

Программа анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ

Energy lives here[™]





Оглавление

Введение в отбор проб

Программа анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis

Когда брать конкретные пробы

Выбор сервиса Mobil Serv Lubricant Analysis

Надлежащие методики отбора проб

Как взять репрезентативную пробу

Инструкции по отбору проб и проведению сканирования

Осмотр пробы

Интерпретация результатов

Интерпретация результатов анализа

Отчет об анализе проб в программе анализа смазочных материалов Mobil Serv Lubricant Analysis

Выполнение корректирующих действий

Данные о состоянии оборудования

Данные о загрязнении

Данные о состоянии смазочного материала

Условия эксплуатации двигателя

Сравнение класса вязкости смазочного материала

SM : знак обслуживания



Практические рекомендации:

Получить помощь

Mobil ServSM Lubricant Analysis предлагает инновационную программу анализа масла, в основе которой лежат профессиональные знания и опыт применения масел ведущего производителя в отрасли.

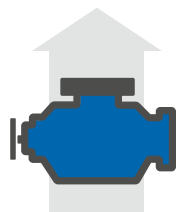
За ответами на возникшие вопросы или за помощью обращайтесь к своему местному торговому представителю ExxonMobil или в нашу Справочно-информационную службу технической поддержки.



Основные принципы мониторинга состояния с помощью программы анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis

В современной промышленности получили широкое распространение методики техобслуживания, основанные на информации о состоянии оборудования. Лидирующие предприятия в ключевых отраслях придают все большее значение анализу масла как критически важному компоненту любой программы мониторинга состояния оборудования. Успешная программа анализа масла позволяет:

Повышение надежности оборудования



Снижение затрат на техобслуживание



Увеличение срока службы оборудования



Программа анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis упрощает процесс мониторинга смазывания и предоставляет надежные результаты, помогающие специалистам по техобслуживанию принимать оптимальные решения в своей работе.

Программа анализа смазочных материалов Mobil Serv Lubricant Analysis предоставляет информативные отчеты о состоянии оборудования и смазочного материала, подкрепленные гибкостью, экспертными знаниями и обеспечением качества от ExxonMobil.

- **Гибкость** — более эффективное выполнение множества задач с помощью возможностей онлайн-программы анализа смазочных материалов Mobil Serv Lubricant Analysis.
- **Экспертные знания** — поддержка операций по техническому обслуживанию на основе тесного сотрудничества с международными производителями оборудования (OEM) и практического опыта компании ExxonMobil.
- **Качество** — возможность уверенно принимать решения с помощью эффективного использования предлагаемой ExxonMobil методики обеспечения качества.



Вопросы к рассмотрению Анализ масла

Анализ масла представляет собой эффективный инструмент для мониторинга его состояния. В целях дальнейшего повышения ценности вашей комплексной программы обеспечения надежности оборудования могут быть внедрены дополнительные методики мониторинга состояния оборудования (осмотры, вибрация, журналы операторов и т. д.).



Практические рекомендации:

Внедрение и поддержка использования программы анализа масла

1. Установите цели и контрольные параметры
2. Получите информацию о приверженности руководства
3. Обучите и подготовьте персонал
4. Определите оборудование и частоту отбора проб
5. Выполните программу
6. Примите меры по результатам анализа
7. Сравните выданные программой результаты с целевыми и контрольными параметрами
8. Проверьте и измените программу
9. Зафиксируйте документально экономию



Что и когда отбирать

Анализ масла — это наиболее эффективный инструмент диагностики, предусматривающий отбор проб с соответствующего оборудования через запланированные промежутки времени.



- 1. Определите, какие пробы нужно брать** — обдумайте пять перечисленных ниже основных факторов при выборе оборудования для программы с учетом рекомендуемой частоты отбора проб, указанной в инструкции по эксплуатации вашего оборудования.

Условия эксплуатации	Фактор срока службы жидкости	Фактор срока службы оборудования	Целевые результаты анализа пробы	Экономические последствия отказа оборудования
<ul style="list-style-type: none"> Высокая запыленность / загрязнение окружающей среды Высокие нагрузки/ давление/скорость Высокие температуры Низкие температуры Загрязнение химическими веществами Влажность окружающей среды 	<ul style="list-style-type: none"> Пробег в часах/милях/километрах после последней замены масла Окисление, загрязнение Синтетические масла, масла Premium, минеральные масла 	<ul style="list-style-type: none"> Пробег в часах/милях/километрах Расчетный срок службы i Производитель и номер модели 	<ul style="list-style-type: none"> Превышение пределов отклонений пределах допустимых отклонений 	<ul style="list-style-type: none"> Угроза безопасности Критический уровень для рабочего состояния Затраты на ремонт Издержки вследствие простоя Производственные потери Запасное оборудование



- 2. Определите, когда нужно брать пробы** — Периодический отбор проб по графику позволяет надежно установить тенденцию изменения эффективности работы оборудования. При отсутствии инструкций по интервалу отбора проб от изготовителя оборудования обратитесь к таблице ниже за общими инструкциями по установлению начальной частоты отбора проб.

Промышленное/заводское оборудование		Внедорожное оборудование		Дорожное оборудование	
Область применения	Частота	Область применения	Частота	Область применения	Частота
Двигатель, работающий на биогазе	250 часов	Дизельный двигатель	250 часов	Дизельный двигатель	25 000 км или 15 000 миль
Двигатель генератора	500 часов	Колесный мотор (мотор-колесо)	250 часов	Трансмиссия	500 часов, 40 000 км или 25 000 миль
Двигатель, работающий на природном газе	500 часов	Дифференциал/ трансмиссия	500 часов	Гидравлическая система	500 часов, 40 000 км или 25 000 миль
Система смазки бумагоделательной машины	Ежемесячно	Гидравлическая система	500 часов		
Турбина	Ежемесячно	Трансмиссия	500 часов		
Компрессор	3 месяца	Главная передача	1000 часов		
Зубчатая передача	3 месяца				
Гидравлическая система	3 месяца				



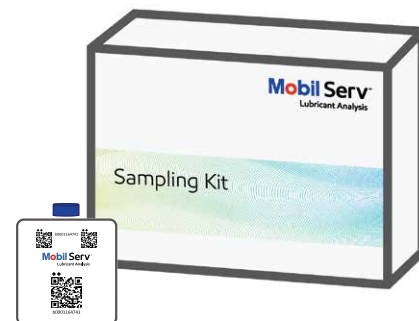
Выбор сервиса Mobil ServSM Lubricant Analysis

Варианты анализа*

Программа анализа смазочного материала Mobil ServSM Lubricant Analysis предусматривает варианты проведения анализа в зависимости от области применения оборудования и желаемого уровня сервиса по анализу масла.

В этих вариантах уровня сервиса используется набор бутылок емкостью 4 унции (120 мл).

Вариант сервиса	Описание
Базовый анализ ◆	Обеспечивает базовый анализ с учетом области применения, позволяющий оценить износ оборудования, загрязнение и состояние масла
Расширенный анализ ◆◆	Предусматривает дополнительные расширенные исследования для более полного анализа (например, для гидравлических систем / систем циркуляции — содержание частиц, PQ-индекс (определение количества частиц) или для двигателей — щелочное число, PQ-индекс)
Уровень сервиса Elite ◆◆◆	Предусматривает уникальный уровень исследований для ограниченной выборки областей применения, в которых оборудование эксплуатируется в суровых условиях (например, гидравлического оборудования высокой точности)



Варианты расширенного сервиса по анализу масла*

Для более значимых узлов может потребоваться более расширенный уровень анализа. Эти варианты расширенного сервиса по анализу масла (доступны только для нескольких областей применения) предназначены для поддержки решений по обеспечению надежности оборудования.

Для вариантов расширенного сервиса по анализу масла используйте комплект металлических 1-литровых емкостей.

Вариант сервиса	Описание
Анализ на пригодность к непрерывному использованию (SCU)	Проводятся дополнительные исследования для определения пригодности масла для постоянного использования (например, испытание на окисление во вращающемся сосуде под давлением (RPVOT), пенообразование, деэмульгирующая способность). Рекомендуется проводить ежегодно.
Анализ для прогноза лаковых отложений (VPA)	Предусматривает дополнительные исследования для определения признаков наличия лака в критически важных системах (например, методом колориметрии пятна на фильтре-мембране (MPC), RULER — определение содержания фенольных антиоксидантов, и RULER — определение содержания аминовых антиоксидантов). Рекомендуется проводить ежеквартально или ежегодно.
Анализ с максимальным объемом исследований (MSA)	Сочетает в себе анализ пригодности масла для постоянного применения и анализ прогноза образования лаковых отложений. Позволяет повысить надежность оборудования и выявлять проблемы до того, как они приведут к затратным простоям или дорогостоящему ремонту. Рекомендуется проводить ежеквартально или ежегодно.



* Анализ может отличаться в зависимости от лаборатории, продукта или состояния масла. Более подробную информацию о выборе оптимального для ваших потребностей сервиса по анализу масла можно получить у представителя ExxonMobil или на веб-сайте mobilserv.mobil.com.



Практические рекомендации:

Получить набор для отбора проб

1. Варианты анализа, необходимые для достижения целей вашей программы
2. Определите уровень сервиса Mobil Serv для вашего анализа*
3. Запросите доставку соответствующего комплекта для отбора проб Mobil Serv

Запрашивайте комплекты для анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis у своего официального дистрибьютора ExxonMobil или местного представителя ExxonMobil.



Отбор репрезентативной пробы

Данные о времени, месте и способе отбора проб влияют на качество результатов.

Чтобы получить точные результаты анализа, начните с репрезентативной пробы. Проводите отборы проб с регулярной частотой, отбирая пробы в одном и том же месте, используя надлежащие методики отбора проб. Для получения лучших результатов:

1. Установите график отбора проб.

- **Интегрируйте этот график** в свою систему планового техобслуживания.
- **Отбирайте пробы в одном и том же месте** с одинаковыми интервалами.
- **Отбирайте пробы при рабочей температуре** при помощи клапана для отбора проб, вакуумного насоса или пробоотборной трубки. Соблюдайте осторожность, если температура масла превышает 120 °F (50 °C).

2. Соблюдайте методики обеспечения чистоты проб.

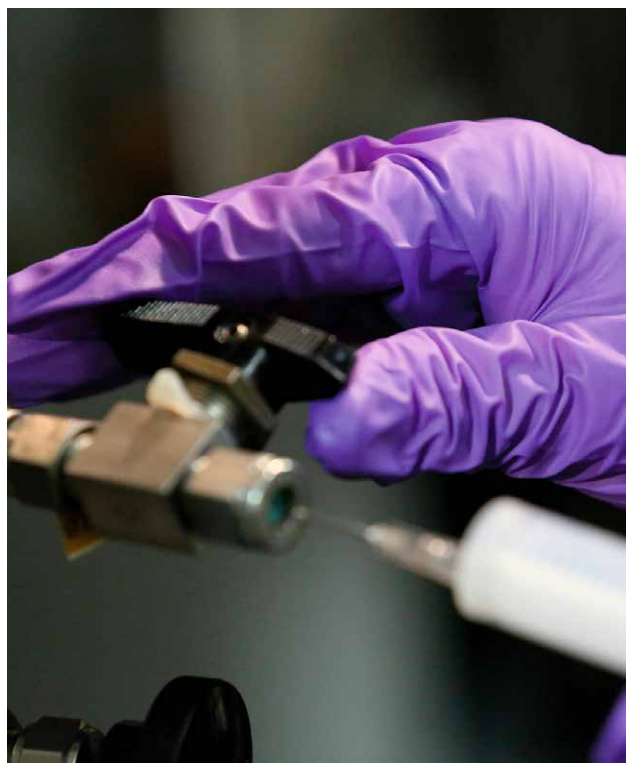
Лабораторный анализ предусматривает выявление в образце частиц размером менее 8 микрон, которые, как правило, неразличимы невооруженным глазом (См. Вопросы к рассмотрению — микрон — это много?).

- **При отборе проб надевайте соответствующие средства индивидуальной защиты** (защитные очки, перчатки и т. п.).
- **Используйте только новые бутылочки для отбора проб** и не снимайте с них крышки до тех пор, пока не приступите к отбору пробы.
- **Очистите участок вокруг точки отбора проб** или дренажной пробки.
- **Перед забором финальной пробы для отправки ополосните новую бутылочку для отбора проб** маслом, пробу которого вы планируете взять. Для анализа, определяющего количество твердых частиц, лучше всего заполнить/ополоснуть бутылочку три раза перед тем, как взять пробу для отправки на анализ.
- **Избегайте взятия проб из дренажной пробки**, так как оттуда сложно получить репрезентативную пробу. Если иного варианта нет, осуществляйте отбор проб, когда масло еще теплое и примерно на половине процесса слива масла.
- **Не используйте обезжиривающие средства для мытья** оборудования для отбора проб. Остаточные количества этих веществ могут повлиять на результаты анализа.

3. Зафиксируйте данные об оборудовании и подробную информацию об отборе проб.

Оформите их документально. Это поможет получить более точную интерпретацию результатов и нормализовать тенденцию анализов. Убедитесь, что вы ввели подробные данные об отборе проб, включая дату, пробег в часах/милях/километрах для масла и для оборудования и т. д.

Отбирайте пробы через равные интервалы времени из правильной точки отбора с применением надлежащих методик отбора проб.

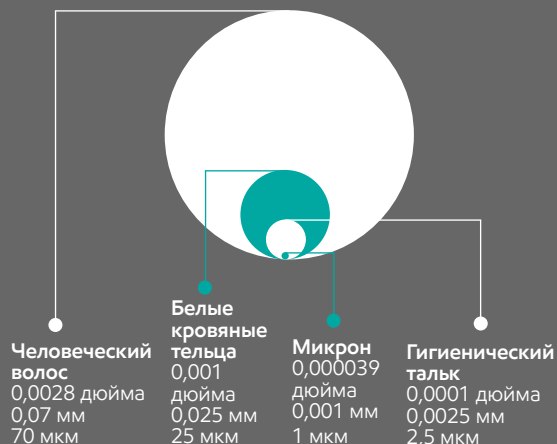


Вопросы к рассмотрению

Анализ загрязнения

Как правило, целью лабораторного анализа являются частицы загрязняющих веществ размером < 8 микрон. Они в пять раз меньше объектов, которые может разглядеть человеческий глаз. Наличие в пробе видимых твердых частиц или воды означает возможное отклонение состояния оборудования от нормы. В таких случаях рекомендуется выполнить корректирующие действия.

Микрон (мкм) — это много?



Приведенная схема носит иллюстративный характер и не отображает реальных пропорций.

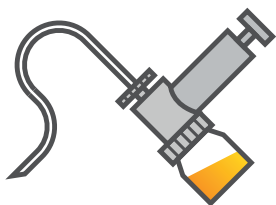


Инструкции по отбору проб и проведению сканирования

Возьмите пробу

Во время взятия пробы не забывайте:

- обновить или добавить данные о регистрации материала в режиме онлайн;
- убедиться в чистоте участка вокруг места отбора пробы.
- Пробы следует брать при температуре настолько близкой к рабочей, насколько это возможно с точки зрения безопасности
- Введите данные об эксплуатации оборудования



Изображение механизма насоса может отличаться от рекомендуемого насосного механизма.

Используйте специальные бутылочки для проб Mobil Serv и берите репрезентативные пробы масла из точки отбора проб.

⚠ Соблюдайте осторожность, когда температура масла превышает 120 °F (50 °C).



Температура масла
< 93°C ⚠
< 200°F ⚠

Плотно закройте бутылочку крышкой (колпачком). Осмотрите пробу на предмет наличия твердых частиц, воды или других загрязняющих веществ.

⚠ Если загрязняющие вещества заметны невооруженным глазом, не отправляйте эту пробу. Выполните корректирующее действие. Повторяйте отбор пробы до тех пор, пока не будет получен образец в надлежащем состоянии.

Программа анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis предлагает два варианта для регистрации проб. Вы можете распечатать этикетку для бутылочки, либо использовать более быстрый и простой метод быстрого сканирования Scan-and-go.



Вопросы к рассмотрению

Документируйте данные об оборудовании / техническом обслуживании

Чтобы понять результаты анализа масла, важно определить тенденцию. При отправке пробы необходимо приложить критически важную информацию о своем оборудовании и техническом обслуживании (например, дату отбора пробы, пробег в часах/милях/километрах, масло подпитки и т. п.). Эти данные позволяют нормализовать тенденции анализов и повысить эффективность оценки результатов проб.



Практические рекомендации:

Экономия рабочего времени

При помощи процесса Scan-and-go Mobil Serv для отбора проб завод по производству алюминия в Техасе сообщил* о снижении времени подготовки проб на 66 %, что позволило им экономить в среднем 192 человеко-часа в год.

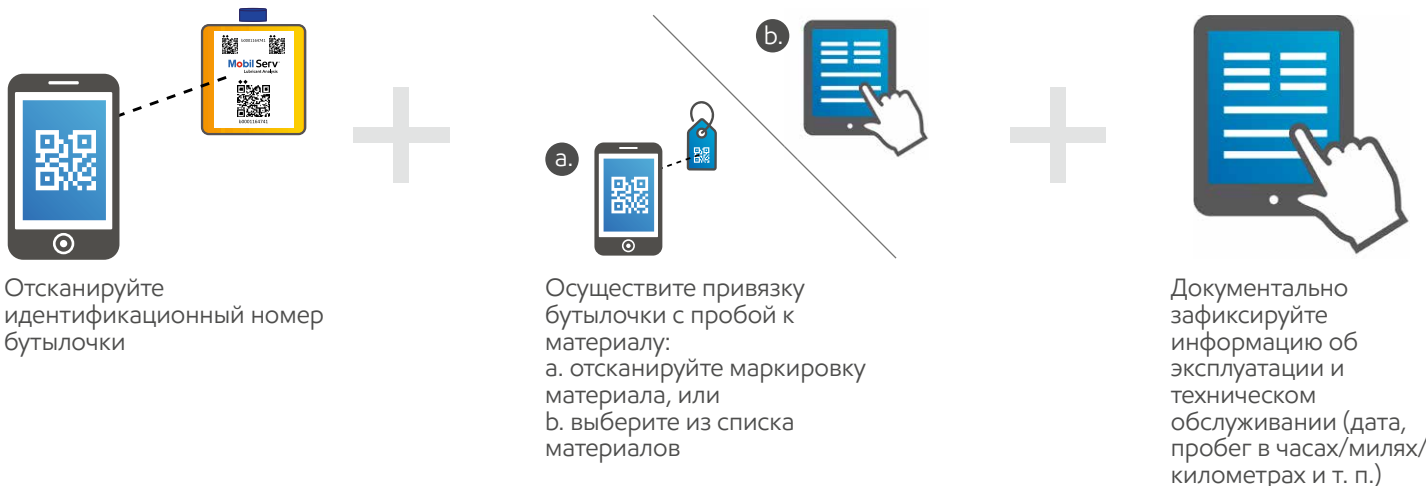
Эффективность этого процесса позволила сократить затраты рабочего времени, что привело к суммарной экономии размере 9600 долларов в год.

*Данное подтверждение эффективности применения основывается на опыте одного клиента. Фактические результаты могут варьироваться в зависимости от типа используемого оборудования, условий его обслуживания, эксплуатации и окружающей среды, а также типа ранее использовавшегося смазочного материала.



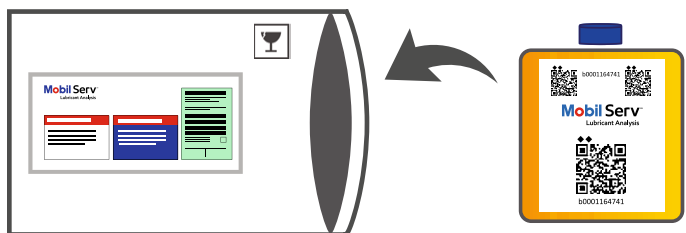
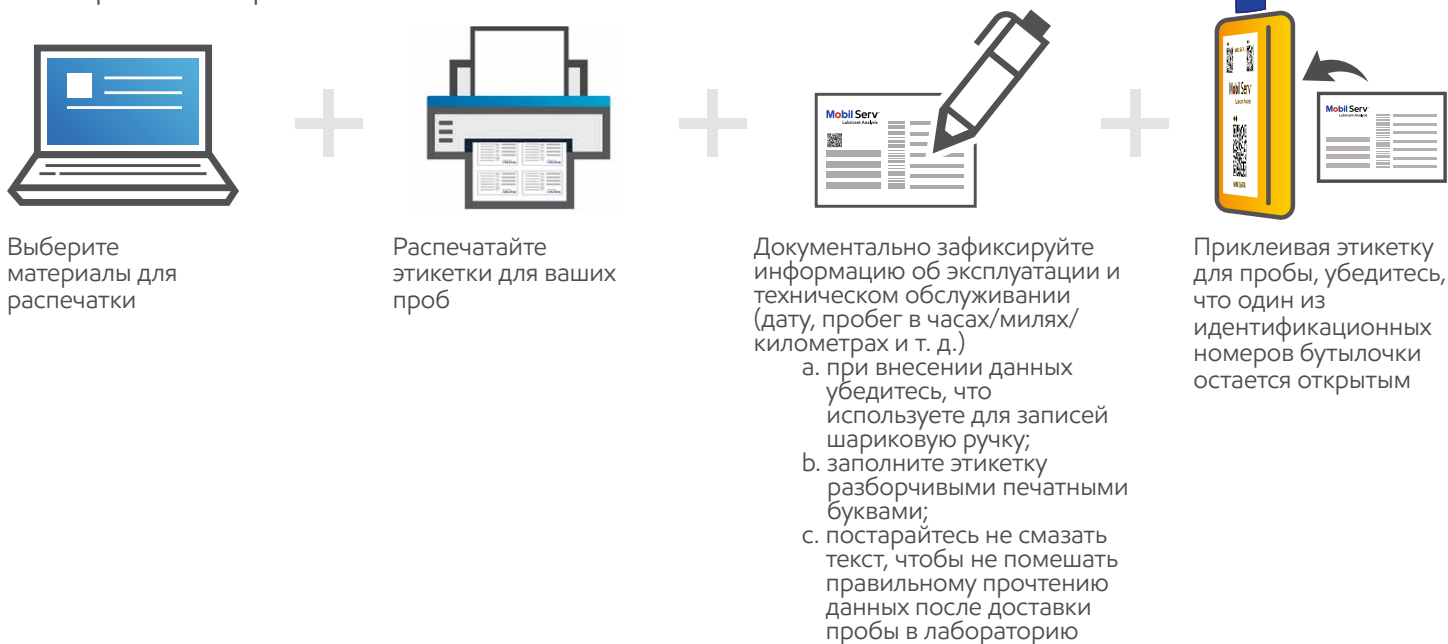
Отправка пробы – Метод Scan-and-go

Метод Scan-and-go позволяет сэкономить время, повысить точность данных и ускорить процесс прохождения пробы через лабораторные исследования. Этапы процесса Scan-and-go можно выполнить на компьютере или мобильном устройстве при помощи клавиатуры, совместимой веб-камеры, либо при помощи сканера и приложения для сканирования проб Mobil Serv Sample Scan App.



ИЛИ

Отправка пробы – Распечатка этикетки



Поместите бутылочку в отдельный пластиковый пакет с замком Zip Lock и плотно закройте во избежание разлива содержимого.

Упаковка и отправка

1. используйте материалы комплекта для анализа смазочных материалов Mobil Serv;
2. НЕ заклеивайте крышки бутылочек для проб клейкой лентой;
3. поместите бутылочку для проб в контейнер для отправки по почте и плотно закройте крышку;
4. приклейте предварительно распечатанную этикетку для почтового отправления к почтовому контейнеру;
5. отправьте свою пробу незамедлительно.



Осмотр пробы

Просто взглянув на пробу, можно многое узнать о содержимом. Тщательно осмотрите каждую пробу перед отправкой ее на анализ.

Прозрачность

Прозрачность — отличный индикатор загрязнения. Смазочный материал, который находится в хорошем состоянии, визуально прозрачен и имеет яркий цвет. Помутнение или хлопья указывают на присутствие таких веществ, как вода, воск, смазочно-охлаждающая жидкость, хладагент или несовместимый смазочный материал. В некоторых случаях реагент, вызывающий помутнение или появление хлопьев, образует отдельный слой на дне контейнера или поверх слоя масла.

Осадок и твердые частицы

Осадок и твердые частицы раскрывают более подробную информацию. Немагнитный осадок в пробе, содержимое которой (помимо этого осадка) прозрачное и имеет яркий цвет, может означать наличие грязи, пыли или песка. Магнитные твердые частицы могут указывать на присутствие ржавчины или чрезмерный износ (См.: Вопросы к рассмотрению — Видимое загрязнение).

Отправка пробы

Лаборатория по анализу смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis обязуется предоставлять результаты точного анализа в полном объеме. Вы можете получить доступ к своим результатам через Интернет. Обычно результаты готовы через один-два рабочих дня после получения пробы.

Вы можете сократить срок исполнения заказа, выполнив следующие действия:

1. используйте метод Scan-and-go. Убедитесь, что вы отсканировали QR-код на бутылочке для отбора проб и осуществили привязку к материалу перед отправкой пробы;
2. используйте утвержденные материалы для отправки, предоставленные в комплекте для отбора проб;
3. Отправьте пробу сразу же после отбора;
4. отправляйте пробы службой экспресс-доставки (на следующей день) / курьерской доставки, либо используйте доставку почтой первого класса / приоритетным почтовым отправлением.



Вопросы к рассмотрению Видимое загрязнение

Выполняйте корректирующие действия. Не отправляйте пробу в лабораторию при наличии видимых загрязнений (вода, грязь, металлическая стружка и т. д.). Видимое загрязнение указывает на отклонения от нормального состояния, а также может повредить лабораторное оборудование. Повторяйте отбор пробы до тех пор, пока не будет получен образец в надлежащем состоянии.

Изображенный на этом рисунке механизм насоса может отличаться от фактически используемого в вашем регионе насосного механизма.






Интерпретация результатов анализа

Программа анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis обеспечивает доступ к уникальным знаниям о смазочных материалах ExxonMobil, полученным за десятилетия опыта и тесного сотрудничества с производителями оборудования. Наши устоявшиеся традиции профессиональных знаний в области практического применения смазочных материалов обеспечивают надежность выполняемого для вас анализа. Общая оценка позволяет определить 3 фактора:

- состояние оборудования;
- загрязнение;
- состояние смазочного материала.

Ваш отчет об анализе смазочного материала Mobil Serv Lubricant Analysis представляет собой простую для понимания оценку эксплуатационных показателей с цветовой кодировкой и присвоением одной из следующих категорий:

-  **Опасно** – имеются условия, превышающие допустимые пределы или требующие выполнения корректирующих действий. Следует принять меры для подтверждения и исправления текущего состояния.
-  **Осторожно** – имеются условия, которые могут потребовать проведения мониторинга или диагностики в целях снижения воздействия на оборудование и на эксплуатационные характеристики смазочного материала.
-  **Норма** – состояние оборудования, степень загрязнения и состояние смазочного материала находятся в пределах допустимого диапазона значений.

В отчете представлены комментарии по данной пробе, позволяющие выявить потенциальные проблемы, с перечнем возможных причин и рекомендуемыми мерами по их устранению.

Отслеживание тенденций

Чтобы оценить состояние вашего оборудования:

- Интерпретируйте результаты анализа** – получите информацию, позволяющую понять условия работы вашего оборудования и его смазываемых узлов. Диапазоны предельных значений, применяемые к каждой пробе, могут различаться в зависимости от зарегистрированных данных о вашем оборудовании – производителе, модели, применении и используемом смазочном материале.
- Осуществляйте мониторинг тенденций по результатам проб** – это важно для понимания результатов анализа. При отправке пробы вы должны указать критически важную информацию о своем оборудовании и техническом обслуживании (например, дату отбора пробы, пробег в часах/милях/километрах, долив масла и т. д.). Эти данные позволяют нормализовать тенденции в результатах анализов и повысить эффективность их оценки.
- Изучайте отчет целиком** – для правильной оценки состояния требуется изучить отчет полностью. Как правило, изменения в состоянии оборудования сопровождаются присутствием загрязняющих веществ или изменениями в эксплуатационных свойствах смазочного вещества.



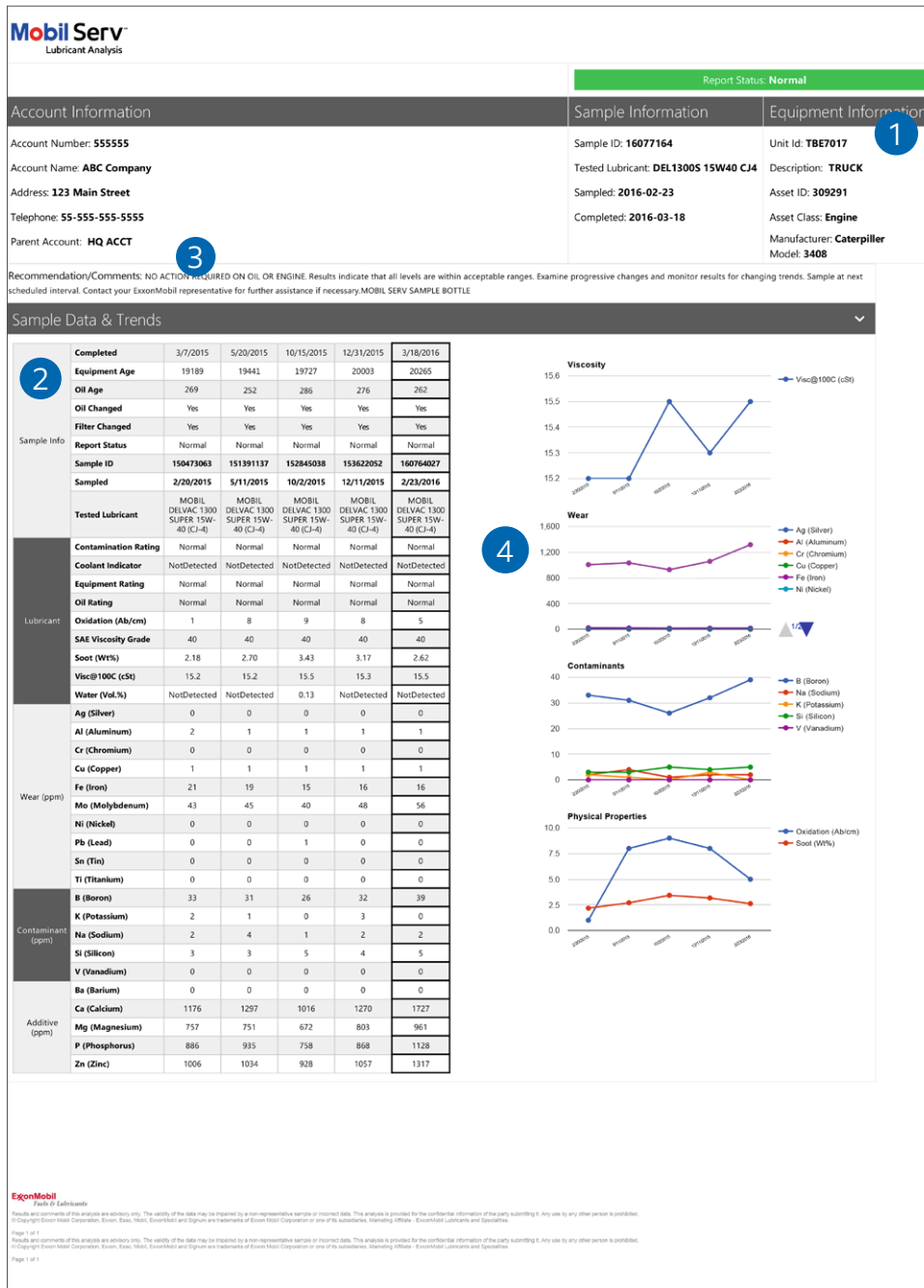
Вопросы к рассмотрению

Применяемые предельные значения

Диапазоны предельных значений, применяемые к каждой пробе, могут различаться в зависимости от зарегистрированных данных о вашем оборудовании: изготовитель, модель, область применения и используемый смазочный материал. Кроме того, в процессе изучения рассматриваются все данные отчета, и могут сопоставляться несколько результатов с целью определить отклонения от нормальных условий.



Программа анализа смазочных материалов Mobil ServSM Lubricant Analysis — Графический отчет по пробе



- Информация об оборудовании** — предоставленные вами при регистрации материала данные об оборудовании используются для интерпретации результатов анализа. Включение в отчет сведений об изготовителе оборудования, модели и других рабочих параметрах позволяют выполнить общую оценку для вашей области применения.
- Данные о пробе** — сведения о работе, документально зафиксированные в процессе отбора пробы, обеспечивают критически важную информацию, помогающую оценить и интерпретировать состояние вашего оборудования. Включая исходную информацию, такую как пробег в часах/милях/километрах и дату отбора пробы, вы помогаете установить точки, нужные для выявления тенденции изменений.
- Интерпретация результатов** — применяются пределы отклонений (собственная разработка Компании) на основании данных об изготовителе, модели, смазочного материала и области применения вашего оборудования. По мере необходимости предоставляются комментарии по результатам проб, позволяющие выявить потенциальные проблемы, перечисляются возможные причины и рекомендуются корректирующие действия.
- Результаты анализа** — отчет о результатах анализа смазочного материала Mobil ServSM Lubricant Analysis представляет собой простое для восприятия отображение результатов анализа пробы с цветовой кодировкой, целью которых являются:
 - Определение тенденций элементов износа оборудования
 - Выявление загрязнений, которые могут повлиять на эксплуатационные характеристики; мониторинг состояния оборудования.



Практические рекомендации:

Подтверждение опасного состояния

Перед заменой или остановом оборудования подтвердите наличие выявленных в процессе анализа опасных состояний, выполнив следующие операции:

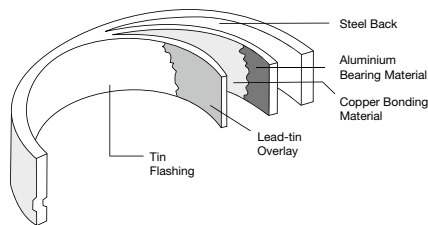
- изучите записи специалистов по техобслуживанию / операторов с целью определения состояния;

- проверьте состояние при помощи других инструментов мониторинга оборудования, например осмотров, вибраций или термографии;
- пользуйтесь тестом на месте, предназначенном для выявления опасных значений;
- отправьте другую пробу в лабораторию для анализа.



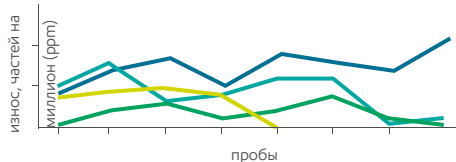
Понимание состояния оборудования

Если вы знаете, что именно искать в отчете об анализе, то анализ масла может раскрыть ценнейшую информацию о состоянии вашего оборудования. Вы должны понимать материальные составляющие компонентов вашего оборудования, чтобы реагировать на тенденции, выявленные в отчете. Обратитесь к списку материалов, предоставленному изготовителем вашего оборудования, чтобы определить конструкционные металлы его деталей. Это поможет вам оценить результаты анализа пробы.



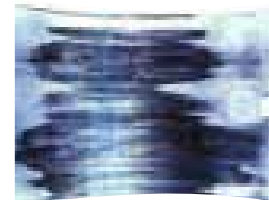
Добивайтесь понимания материала деталей

Пример износа подшипника



Проводите мониторинг элементов

Олово Свинец
Медь Алюминий



Планируйте техническое обслуживание



Вопросы к рассмотрению

Нормализуйте свои данные

Рассмотрение данных анализа без учета времени или расстояния может привести к неверным выводам о серьезности состояния. Оценка тенденций в данных по износу на час/милю/километр пробега может повысить точность вашей оценки.

Доливка масла — влияние на результаты

Оборудование с высоким расходом масла может давать непредставительные результаты анализа проб. Потенциально ненормальное состояние может маскироваться за счет расхода смазочного материала, разбавляющего масло в системе. Записывайте сведения о доливке масла в процессе отбора проб, чтобы включить их анализ в оценку тенденций.

Типичные металлы, в составе деталей оборудования

	Двигатель	Трансмиссия	Дифференциал	Главная передача
Алюминий (Al)	Поршни, подшипники, блоки, кожухи, втулки, воздухопроводы, упорные подшипники	Насосы, муфта, упорные шайбы, втулки, импеллер гидротрансформатора	Упорные шайбы, втулки насоса	Масляный насос, упорные шайбы
Хром (Cr)	Кольца, роликовые/конические подшипники, гильзы, выпускные клапаны	Роликовые/конические подшипники	Роликовые/конические подшипники	Роликовые/конические подшипники
Медь (Cu)	Втулки (поршневой палец, кулачок, клапанный механизм), подшипники, масляный охладитель, упорные шайбы, регулятор, масляный насос	Муфты, диски поворота, втулки, упорные шайбы, масляный охладитель	Втулки, упорные шайбы	Втулки, упорные шайбы
Железо (Fe)	Цилиндры, блок, шестерни, коленчатый вал, поршневые пальцы, кольца, распредвал, клапанный механизм, гильзы масляного насоса, ржавчина	Шестерни, диски, подшипники корпуса, тормозные ленты, золотники переключения, насосы, механизм отбора мощности	Шестерни, механизм отбора мощности, валы, подшипники, кожухи	Шестерни, подшипники, вал, кожух
Свинец (Pb)	Подшипники			
Никель (Ni)	Подшипники и стержни клапанов			
Серебро (Ag)	Подшипники, втулки поршневых пальцев (EDM)	Подшипники	Подшипники	Подшипники
Олово (Sn)	Поршни, покрытие подшипников, втулки			



Данные о состоянии оборудования

Типичные металлы в составе деталей оборудования (продолжение)

	Двигатель, работающий на природном газе и биогазе	Турбина (газовая/паровая)	Гидравлическая система / система циркуляции	Компрессор	Зубчатый привод	Машина для промасливания бумаги
Алюминий (Al)	Поршни, подшипники, блоки, кожухи, втулки, воздухоудвки, упорные подшипники		Кожух двигателя насоса, сальник цилиндра	Роторы, поршни, подшипники, упорные шайбы, кожух блока	Упорные шайбы, масляный насос, втулки	
Хром (Cr)	Кольца, роликовые/конические подшипники, гильзы, выпускные клапаны		Штоки, золотники, роликовые/конические подшипники	Кольца, роликовые/конические подшипники	Роликовые/конические подшипники	Подшипники
Медь (Cu)	Втулки (поршневой палец, кулачок, клапанный механизм), подшипники, масляный охладитель, упорные шайбы, регулятор, масляный насос	Подшипники, масляный охладитель	Упорные плиты насоса, поршни насоса, сальники цилиндров, направляющие, втулки, масляный охладитель	Износные пластины, втулки, втулки поршневых пальцев, подшипники (поршневые компрессоры), упорные шайбы	Упорные шайбы, втулки, масляный охладитель	Стаканы подшипников, втулки, масляный охладитель
Железо (Fe)	Цилиндры, блок, шестерни, коленчатый вал, поршневые пальцы, кольца, распредвал, клапанный механизм, гильзы масляного насоса, ржавчина	Подшипники	Крыльчатки насоса, шестерни, поршни, отверстия цилиндров, штоки, подшипники, кожух насоса	Распредвал, блок, кожух, подшипники, втулки, масляный насос, кольца, цилиндр	Шестерни, подшипники, валы	Подшипники, шестерни, кожухи
Свинец (Pb)	Подшипники	Подшипники	Подшипники	Подшипники		Подшипники
Серебро (Ag)	Подшипники, втулки поршневых пальцев (EDM)	Подшипники	Подшипники	Подшипники	Подшипники	
Олово (Sn)	Поршни, покрытие подшипников, втулки	Подшипники	Подшипники	Поршни, подшипники, втулки		Подшипники
Титан (Ti)		Подшипники, лопатки турбины				

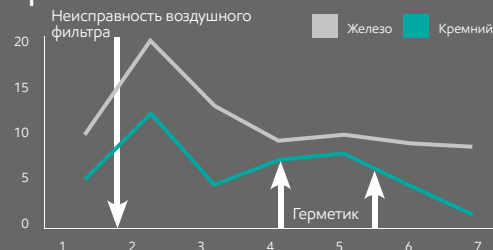


Вопросы к рассмотрению

Интерпретация присутствия кремния

Присутствие кремния часто является причиной повышенного износа металлов (см. график). Однако если высокий износ металлов не отмечается, то кремний или частицы почвы могут быть занесены в процессе отбора проб масла. Источником может быть неабразивный кремний (например, герметик на основе кремния, кремниевый противопенный агент, силоксан из топливного газа или силиконовый каучук).

Понимание условий с присутствием кремния



Данные о загрязнении

Загрязнение является основной причиной износа или отказа оборудования. Необходимо определить источник и выполнить корректирующее действие для удаления загрязнения. Принятие таких мер поможет в перспективе продлить срок службы деталей и смазочного материала, а также повысить надежность оборудования. Три часто встречающихся источника загрязнений:

1. **Изначально внесенное загрязнение** – загрязнение, попавшее в процессе изготовления или монтажа детали.
2. **Загрязнение элементами самой системы** - загрязнение, попавшее в результате износа компонентов системы или их повреждения частицами других загрязняющих веществ.
3. **Проникновение посторонних загрязняющих веществ** - загрязнение из внешних источников.

Следующие элементы могут помочь выявить загрязнение:

Элемент	Потенциальный источник
Бор (B)	Смазочно-охлаждающая жидкость, возможно, присадка к маслу
Хлор (Cl)	Загрязняющее вещество в биогазе
Калий (K)	Смазочно-охлаждающая жидкость
Натрий (Na)	Смазочно-охлаждающая жидкость, соль для дорог, присадка
Кремний (Si)	Грязь, пыль, герметик, присадка, противопенный агент на основе кремния, силоксан из топливного газа
Ванадий (V)	Остаточное загрязнение топлива



Вопросы к рассмотрению

Загрязнение смазочно-охлаждающей жидкостью

Признаки присутствия смазочно-охлаждающей жидкости (этилен- или пропиленгликоль, смешанный с водой) могут появляться в виде воды, элементов натрия, калия или бора (типичные присадки к смазочно-охлаждающим жидкостям).

В процессе эксплуатации водная фаза смазочно-охлаждающей жидкости может исчезать, оставляя только следовые элементы присадок к смазочно-охлаждающей жидкости, которые позволяют выявлять этот источник потенциально серьезных проблем.



Данные о загрязнении

Чтобы лучше понять степень воздействия и способы устранения часто встречающихся загрязнений, воспользуйтесь этой таблицей.

Загрязняющее вещество	Описание	Состояние	Воздействие	Способ устранения
Разбавление топливом	Разбавление топливом снижает вязкость и способствует ускоренному износу. Присутствие несгоревшего топлива может указывать на протечки в топливной системе или неполное сгорание.	Длительная работа двигателя на холостом ходу, движение с частыми остановками, дефектные инжекторы, протечка топливного насоса или топливопроводов, неполное сгорание, неправильная регулировка зажигания	Соприкосновение металлических деталей, недостаточное смазывание, износ цилиндров/колец, срабатывание присадок, низкое давление масла, сокращение экономии топлива, ухудшение эксплуатационных характеристик двигателя, сокращение срока службы двигателя	Проверьте топливопроводы, температуру в цилиндрах, износ колец, инжекторы, уплотнения и насосы на наличие протечек. Изучите условия вождения или эксплуатации, проверьте регулировку зажигания, избегайте длительной работы двигателя на холостом ходу, проверьте качество топлива; отремонтируйте или замените изношенные детали
Сажа от сгорания топлива	Сажа от сгорания топлива служит признаком для определения эффективности сгорания в двигателе.	Неправильное соотношение воздух/топливо, неправильная регулировка инжектора, низкое качество топлива, неполное сгорание, низкая компрессия, износ деталей/колец двигателя	Низкие эксплуатационные характеристики двигателя, высокий расход топлива, образование вредных отложений или шлама, повышенный износ деталей, отложения углерода, забивка фильтров	Убедитесь, что инжекторы работают надлежащим образом, проверьте систему впуска/фильтрации воздуха, проверьте компрессию, избегайте длительной работы двигателя на холостом ходу, изучите условия вождения или эксплуатации, проверьте качество топлива, проверьте условия эксплуатации
Нерастворимые или видимые твердые частицы	Твердые частицы в смазочном материале либо попадают в него снаружи, либо вырабатываются внутри системы.	Длительные интервалы между заменами масла, загрязняющие частицы из окружающей среды, продукты износа, побочные продукты окисления, протечка или загрязнение фильтров, сажа от сгорания топлива	Сокращение срока службы оборудования, засорение фильтров, недостаточное смазывание, отложения в двигателе, образование шлама, ускоренный износ	Слейте масло, промойте систему, проверьте условия эксплуатации, сократите интервал замены масла, смените фильтры
Высокое количество частиц	Количество частиц позволяет замерить содержание загрязняющих веществ в масле.	Дефектный сапун, загрязнения из окружающей среды, загрязнение водой, загрязненные фильтры, неправильная процедура долилки масла, поступающий в воздухозаборник воздух, изношенные уплотнения	Работа с перебоями, перемежающиеся отказы, износ деталей, заедание клапанов, утечка масла	Профильтруйте новое масло, оцените методику техобслуживания, осмотрите/замените масляные фильтры, осмотрите/замените сапун, промойте систему под высоким давлением, изучите условия эксплуатации
PQ-индекс (определение количества частиц)	PQ-индекс позволяет замерить массу металлических (ферромагнитных) частиц в пробе.	Продукты износа, шоквые условия / условия перегрузки, загрязнение металлическими частицами, загрязнение фильтров	Соприкосновение металлических деталей, сокращение срока службы оборудования, промежуточные отказы	Замените изношенные детали, осмотрите/замените фильтры, осмотрите/замените магниты в маслосборнике, изучите условия эксплуатации
Высокий показатель ультрацентрифуги (UC)	Ультрацентрифуга определяет пропорцию особо мелких растворимых частиц загрязнений, которые могут быть предвестниками образования отложений в системе (по шкале от 0 до 8).	Высокая рабочая температура, условия перегрузки, чрезмерные интервалы замены масла, использование неподходящего масла	Работа с перебоями, перемежающиеся отказы, образование вредных отложений или шлама, заедание клапанов, сокращение срока службы масла	Изучите условия эксплуатации, сократите интервалы замены масла, сравните фактические условия использования оборудования с проектными условиями, используйте масло с антиокислительными присадками, промойте систему
Вода/смазочно-охлаждающая жидкость	Вода/смазочно-охлаждающая жидкость представляет собой вредное загрязняющее вещество, способное вызвать значительное повреждение внутренних деталей оборудования, например, подшипников	Низкая температура эксплуатации, дефектные уплотнения, загрязнение нового масла, утечка смазочно-охлаждающей жидкости, ненадлежащие условия хранения, конденсация	Отказ двигателя, высокая вязкость, ненадлежащее смазывание, коррозия, образование кислот, снижение эффективности присадок	Плотнее затяните болты головки блока цилиндров, проверьте прокладку головки блока цилиндров, проверьте состояние теплообменника / масляного охладителя, изучите условия эксплуатации, проверьте герметичность системы охлаждения, постарайтесь выявить внешние источники загрязнения

Данные о состоянии смазочного материала

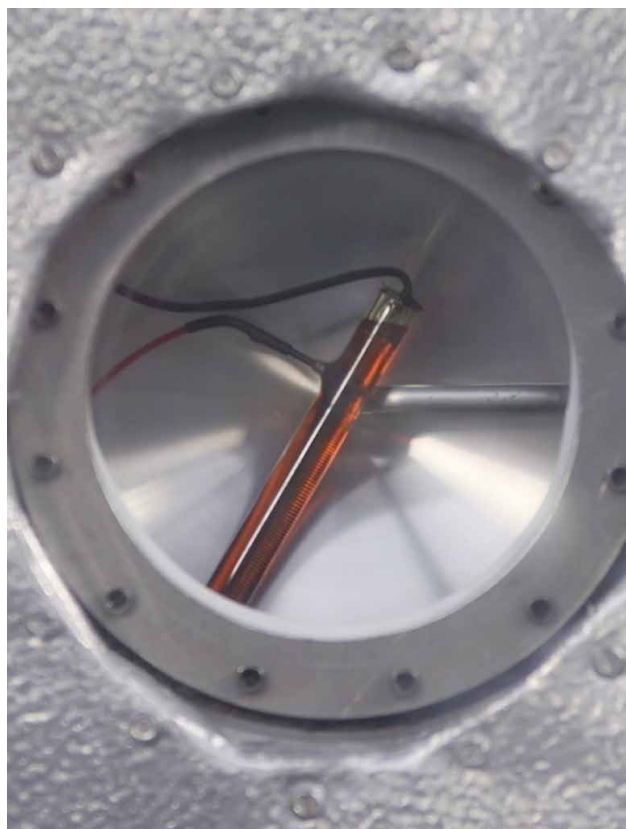
В вашем оборудовании смазочный материал выполняет множество функций.

В число наиболее важных функций входят контроль трения, защита от износа и эффективная передача энергии.

Для увеличения надежности оборудования и срока службы смазочного материала важно, чтобы смазочный материал сохранял свои физические свойства.

Представленные ниже элементы помогут определить состояние смазочного материала:

Элемент	Потенциальный источник
Барий (Ba)	Противоизносная присадка, ингибитор коррозии, детергент
Кальций (Ca)	Противоизносная присадка, ингибитор коррозии, моющая присадка, дисперсант, ингибитор ржавчины, антиоксидант
Магний (Mg)	Противоизносная присадка, ингибитор коррозии, моющая присадка, дисперсант, ингибитор ржавчины
Молибден (Mo)	Противоизносная присадка, антифрикционная присадка
Фосфор (P)	Противоизносная присадка, ингибитор коррозии, моющая присадка, противоизносно-противозадирная присадка
Цинк (Zn)	Антиоксидант, противоизносная присадка, ингибитор коррозии



Вопросы к рассмотрению Влияние окисления на срок службы смазочного материала





Данные о состоянии смазочного материала

Чтобы лучше понять изменения нормального состояния смазочного материала, их воздействие и способы устранения, воспользуйтесь этой таблицей.

	Описание	Состояние	Воздействие	Способ устранения
Высокое кислотное число (AN)	Кислотное число позволяет определить увеличение количества вредных кислотных соединений, образующихся в результате окисления из-за деградации масла.	Топливо с высоким содержанием серы, перегрев, чрезмерный проскок газов, чрезмерные интервалы замены масла, неподходящее масло	Коррозия металлических деталей способствует окислению, деградации, загустеванию масла, срабатыванию присадок	Проверьте продолжительность срока смены масла, тип используемого масла, наличие перегрева, суровых условий эксплуатации. Выявите и удалите загрязняющие вещества, смените масло
Низкое щелочное число (BN)	Щелочное число позволяет определить способность масла к нейтрализации вредных кислотных соединений, образующихся в процессе сгорания.	Перегрев, слишком длинные интервалы замены масла, использование неподходящего масла, топлива с высоким содержанием серы	Повышенная скорость износа, увеличение содержания кислот в масле, деградация масла, повышенное образование шлама	Проверьте продолжительность интервалов замены масла, необходимость полной или частичной замены масла, условия эксплуатации двигателя, удалите загрязняющие вещества.
Нитрование	Нитрование - это количество побочных продуктов азота в масле. Его количественный анализ может дать неоценимую информацию о вероятности образования отложений в результате разложения масла.	Неадекватная откачка масла, низкая рабочая температура, дефектные уплотнения, неправильное соотношение воздух/топливо, аномально высокий проскок газов	Ускоренное окисление, образование побочных кислотных продуктов, повышенный износ цилиндров и клапанов, загустевание масла, образование отложений в зоне сгорания, повышенное кислотное число	Повышенная рабочая температура. Проверьте трубки и клапаны вентиляции картера, проверьте соотношение воздухотопливной смеси; проверьте компрессию или герметичность цилиндров
Окисление	Количественный анализ окисления может дать неоценимую информацию о вероятности образования отложений в результате разложения масла.	Перегрев, слишком длительные интервалы замены масла, использование неподходящего масла, побочные продукты сгорания, проскок газов	Сокращение срока службы оборудования, отложение лака, засорение масляного фильтра, повышенная вязкость масла, коррозия металлических деталей, увеличение эксплуатационных расходов, повышенный износ деталей, снижение эксплуатационных характеристик оборудования	Проверьте продолжительность интервалов замены масла; необходимость полной или частичной замены масла, проверки работы двигателя, удалите загрязнения.
Высокая вязкость	Вязкость позволяет определить сопротивление жидкости движению при заданной температуре за единицу времени.	Загрязнение сажей / твердыми частицами, неполное сгорание, деградация в результате окисления, текущая прокладка головки блока цилиндров, чрезмерный интервал замены масла, высокая рабочая температура, неподходящий класс вязкости масла	Образование вредных отложений или шлама, затрудненный поток масла, перегрев двигателя, увеличение эксплуатационных затрат	Убедитесь в правильности маркировки смазочного материала, проверьте соотношение воздух/масло, осмотрите внутренние уплотнения, проверьте рабочую температуру, проверьте инжекторы на предмет протечек, проверьте соединительные топливопроводы на предмет неплотного соединения, проконтролируйте динамику окисления
Низкая вязкость	Вязкость позволяет определить сопротивление жидкости движению при заданной температуре за единицу времени.	Изменение свойств присадок, разжижение топливом, неподходящий класс вязкости масла	Перегрев, недостаточное смазывание, соприкосновение металлических деталей, увеличение эксплуатационных затрат	Убедитесь в правильности маркировки смазочного материала, проверьте соотношение воздух/масло, осмотрите внутренние уплотнения, проверьте рабочую температуру, проверьте инжекторы на предмет протечек, проверьте соединительные топливопроводы на предмет неплотного соединения, проверьте условия эксплуатации



Условия эксплуатации двигателя

Бензин, дизельное топливо, природный газ, биогаз / анаэробный газ

Вы сможете лучше подготовиться к выполнению корректирующих действий до отказа оборудования, если вычислите потенциальные источники ненормального состояния двигателя.

Потенциальные источники изменения состояния двигателя

Состояние	Потенциальный источник
Отложения в картере	Высокая температура масла, низкая температура масла, неполное сгорание, некачественная фильтрация масла, проскок газов, конденсация, утечка на водяной рубашке, засорение сапуна или воздуховода картера, чрезмерное распыление масла, недостаточное охлаждение поршня
Высокий расход масла	Износ или залегание колец, неэффективность маслосъемного кольца, низкая вязкость масла, высокое давление масла, протечка, износ поршней или цилиндров, излишний зазор подшипника, высокий уровень масла (в картере), высокий вакуум в картере, высокая скорость подачи масла к цилиндрам, нормальный показатель при применении в двигателях на биогазе / анаэробном газе
Высокая температура масла	Постоянные перегрузки, недостаточное охлаждение водяной рубашки, засорение охладителя масла, засорение маслопроводов, отложение шлама в картере, перегрев подшипников, несоответствующая вязкость масла, недостаток масла в насосе или в картере, недостаточная циркуляция масла, неправильная регулировка момента зажигания
Неполное сгорание	Неподходящее топливо, недостаточная подача воздуха, низкая температура водяной рубашки, залегание, протечки или засорение инжекторов, неравномерная нагрузка на цилиндрах, низкое давление впрыска, неправильная регулировка момента впрыска, низкое давление компрессии, протечки или заедание впускных или выпускных клапанов, низкая нагрузка
Залегание колец	Низкое качество масла, эксплуатация в режиме постоянных перегрузок, высокий уровень масла (в картере), высокий вакуум в картере, высокая скорость подачи масла к цилиндрам, износ или ослабление колец, зазор между торцевой поверхностью поршневого кольца и поршнем, износ поршней, перекося поршней или цилиндров, высокая или низкая температура воды на рубашке, газ с высоким содержанием силиксана



