
2105/23 RU

Заменяет тех. циркуляр №:
2105/22



Предписания для смазочного масла

Действителен TCG 2016, TCG 3016, TCG 2020, TCG 3020, TCG 2032, TCG 2032B
для:

23-я замена происходит по следующей причине:

- Обновление информации о разрешенных к использованию смазочных маслах

Выходные данные публикации::
Caterpillar Energy Solutions GmbH
Servicedokumentation
M.Granson
Carl-Benz-Str. 1
68167 Mannheim
Германия
Тел.: +49 621 384-8455
Факс: +49 621 384-8841
Дата::
2019-06-24

Примечание:
Использованные в данном документе номера деталей не подлежат изменению.
Основанием для определения запасных частей является исключительно
документация по запасным частям.

Ключ для распределения:
- TR
- Согласно SIT 7010

**2105/23 RU**

Содержание:

- Общая информация
- Выбор смазочного масла
- Изъятие пробы смазочного масла
- Анализ смазочного масла
- Замена смазочного масла
- Замена фильтра смазочного масла
- Предельные значения
- Износные металлы
- Расход смазочного масла
- Интерпретация показателей анализа смазочного масла
- Интерпретация элементов анализа смазочного масла
- Интерпретация опционально проанализированных элементов анализа смазочного масла
- Установка
 - Допущенные к использованию смазочные масла TCG 2016
 - Допущенные к использованию смазочные масла TCG 3016
 - Допущенные к использованию смазочные масла TCG 2020
 - Допущенные к использованию смазочные масла TCG 3020
 - Допущенные к использованию смазочные масла TCG 2032
 - Допущенные к использованию смазочные масла TCG 2032B

2105/23 RU



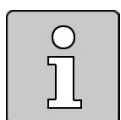
Общая информация



Опасность разрушения узлов

Вследствие недопущенных к использованию смазочных масел

- Использовать только допущенные к использованию смазочные масла



За соблюдение приведенных здесь требований к смазочному маслу несет ответственность исключительно эксплуатирующая организация.

Эксплуатирующая организация обязана иметь документальное подтверждение своих обязанностей в рамках технического обслуживания на основании анализа смазочных масел согласно данному техническому циркуляру.

Производитель двигателя не несет ответственности за ущерб, возникший вследствие использования не разрешенных к применению смазочных масел или ненадлежащей эксплуатации.

Смазочные масла для двигателей внутреннего сгорания подвергаются очень высоким механическим и тепловым нагрузкам. При высокой температуре гильз цилиндров смазочное масло не должно испаряться – вместо этого оно должно образовывать достаточно вязкую, устойчивую к изменениям давления и прочную пленку. В холодном состоянии смазочное масло должно иметь жидкотекучую консистенцию, чтобы обеспечивать запуск непрогретого двигателя. После останова двигателя слой смазки должен сохраняться на поверхностях скольжения компонентов двигателя, чтобы гарантировать возможность последующего запуска.

Масла должны иметь следующие характеристики:

- устойчивая смазочная пленка при всех рабочих температурах
- оптимальная вязкость при всех рабочих температурах
- высокая термоустойчивость
- высокая устойчивость к старению
- противоизнашивающие свойства
- нейтрализующие свойства против коррозионных веществ
- сбалансированное соотношение золообразующих присадок
- высокий запас прочности для больших интервалов замены масла

Экономичная эксплуатация обеспечивается за счет максимально возможных интервалов замены смазочного масла. При этом высший приоритет имеют предотвращение повреждений и достижение запланированного срока службы основных компонентов двигателя.



2105/23 RU

Выбор масла

Смазочные масла (содержание сульфатной золы до 0,6 масс. %)

Для работы газовых двигателей разрешается применять исключительно смазочные масла, перечисленные в разделе **Допущенные к использованию смазочные масла (содержание сульфатной золы до 0,6 масс. %)**.

Смазочные масла (содержание сульфатной золы 0,6 – 1,0 масс. %)

Специально для работы с газообразным топливом с повышенным содержанием вредных веществ (см. также технический циркуляр TR 3017) допущены к использованию дополнительные смазочные масла. Они перечислены в разделе **Допущенные к использованию смазочные масла (содержание сульфатной золы 0,6 – 1,0 масс. %)**.

Эти масла определяются согласно паспорту изготовителя по высоким показателям TBN и сульфатной золы и имеют большой резерв нейтрализации кислот, которые образуются при сгорании вредных веществ в горючем газе. Эти кислоты образуются, например, из хлора (Cl), фтора (F) и серы (S). Благодаря нейтрализации кислот двигатель защищается от коррозии.

Для обеспечения нейтрализации необходимо достаточное количество присадок к маслу. Это значит, что чем выше потенциал нейтрализации масла, тем больше склонность к образованию отложений при сгорании.

Если при работе с газообразным топливом используются смазочные масла без высокого загрязнения вредными веществами (допустимые значения согласно техническому циркуляру TR 3017), присадки не расходуются, т.к. образуется лишь незначительное количество кислот, требующих нейтрализации.

В этом случае преимущества этих специальных масел частично становятся существенными недостатками.

- Неиспользованные присадки образуют отложения в камере сгорания и в последующих компонентах установки, например, теплообменнике, глушителе и т. д.
- В камере сгорания эти отложения могут соединяться с содержащимися в горючем газе элементами, например, кремнием (Si). Эти соединения очень твердые и приводят к абразивному износу на поршнях, поршневых кольцах, цилиндрических гильзах, клапанах и кольцах седел клапанов.

Рекомендуется использовать для работы всех двигателей смазочные масла, перечисленные в разделе **Допущенные к использованию смазочные масла (содержание сульфатной золы до 0,6 масс. %)**, до достижения стабильной выработки газообразного топлива. В течение этого периода необходимо путем анализа смазочного масла и газа определять граничные условия и влияние используемого газообразного топлива на экономически целесообразную и надежную работу двигателя.

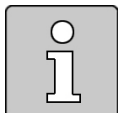
Если после завершения процесса запуска установки сохраняется высокая концентрация вредных веществ в газообразном топливе и поэтому требуются экономически нецелесообразные интервалы смазки, можно по согласованию с сервисным представительством перейти на смазочные масла, перечисленные в разделе **Допущенные к использованию смазочные масла (содержание сульфатной золы 0,6 – 1,0 масс. %)**.

2105/23 RU



Взятие пробы масла

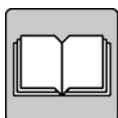
Тщательность подготовки и взятия пробы масла является условием достоверности данных анализа.



Необходимо следить за тем, чтобы проба масла не искажалась грязью или остатками масла во вспомогательных средствах.

Для обычного анализа достаточно взять пробу из 100 мл смазочного масла.

Пробу смазочного масла необходимо отбирать при работающем и прогретом до рабочего состояния двигателя из контура смазочного масла.



Дополнительная информация о пробе смазочного масла представлена в следующих документах:

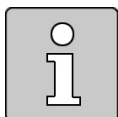
- Руководство по эксплуатации агрегата ⇒ Рабочие карты
- В 8-1-1 Взятие пробы смазочного масла

Перед взятием пробы необходимо спустить и надлежащим образом утилизировать минимум 100 мл масла. Затем надо взять необходимое количество масла для пробы.

Нельзя допускать изменения масла при взятии пробы и транспортировке.

Пробы должны быть точно обозначены и содержать следующую минимальную информацию:

- Пользователь
- Тип двигателя
- Серийный номер двигателя
- Изготовитель масла
- Название масла
- Дата взятия пробы
- Часы эксплуатации двигателя
- Часы эксплуатации масла
- Объем дозаправки / расход масла
- Общий объем масла

**2105/23 RU****Анализ масла**

Пользователь должен обеспечить своевременное предоставление данных анализа, необходимых для определения периодичности замены масла.

Данные анализа должны быть у пользователя как можно раньше (не позже чем по истечении половины периода анализа масла).

Независимо от качества газообразного топлива, первый анализ смазочного масла проводится после 100 часов эксплуатации.

Регулярный анализ масла обеспечивает эксплуатацию двигателя со смазочным маслом в соответствии с данными этого технического циркуляра. Анализы масла необходимо сохранять, поскольку они являются доказательством правильной эксплуатации двигателя.

Если в ходе одной серии анализов двигателей были обнаружены недопустимо высокие значения износа, следует передать результаты анализов в сервисное представительство в течение гарантийного срока.

Для наблюдения за показателями анализа в течение продолжительного времени лучше всего подходит тенденционный анализ. При этом отдельные данные анализа обобщаются в таблицах или графиках. Таким образом определяется состояние масла и двигателя (определение тенденции).

2105/23 RU



Смена масла

Смена масла

При замене масла всегда меняется все количество масла. В двигателе и деталях оборудования должно оставаться как можно меньше масла.

Смена масла необходима в следующих случаях:

- при приближении к допустимому предельному значению
- после попадания охлаждающей жидкости в смазочную систему
- после работ по техобслуживанию уровня E60 и E70
- после ремонтных работ в объеме E60 или E70
- не меньше одного раза в год
 - исключением являются агрегаты с интервалом замены смазочного масла согласно его анализу более 10000 часов работы.

Периодичность замены масла

Кроме качества масла, периодичность замены масла зависит от:

- качества газообразного топлива,
- условий окружающей среды
- режима работы двигателя

Как правило, эти факторы приводят к изменению показателей масла.

Поэтому для каждой установки необходимо определять периодичность замены масла с помощью его анализа.

При выборе соответствующих временных интервалов анализа масла может использоваться до достижения предельных значений.

Периодичность замены масла необходимо определять заново в следующих случаях:

- при вводе установки в эксплуатацию
- при изменении режима эксплуатации
- после работ по техобслуживанию уровня E60 и E70
- после ремонтных работ в объеме E60 или E70

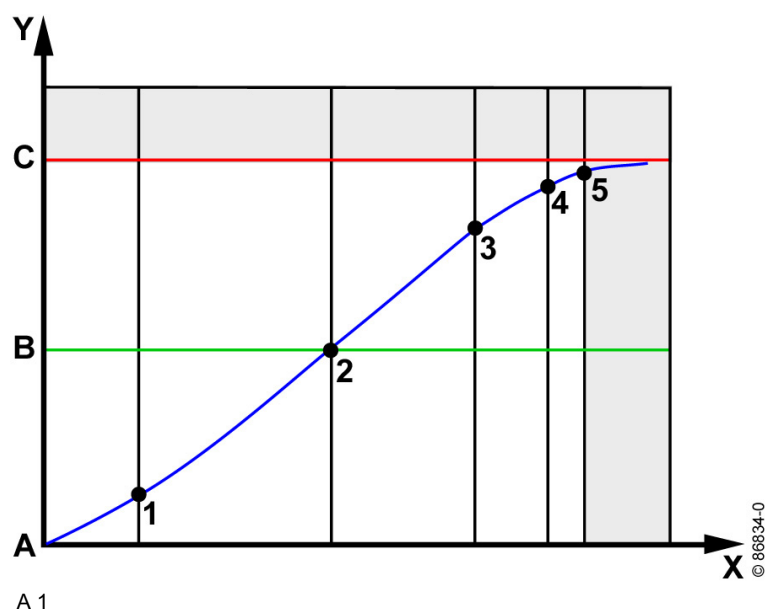
При неизменных условиях эксплуатации необходимо согласовать последующие интервалы анализа смазочного масла и требуемую замену масла между эксплуатирующей организацией и соответствующим сервисным представителем на основе данного технического циркуляра.



2105/23 RU

Периодичность замены масла определяется следующим образом:

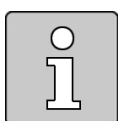
Пример 1:



Ось x:	Временной интервал
Ось y:	Числовое значение результата анализа
A:	Исходное значение
B:	Половина предельного значения
C:	Предельное значение
Положение 1-5:	Дата анализа масла
Положение 5:	Дата следующей замены масла

- Первая заправка масла

- Если значения анализа (позиция 1) намного ниже половины допустимых предельных значений (B), можно удвоить интервал до следующего анализа смазочного масла (позиция 2).
- Если отдельные значения анализа достигают половины допустимого предельного значения (B), следует сократить интервал до следующего анализа (позиция 3).



При приближении к допустимому предельному значению (C) следует вдвое уменьшить интервалы между анализами (позиции 4 и 5).

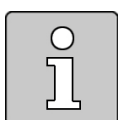
- Вторая и последующие заправки масла

- После первого определения периодичности замены масла при второй заправке первый анализ масла можно сделать через более длительный интервал (положение 3).

2105/23 RU

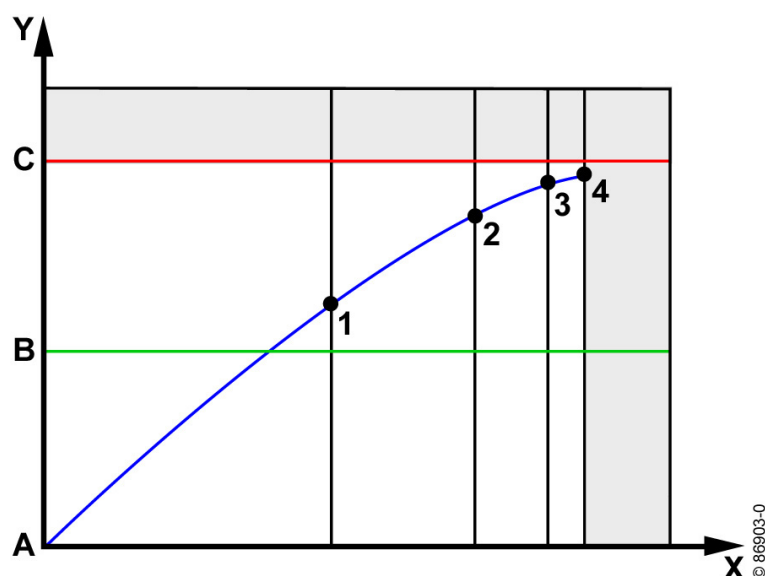


- Если результаты анализа сопоставимы с первой заправкой масла, выполняется еще один анализ (положение 4).
- Если в процессе анализа опять получаются такие же данные, можно устанавливать ту же периодичность замены масла, что и при первой заправке.
- При неизменных условиях эксплуатации можно проводить анализы смазочного масла для последующих доливов смазочного масла с аналогичным интервалом (позиция 4).



В случае если результаты анализа отличаются от предыдущих, периодичность замены масла необходимо определить заново, пока не будут достигнуты повторяющиеся результаты.

Пример 2:



A 2

Ось x:	Временной интервал
Ось y:	Числовое значение результата анализа
A:	Исходное значение
B:	Половина предельного значения
C:	Предельное значение
Положение 1-4:	Дата анализа масла
Положение 4:	Дата следующей замены масла

- Если данные анализа первой пробы масла приближаются к допустимым предельным значениям (положение 1), время эксплуатации до следующего анализа масла необходимо намного сократить (положение 2).
- Если небольшое расстояние до предельных значений подтверждается, период времени между последними анализами необходимо сократить в два раза (положение от 3 до 4).

**2105/23 RU****Интервалы замены смазочного масла для TCG 2016 без увеличенного объема смазочного масла**

Вследствие временной задержки между взятием пробы смазочного масла и получением результата анализа (из-за пересылки по почте и времени обработки) ранее описанный порядок действий лишь относительно применим для TCG 2016 без увеличенного объема смазочного масла.

Чтобы полностью исключить риск превышения предельных значений во время анализа, необходимо применять следующий порядок действий:

- После 100 ч. р.
 - Первое взятие пробы смазочного масла
- При 250 ч. р.
 - Взятие второй пробы смазочного масла, после этого выполнить замену масла

В зависимости от результатов взятия пробы смазочного масла, время замены для последующих интервалов можно постепенно увеличивать на 50 часов эксплуатации, если во время замены не было обнаружено превышения предельных значений.

При превышении предельных значений необходимо уменьшить интервал замены.

2105/23 RU

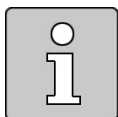


Замена масляного фильтра

При замене масляного фильтра необходимо всегда менять все фильтры.

Замена масляного фильтра необходима:

- через максимум 4000 часов работы, если в графике технического обслуживания не указано иное
- при первой замене смазочного масла после ввода в эксплуатацию
- при первой замене смазочного масла после технического обслуживания согласно уровню поддержания работоспособности E60 и E70 или после ремонтных работ в объеме E60 или E70
- не меньше одного раза в год
- если в смазочном масле было обнаружено SAN (контрольное число сильных кислот), см. предельные значения
- после попадания охлаждающей жидкости в смазочную систему



После попадания охлаждающей жидкости в систему смазки необходимо заменить все фильтрующие элементы вентиляции картера и масляного фильтра тонкой очистки (TCG 2032, TCG 2032B).



2105/23 RU

Пределные значения



Опасность разрушения узлов

Из-за несоблюдения предельных значений

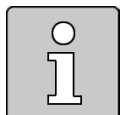
- Если не соблюдено одно из указанных ниже предельных значений, следует немедленно выполнить замену смазочного масла.

Во время эксплуатации

Характеристики	Предельное значение	Метод испытаний
Увеличение вязкости по сравнению с новым продуктом при 100°C	макс. 3 мм ² /с (сСт)	
Вязкость при 100°C	мин. 12 мм ² /с (сСт) макс. 18 мм ² /с (сСт)	DIN 51366, ASTM D445, DIN EN ISO 3104
Содержание воды	макс. 0,2%	DIN 51777, ASTM D1744, DIN ISO 12937
Содержание гликоля	макс. 500 млн-1	DIN 51375, ASTM D4291
Общее щелочное число TBN	мин. 2,0 мг KOH/г	ISO 3771, ASTM D4739
AN	не больше чем TBN	DIN EN 12634, ASTM 664
Число сильных кислот SAN ¹⁾	макс. 0,2 мг KOH/г	ASTM 664
Показатель $i_{pH}^{2)}$	мин. 4,5	ASTM D7946
Окисление ²⁾	макс. 20 A/см	DIN 51453
Нитрование	макс. 20 A/см	DIN 51453
Кремний	макс. 300 мг/кг	DIN 51396, ASTM D5185

¹⁾ Определение числа SAN требуется только для газообразного топлива с низким (Low) качеством газа.

²⁾ Не может использоваться для оценки состояния отработавшего масла для синтетических смазочных масел на основе эфиров.



При превышении каким-либо изнашиваемым металлом допустимого предельного значения уменьшается предельное значение для кремния до макс. 15 мг/кг (DIN 51396, ASTM D 5185).

2105/23 RU

При выводе из эксплуатации

При выводе из эксплуатации вследствие кислотности смазочного масла возможно повреждение деталей, по которым оно подается. Кислотность характеризуется щелочным резервом (TBN, общее щелочное число) и значением pH.

Во избежание ущерба при простое имеющиеся значения не должны быть ниже следующих предельных значений.

Характеристики	Пред. значение	Метод испытаний
Общее щелочное число TBN	мин. 3,5 мг KOH/г	ISO 3771, ASTM D4739
Показатель i-pH	мин. 5,0	ASTM D7946

Если значения анализа выше указанных значений, смазочное масло может оставаться в агрегате во время его простоя, а затем использоваться при последующем вводе в эксплуатацию.

Если значения, полученные при анализе смазочного масла, ниже вышеуказанных предельных значений, следует заменить смазочное масло.

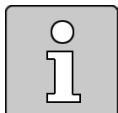
После этого агрегат должен отработать не менее 12 часов.



2105/23 RU

Изнашивающиеся металлы

Данные изнашивающихся металлов помогают оценить двигатель. С их помощью можно заранее определить изменения состояния двигателя.



Для оценки необходимо проследить процесс изменения концентрации каждого отдельного металла износа во времени, с привлечением данных нескольких анализов смазочного масла (анализ тренда).

Решающую роль при этом играет не абсолютное значение, а скорость износа для каждого отдельного значения.

Если износ металла превышает 50 % от указанного ниже значения анализа, необходимо в два раза уменьшить интервалы времени для отбора проб.

Если повышенные показатели износа подтверждаются, необходимо обратиться к уполномоченному партнеру по сервису.

Все измерения производятся согласно DIN 51396 (ICP OES / RFA).

Пример:

Расчет скорости износа

$$v_v = (c_1 - c_2) / (t_1 - t_2)$$

v_v = скорость износа

c_1 = новая концентрация

c_2 = старая концентрация

t_1 = новые часы работы

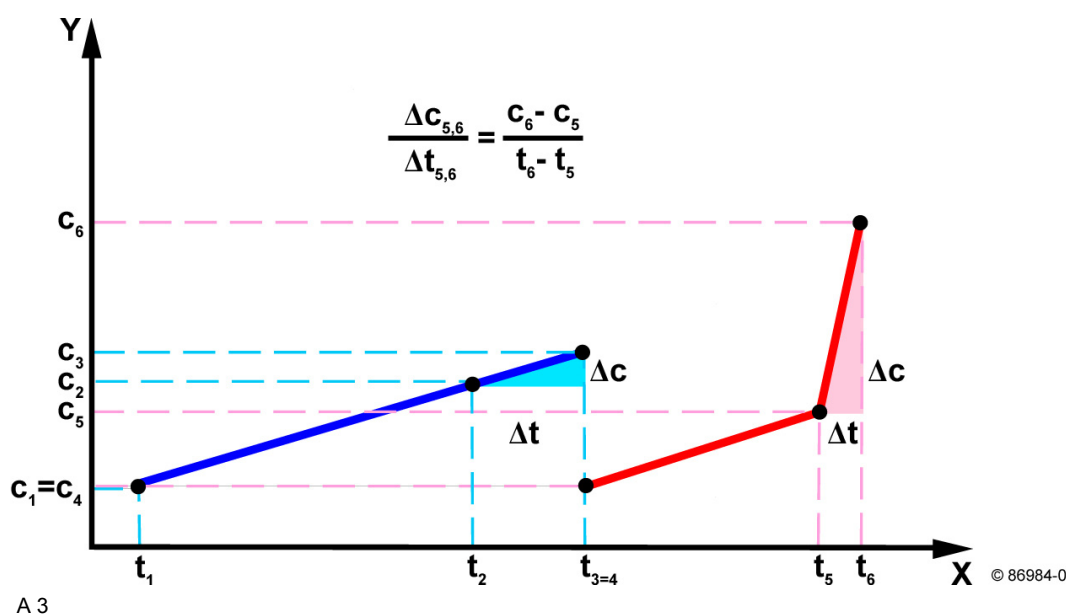
t_2 = старые часы работы

2105/23 RU



Для одного двигателя были проведены анализы шести проб масляной смазки. После третьего анализа масляной смазки $t_{3=4}$ была произведена замена масляной смазки. От предпоследнего анализа масляной смазки t_5 до последнего анализа t_6 концентрация металла износа c_6 возросла значительно сильнее, чем можно было того ожидать на основании предыдущих анализов масляной смазки.

Так как последний прирост ($\Delta c_{5,6} / \Delta t_{5,6}$) превышает 50% предельного значения, период времени до проведения следующего анализа масляной смазки должен быть сокращен вдвое.



Ось x: Временной интервал

Ось y: Числовое значение результата анализа

$t_{3=4}$ Момент времени замены масляной смазки

$c_1=c_4$ Концентрация в новой масляной смазке



2105/23 RU

Предельные значения для скорости износа

TCG 2016

Алюминий	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Хром	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.
Медь	макс. 2,5 мг/кг за 100 ч.р.
Железо	макс. 3,0 мг/кг за 100 ч.р.
Свинец	макс. 2,0 мг/кг за 100 ч.р.
Олово	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.

TCG 3016

Алюминий	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.
Хром	макс. 0,3 мг/кг за 100 ч.р.
Медь	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Железо	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Свинец	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Олово	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.

TCG 2020

Алюминий	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Хром	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.
Медь	макс. 1,5 мг/кг за 100 ч.р.
Железо	макс. 2,0 мг/кг за 100 ч.р.
Свинец	макс. 2,0 мг/кг за 100 ч.р.
Олово	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.

TCG 3020

Алюминий	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.
Хром	макс. 0,3 мг/кг за 100 ч.р.
Медь	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Железо	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Свинец	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Олово	макс. 0,3 мг/кг за 100 ч.р.

TCG 2032 / TCG 2032B

Алюминий	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.
Хром	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.
Медь	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Железо	макс. 2,0 мг/кг за 100 ч.р.
Свинец	макс. 1,0 мг/кг за 100 ч.р.
Олово	макс. 0,5 мг/кг за 100 ч.р.

2105/23 RU



Таблица пересчета

1 мг/кг	1 ppm	0,0001 %
10 мг/кг	10 ppm	0,001 %
100 мг/кг	100 ppm	0,01 %
1000 мг/кг	1000 ppm	0,1 %
10000 мг/кг	10000 ppm	1,0 %



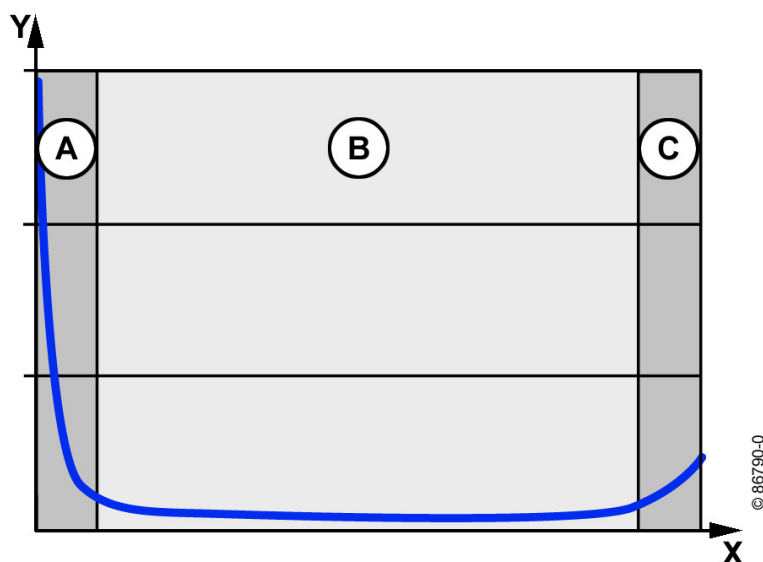
2105/23 RU

Расход масла

Удельный расход масла – это количество масла, расходуемое за единицу времени при определенной мощности.

Расход масла определяется в течение длительного периода при одинаковом режиме непрерывной эксплуатации.

После первых часов работы (период обкатки) расход масла снижается. После этого он должен длительное время оставаться на постоянном низком уровне. После очень большого времени работы износ в двигателе увеличивается, что приводит к увеличению расхода масла.



A 4

Ось x:	Время работы
Ось y:	Расход смазочного масла
Зона A:	Период обкатки
Зона B:	Период работы
Зона C:	Период возрастания расхода масла из-за увеличения износа материала

2105/23 RU



Интерпретация показателей анализа масла

Вязкость

Единица: $\text{мм}^2/\text{с}$

Вязкость обозначает текучесть масла (сопротивление смещению двух соседних слоев, внутреннее трение). Вязкость зависит от температуры.

Увеличение вязкости происходит из-за:

- старения / окисления
- сажи / твердых механических примесей
- испарения легкокипящих компонентов

Общее щелочное число (TBN)

Единица: мг KOH/г

TBN обозначает щелочной резерв масла и характеризует способность химической нейтрализации.

Это обязательное свойство масла для контроля коррозионного износа.

При использовании масла щелочной резерв снижается, взаимодействуя с кислотами. Кислоты являются продуктами процесса сгорания, а также старения / окисления масла и нитрации.

При эксплуатации с кислотообразующими газами (в частности со свалочными газами, газами, полученными в процессе очистки сточных вод, и биогазами) необходимо учитывать быстрое снижение TBN.

Кислотное число (AN, раньше TAN) или число нейтрализации (Nz)

Единица: мг KOH/г

Метод регистрирует сильные и слабые кислоты. При этом сильные кислоты регистрируются отдельно как число сильной кислотности (SAN). Присадки в масле влияют на величину AN, которая в новых маслах составляет от 0,5 до 2 мг KOH/г.

В процессе окисления и нитрации могут образовываться слабые органические кислоты. Щелочные свойства масла нейтрализуют их только частично. Если масло имеет достаточный щелочной резерв, AN регистрирует только слабые органические кислоты.

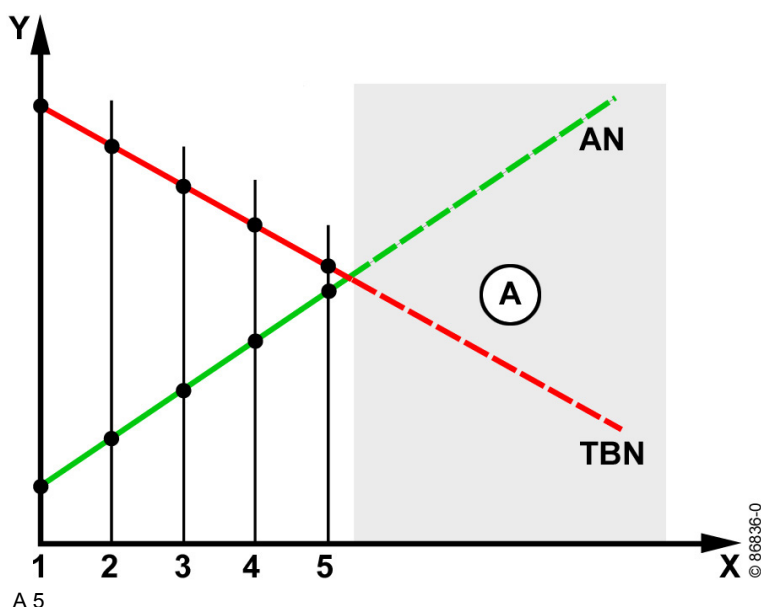
Между увеличением AN, старением и нитрацией масла существует приблизительное соотношение.



2105/23 RU

Разъяснение взаимосвязи между TBN и AN

Когда TBN снижается, AN повышается. Так как согласно списку предельных значений AN всегда должно быть меньше TBN, эксплуатация двигателя в зоне А не допускается.



Ось x:	Время работы
Ось y:	Числовое значение результата анализа
Зона А:	Недопустимое время работы
Положение 1-5:	Дата анализа масла
Положение 5:	Дата следующей замены масла

Число сильных кислот (SAN)

Единица измерения: мг КОН/г

Данный метод учитывает только сильные кислоты (например, серная кислота). При обнаружении числа SAN существует риск коррозии. Определение числа SAN требуется только для газообразного топлива с низким (Low) качеством газа.

Старение / окисление

Единица: А/см

Старение / окисление возникает из-за взаимодействия молекул базового масла и присадок с кислородом, которое приводит к увеличению вязкости и кислотного числа. Могут возникать лакообразование на деталях и отложения шлама. Продукты окисления могут образовывать органические кислоты, которые приводят к коррозии даже при наличии щелочного резерва масла.

Измеряется экстинкция при волновом числе 1710 см^{-1} в инфракрасном световом спектре, при этом регистрируются образовавшиеся при окислении карбонильные соединения.

2105/23 RU



Нитрация

Единица: А/см

Нитрация возникает из-за взаимодействия молекул базового масла и присадок с оксидами азота. Ее воздействие сравнимо с влиянием старения / окисления. Оно приводит к изменению показателей масла. Однако опасность возникновения коррозионных продуктов выше. При сильной нитрации, как правило, сильно снижается щелочной резерв.

Измеряется экстинкция при волновом числе 1630 см^{-1} в инфракрасном световом спектре.

i-pH

Единица: нет

Метод используется для определения значения pH масла. Результат измерения указывается в безразмерных единицах значения pH. Перекисление масла приводит к коррозионному износу.

Вода

Единица: массовый %

Наличие воды в смазочном масле всегда ведет к образованию эмульсии, что приводит к увеличению износа и коррозии.

Наличие воды повышает вязкость смазочного масла.

Возможные причины:

- Утечки в охлаждающей системе
- Образование конденсата в смазочной системе вследствие частых запусков или аварийных выключений
- Ненадлежащее хранение смазочного масла
- Недостаточная вентиляция картера или бака смазочного масла
- Проникновение дождевой воды через выхлопную систему

Гликоль

Единица: части на миллион

Взаимодействуя с присадками в масле, гликоль приводит к шламообразованию и засорению фильтра.

Гликоль несовместим с минеральным маслом.

Возможные причины:

- Негерметичность охлаждающей системы
- Загрязнение маслом на полигликолевой основе



2105/23 RU

Интерпретация элементов анализа масла

Кремний

Единица: мг/кг

Возможный источник:

- Компонент в антивспенивающих присадках
- Пыль из всасываемого воздуха
 - приводит даже в минимальных количествах к абразивному (шлифующему) износу.
- Соединения из горючих газов (например, свалочных, газов, полученных в процессе очистки сточных вод, и биогазов)
 - Загрязнение масла кремнием косвенно указывает на загрязнение кремнием горючего газа.

Натрий

Единица: мг/кг

Типичный элемент присадок для антикоррозионной защиты в охлаждающей жидкости. Сильное увеличение содержания натрия в масле свидетельствует о загрязнении охлаждающей жидкости. При дальнейшей эксплуатации двигателя необходимо постоянно контролировать возможность утечки охлаждающей жидкости.

Во многих случаях, несмотря на большие показатели натрия и связанное с этим загрязнение, вода в масле не обнаруживается, потому что она испаряется из-за температуры масла во время работы двигателя.

Алюминий

Единица: мг/кг

Типичный изнашивающийся элемент, например, поршней и подшипников скольжения.

Алюминий может также содержаться в составе загрязненного всасываемого воздуха.

Железо

Единица: мг/кг

Типичный изнашивающийся элемент цилиндрических гильз, кулачков / толкателей, цапф вала, поршневых колец и шестерен.

2105/23 RU



Хром

Единица: мг/кг

Типичный изнашивающийся элемент поршневых колец, стержней клапана, кулачков / толкателей, а также других высоколегированных деталей двигателя.

Медь

Единица: мг/кг

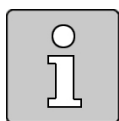
Типичный изнашивающийся элемент подшипников, а также продукт коррозии масляных радиаторов и маслопроводов.

Медь также входит в состав различных монтажных паст.

Свинец

Единица: мг/кг

Стандартный изнашиваемый элемент подшипников скольжения, а также припой из радиаторов и магистралей смазочного масла.



Причиной быстрого изменения скорости износа свинца и меди зачастую является коррозионный износ (учитывать предельное значение для значения i-pH).

Олово

Единица: мг/кг

Типичный изнашивающийся элемент подшипников скольжения.

Молибден

Единица: мг/кг

Может быть составной частью присадок к смазочному маслу, а также к различным монтажным пастам.

Также используется в качестве покрытия ходовых поверхностей в подшипниках скольжения.

Интерпретация дополнительно анализируемых элементов анализа масла

Калий и бор

Единица: мг/кг

Типичные элементы присадок для антикоррозионной защиты в охлаждающей жидкости. Их увеличение в масле свидетельствует о загрязнении охлаждающей жидкостью.

Бор также является типичным элементом часто используемых масляных присадок.

Кальций, цинк, фосфор, сера

Единица: мг/кг

Типичные элементы масляных присадок.

Сера также входит в состав масла и горючих газов.



2105/23 RU

Служебная информация

Этот документ создан в электронном виде и действителен без подписи.

Настоящий документ является переводом оригинальной немецкой версии. Все иноязычные версии основаны на немецком оригинале.