company recommends to receive training on our new tutorial, TOR-105 "Tribodiagnostics. Fundamentals of lubrication of machinery and equipment".

#### Keywords

tribology, technical diagnostics, oil analysis