

Service Bulletin Number	Date
4960819 -07	14-апрель-2009
Design Application	Market Application
All	All



Service Bulletin

Рекомендации фирмы Камминз по применению и анализу моторных масел

Введение 2

Раздел 1. Рекомендации по применению масел для дизельных двигателей 2

Двигатели с системой рециркуляции отработавших газов и их очисткой 3

Двигатели с системой рециркуляции отработавших газов, но без их очистки 3

Двигатели без системы рециркуляции отработавших газов 3

Минимальные требования 3

Рекомендуемые фирмой Камминз марки вязкости масла по SAE 3

Синтетические масла 4

Регенерированные масла 4

Трибо-модификаторы 4

Обкаточные масла 4

Периодичность замены масла 4

Сезонные масла 4

Внеклассификационные масла 4

Раздел 2. Рекомендации по применению масел для двигателей, работающих на природном газе 5

Раздел 3. Функции моторного масла 5

Смазка 5

Контроль износа от воздействия избыточного давления 5

Очистка 5

Защита 6

Охлаждение 6

Герметизация 6

Демпфирование толчков 6

Гидравлический эффект 6
Присадки к маслу 6

Раздел 4. Вязкость 6

Вязкость масла и эффективность работы двигателя 6
Рекомендации по вязкости масла 7

Раздел 5. Классификация масел 7

Технические стандарты фирмы Камминз (CES) 7
Дополнительные трибо-модификаторы и прочие присадки 7

Раздел 6. Загрязнение масла 7

Загрязнители масла 7

Раздел 7. Фильтрация масла 8

Конструкция, назначение и работа масляного фильтра 8
Засорение фильтра 8

Раздел 8. Периодичность замены масла 9

Критерии определения сроков замены масла 9
Система Sentinel® постоянной подпитки свежим маслом 9

Раздел 9. Анализ отработанного масла 9

Взятие проб масла 9
Проверка масла на загрязнение 10

Приложение А - Использование результатов анализа отработанного масла 10

Проверки масла на загрязнение 11
Определение периодов эксплуатации и техобслуживания 11

Введение

Настоящий Сервисный бюллетень содержит рекомендации по применению и обслуживанию моторного масла для двигателей Cummins®. Назначение настоящего Сервисного бюллетеня состоит в обновлении и упрощении рекомендаций и инструкций фирмы Камминз для конечного пользователя.

Фирма Камминз рекомендует использовать высококачественное моторное масло типа Valvoline Premium Blue®, Valvoline Premium Blue Extreme Life® или аналогичное им, а также высококачественные фильтры типа Fleetguard® или их аналоги.

Рекомендации фирмы Камминз по замене масла базируются на системы классификации масел и продолжительности рабочего цикла. Соблюдение установленных требований по замене масла и

фильтров является необходимым условием сохранения работоспособности двигателя. Для получения подробных инструкций по определению периодичности замены масла в конкретном двигателе см. соответствующее Руководство по эксплуатации и техобслуживанию.

РАЗДЕЛ 1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАСЕЛ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ВНИМАНИЕ

Использование масла CES 20081 в двигателях внедорожников, работающих на топливе с высоким содержанием серы, может привести к серьезным повреждениям двигателя, если **не** будут соблюдаться рекомендации по сливу масла и соответствующие интервалы. См. таблицу 3, в которой представлены совместимые сочетания топлива и масла.

ВНИМАНИЕ

Несоблюдение требований по периодичности замены масла и рекомендаций, изложенных в настоящем Сервисном бюллетене и Руководстве по эксплуатации и техобслуживанию двигателя, может привести к серьезным повреждениям двигателя, на которые гарантия, возможно, **не** распространяется.

Фирма Камминз разработала ряд Технических стандартов (CES), которые определяют уровни качества моторных масел, которые **следует** использовать в различных двигателях. Кроме того, фирма Камминз тесно взаимодействует с Ассоциацией производителей двигателей (ЕМА) и многочисленными техническими и коммерческими организациями во всем мире, отвечающими за качество смазочных материалов, в деле разработки промышленных стандартов, отвечающих ее требованиям. В таблице 1 приводятся Технические стандарты фирмы Камминз и системы классификации масел, принятые в Северной Америке и на международном уровне, которые наиболее точно отвечают их требованиям.

Таблица 1. Технические стандарты фирмы Камминз (CES) на смазочные материалы:

CES	Область применения	Классификация Северной Америки	Международная классификация ²
20081	Двигатели большой и средней мощности с системой очистки отработавших газов, работающие на дизельном топливе с содержанием серы до 15 промилле	API-4 CJ-4	
20078	Двигатели большой и средней мощности с системой рециркуляции отработавших газов	API ¹ CI-4	
20077	Масло высшего качества для двигателей большой мощности, работающих в сложных		См. примечание 7

	условия за пределами Северной Америки без системы рециркуляции отработавших газов		
20076	Масло высшего качества для двигателей большой мощности, работающих в сложных условиях в Северной Америке без системы рециркуляции отработавших газов	См. примечание 6	
20075	Масло минимально допустимого качества для двигателей средней мощности без системы рециркуляции отработавших газов, работающих за пределами Северной Америки	API ¹ CF-4/SG	ACEA ³ E-2 / E-3 JAMA ⁴ DH-1
20072	Стандартное масло для двигателей без системы рециркуляции отработавших газов, работающих по всему миру	API ¹ CH-4	Global DHD-1 ² ACEA ³ E-5
20071	Стандартное масло для двигателей без системы рециркуляции отработавших газов, работающих по всему миру	API ¹ CH-4 API ¹ CH-4/SJ	Global DHD-1 ²
	Категории, которые не рекомендованы. ⁵ Использовать НЕ следует	API ¹ CA CB CC CD CE CG-4	ACEA ³ E-1

¹ Американский нефтяной институт.

² Разработанные EMA, ACEA и JAMA.

³ ACEA = Ассоциация европейских производителей автомобилей.

⁴ JAMA = Ассоциация производителей автомобилей Японии.

⁵ Использование масел **только** этих марок чревато излишним риском повреждения двигателей, которые рассчитаны на использование более качественных масел, даже при значительном сокращении периодичности замены масла.

⁶ Технические условия CES 20076 добавляют к категории масла API CH-4 требование на соответствие результатам 300-часовых испытаний двигателя Cummins M11.

⁷ Технические условия CES 20077 добавляют к категории масла ACEA E-5 требование на соответствие результатам 300-часовых испытаний.

Двигатели с системой рециркуляции отработавших газов и их очисткой

Двигатели, использующие систему рециркуляции отработавших газов и их очистку, **должны** работать на дизельном топливе с сверхнизким содержанием серы (15 промилле). Использование масел, отвечающих требованиям стандарта CES-20081, обеспечит максимально продолжительные интервалы техобслуживания системы очистки отработавших газов. Рекомендации относительно периодичности слива масла и обслуживания системы смазки приводятся в Руководстве по

эксплуатации и техобслуживанию для конкретной модели двигателя и рабочего цикла.

Двигатели с системой рециркуляции отработавших газов, но без их очистки

Двигатели, снабженные системой рециркуляции отработавших газов, могут использовать смазывающие материалы, отвечающие техническим условиям CES 20078 (API CI-4). Рекомендации относительно периодичности слива масла приводятся в Руководстве по эксплуатации и техобслуживанию для конкретной модели двигателя и рабочего цикла. Технические условия CES 20081 (API Cj-4) применимы и в тех случаях, когда используется топливо с содержанием серы на уровне 15 промилле.

Если масла, отвечающие требованиям технических условий CES 20078, **не** могут быть применены, в двигателях, оснащенных системой рециркуляции отработавших газов, допускается использование масел, соответствующих техническим условиям CES 20071, 20072, 20076 или 20077, при более частой его замене. Более подробные сведения приводятся в Руководстве по эксплуатации и техобслуживания конкретной модели двигателя с учетом особенностей его эксплуатации.

Двигатели без системы рециркуляции отработавших газов

Масла, отвечающие требованиям технических условий CES 20078 (API CI-4), совместимы с маслами CES 20071, 20072, 20075, 20076, 20077 и могут использоваться там, где рекомендованы эти масла. Там, где это возможно, масла, отвечающие требованиям технических условий CES 20071, 20072, 20075, 20076, 20077, могут также использоваться в двигателях без системы рециркуляции отработавших газов, что отражено в таблице 1 выше.

За пределами Северной Америки, где масла, отвечающие требованиям технических условий CES 20076 или CES 20077 могут быть **не** доступны, фирма Камминз рекомендует в первую очередь применять масло, отвечающее техническим условиям Global DHD-1, совместно разработанным EMA, ACEA и JAMA.

Ответственность за качество и характеристики масел несут их поставщики.

Фирма Камминз рекомендует использовать моторное масло с номинальным содержанием золы в 0,8 - 1,5% по массе. Масла с содержанием золы, превышающим 1,5% по массе, могут использоваться в тех случаях, когда содержание серы в топливе превышает 0,5% по массе. Ограничение содержания золы важно для предотвращения образования отложений на клапанах и поршнях. См. Типы топлива для двигателей фирмы Камминз, Бюллетень № [3379001](#) для получения дополнительной информации о содержании серы в топливе.

Значения, содержащиеся в таблице ниже, приводятся **только** для справки. В зависимости от конкретной ситуации они могут изменяться.

Совместимость масел CES 20078 и CES 20081 с топливом, содержащим серу в количестве 500 и 15 промилле		
Тип топлива	Тип масла	
	CES 20078 (CI-4)	CES 20081 (CJ-4)
Топливо с содержанием серы 350 - 500		Нет или уменьшенный интервал замены

промилле	Да	масла
Топливо с содержанием серы 15 промилле	Да	Да

Минимальные требования

В двигателях для тяжелых условий эксплуатации (L, M, N, ISX и Signature) и двигателях высокой мощности (серий QSK и QST) допускается использование масел API CF-4, но периодичность замены масла при этом **должна** быть снижена до 250 моточасов / 15.000 км (10.000 миль).

В двигателях среднего класса (серий B, ISB, C и ISC) допускается использование масла, отвечающего техническим условиям CES 20075, но периодичность замены масла при этом **должна** быть снижена до 250 моточасов / 15.000 км (10.000 миль).

Рекомендуемые фирмой Камминз марки вязкости масла по SAE

Для нормальных условий эксплуатации при температурах окружающей среды свыше -15°C [5°F] фирма Камминз рекомендует в первую очередь использовать всесезонное масло 15W40. Использование всесезонного масла уменьшает образование отложений, облегчает проворачивание двигателя при низких температурах и увеличивает срок службы двигателя за счет обеспечения необходимой смазки при высоких температурах. Поскольку при использовании всесезонных масел расход масла снижается примерно на 30% по сравнению с сезонными маслами, важно использовать всесезонные масла, зная, что двигатель при этом будет гарантированно отвечать действующим требованиям по уровню выбросов. Предпочтительной маркой по вязкости масла является 15W40, а в холодных климатических условиях могут использоваться всесезонные масла с более низкой вязкостью. См. рис. 1. Рекомендуемые марки вязкости масла по SAE в зависимости от температуры окружающей среды.

Масла, отвечающие техническим условиям API CI-4 и CJ-4, а также марке вязкости 10W30, **должны** иметь вязкость при высокой температуре / высокой скорости сдвига не ниже 3,5 сСт и соответствовать требованиям по износу колец / гильз согласно испытаниям фирмы Камминз и компании Маск. Это означает, что они могут применяться в более широком диапазоне температур, чем масла 10W30, отвечающие прежним классификационным требованиям API. Поскольку эти масла рассчитаны на работу в условиях более тонкой масляной пленки, чем масла 15W40, то высококачественные фильтры Fleetguard® **следует** использовать при температурах свыше 20°C [70°F]. Некоторые поставщики масел другой раз заявляют о повышенной экономии топлива при применении этих масел. Фирма Камминз не намерена ни рекомендовать, ни запрещать применение любого продукта, который был изготовлен **не** фирмой Камминз. Такие заявления относятся к сфере взаимоотношений между заказчиком и поставщиком масла. Следует получить от поставщика масла подтверждение того, что масло будет обеспечивать нормальную работу двигателей Камминз, или **не** применять масло.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Обозначение SAE 10W30 на продукте говорит только о вязкости масла. Это обозначение, само по себе, не подразумевает, что продукт отвечает

требованиям фирмы Камминз. При пониженных температурах окружающей среды, указанных на рис. 1, в двигателях фирмы Камминз можно использовать только приведенные в таблице 1 масла 10W30, предназначенные для работы в дизельных двигателях. В диапазоне температур окружающего воздуха, характерных для масел 15W40, могут использоваться только те масла 10W30, которые отвечают требованиям технических условий CES 20078 (API CI-4) и CES 20081 (API CJ-4).

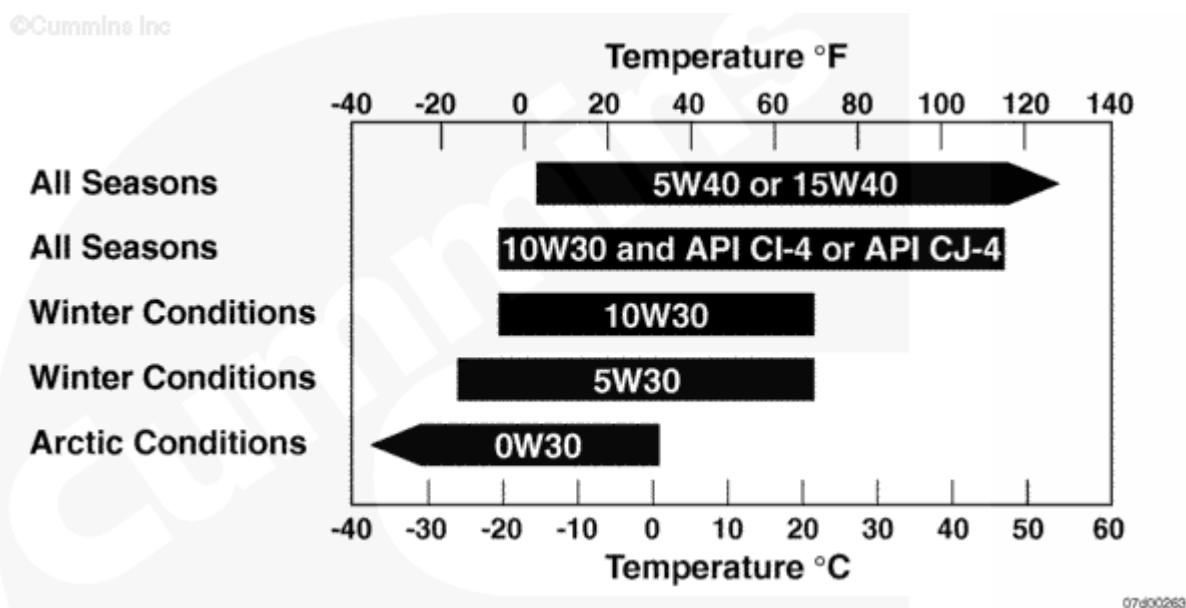


Рис. 1. Рекомендуемые марки вязкости масла по SAE в зависимости от температуры окружающей среды

Синтетические масла

Использование "синтетических моторных масел" (изготовленных с применением базовых масел группы 3 или 4 по API) разрешается при условии соблюдения тех же ограничений по рабочим характеристикам и вязкости, что и для моторных масел на нефтяной (минеральной) основе. Точно такие же интервалы замены масла **должны** применяться для синтетических масел, что и для моторных масел на нефтяной (минеральной) основе.

Регенерированные масла

Регенерированные масла могут использоваться в двигателях Камминз, если они имеют сертификат API, указывающий, что они прошли проверку и отвечают минимальным требованиям по качеству соответствующего уровня. Важно иметь свидетельства того, что эти масла были на самом деле регенерированы, а **не** просто восстановлены. Регенерированные масла проходят обработку для удаления присадок и продуктов износа, очищаются и вновь снабжаются присадками.

Трибо-модификаторы

В дизельных двигателях Камминз **не** следует использовать масла, содержащие дополнительные трибо-модификаторы, если поставщик масла не может представить свидетельства приемлемых показателей масла при использовании в двигателях Камминз. Следует получить от поставщика подтверждение необходимого качества масла или **не** применять масло.

Обкаточные масла

Специальные "обкаточные" масла **не** рекомендуется использовать в новых или отремонтированных двигателях Камминз. Используйте то же масло, которое принято использовать при нормальной эксплуатации двигателя.

Периодичность замены масла

Сроки замены масла и фильтров **должны** соблюдаться для каждой конкретной модели двигателя Камминз. В случае превышения этих сроков возможно резкое возрастание износа деталей и вероятности повреждения двигателя. Для определения периодичности замены масла в двигателе см. Руководстве по эксплуатации и техобслуживанию соответствующего двигателя.

Сезонные масла

Использование сезонных масел может сказаться на контроле системы смазки двигателя. При использовании сезонных масел возможно сокращение интервалов замены масла, необходимость в чем определяется в ходе тщательного контроля за его состоянием с помощью плановых отборов проб масла.

Внеклассификационные масла

В некоторых странах использование масел, отвечающих текущим требованиям классификаций Global DHD-1 или API, ACEA или JAMA, **не** представляется возможным. При использовании внеклассификационных масел может потребоваться консультация специалистов. Пригодность масла и периодичность его обслуживания могут определяться в ходе тщательного контроля за его состоянием с помощью плановых отборов проб масла.

РАЗДЕЛ 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАСЕЛ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Применение качественных моторных масел в сочетании с соблюдением надлежащих сроков слива масла и замены фильтров является важнейшим условием обеспечения эффективной и продолжительной работы двигателя.

Фирма Камминз рекомендует использовать для двигателей, работающих на природном газе и пропане, высококачественные моторные масла SAE 15W40 и SAE 40. Конкретная категория рекомендуемого масла зависит от конструкции двигателя, работающего на природном газе, как показано ниже.

Требования для двигателей, использующих прямой впрыск газа при высоком давлении:

CES 20078 или CES 20076 (API CI-4 или API CH-4) на территории Северной Америки
CES 20077 (Global DHD-1 или ACEA E-5) за пределами Северной Америки
Вязкость масла SAE 15W40.

Требования для двигателей серий L10G* и QSK19G, K19G, G19, G38, G50, G28, G855, G14, работающих на природном газе:

Вязкость SAE 15W40

Содержание сульфатного зольного остатка - меньше 0,6%

Щелочное число (ASTM D4739) - мин. 5,0

Фосфор - 250 / 350 промилле

Цинк - 250 / 350 промилле

Кальций - 1200 промилле

Требования для двигателей серий B*, C*, G5.9, G8.3, L Gas Plus и ISL G, работающих на природном газе:

CES 20074

Вязкость SAE 15W40

Содержание сульфатного зольного остатка - меньше 0,6%

Щелочное число (ASTM D4739) - мин. 5,0

Фосфор - 600 / 800 промилле

Цинк - 600 / 850 промилле

Кальций - 1200 промилле

Требования для двигателей серий QSK45G, QSK60G, QSV81G и QSV91G, работающих на природном газе:

Используйте высококачественное моторное масло SAE40 CNG типа Valvoline® GEO LA.

Для получения перечня утвержденных для использования масел обращайтесь в компанию Cummins Energy Solutions Business.

Для получения информации о порядке анализа масла и сроках его замены см. Руководство по эксплуатации и техобслуживанию двигателя или обратитесь к местному дистрибьютору.

* Предельный уровень содержания сульфатного зольного остатка в 0,6% применяется ко всем моторным маслам, рекомендуемым для применения в двигателях фирмы Камминз серий B, C и L10, работающих на природном газе. Более высокое содержание сульфатного зольного остатка может стать причиной повреждения клапанов и/или поршней, загрязнения свечей и привести к ухудшению качества каталитического нейтрализатора.

РАЗДЕЛ 3. ФУНКЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА

Приводимая ниже информация носит общий характер. Чтобы моторное масло можно было считать пригодным для использования, оно **должно** выполнять следующие функции:

Смазка

Основное назначение моторного масла - смазывать подвижные детали двигателя. Масло создает гидродинамическую пленку между металлическими поверхностями, исключая их контакт и снижая трение. Если масляная пленка оказывается **не** столь достаточной, чтобы предотвратить контакт между металлическими поверхностями, возможны следующие последствия:

- Выделение тепла в результате трения
- Появление точек приваривания
- Перенос металла приводит к образованию задиров или прихватований

Контроль износа от воздействия избыточного давления

Современные смазочные материалы содержат противоизносные присадки, противостоящие воздействию избыточного давления (EP). Под воздействием высоких давлений эти присадки образуют на металлических поверхностях химически связанную молекулярную пленку, предотвращающую их прямой контакт и износ, когда нагрузка на детали становится настолько большой, что удаляет гидродинамическую масляную пленку.

Очистка

Масло в двигателе действует как чистящее средство, смывающее загрязнения с важных его деталей. Образование на поршнях, кольцах, клапанных штоках и уплотнениях отложений, налета и оксидной пленки может привести к серьезным повреждениям двигателя, если **не** следить за состоянием масла. Масло, содержащее оптимально подобранные присадки, удерживает эти загрязнения во взвешенном состоянии до тех пор, пока они не будут удалены системой фильтрации масла или во время замены масла.

Защита

Масло создает защитный барьер, изолирующий металлические детали, подверженные коррозии. Коррозия, как и износ, приводит к удалению частиц металла из деталей двигателя. Коррозия действует как механизм вялотекущего износа.

Охлаждение

Двигатели нуждаются в охлаждении внутренних компонентов, которые основная система охлаждения **не** может обслужить. Смазочное масло создает отличную среду для переноса тепла. Тепло переносится в масло в ходе контакта с различными компонентами, а затем в маслоохладителе передается в основную систему охлаждения.

Герметизация

Масло действует как уплотнение камеры сгорания, заполняя неровности поверхностей гильзы цилиндра, поршня, клапанного штока и прочих внутренних деталей двигателя.

Демпфирование толчков

Масляная пленка между соприкасающимися поверхностями создает пружинящее действие и обеспечивает демпфирование толчков. Эффект демпфирования существенно важен для таких деталей, испытывающих большие нагрузки, как подшипники, поршни, штоки и механизм газораспределения.

Гидравлический эффект

Масло действует как рабочая гидравлическая среда внутри двигателя. Примерами подобного использования масла может служить работа моторного тормоза и толкателей форсунок системы

ступенчатого регулирования момента впрыска (STC).

Присадки к маслу

В состав смазочного масла входят присадки, предназначенные для устранения конкретных загрязнений (перечисленных в разделе 6) в течение всего срока службы масла. Используемые присадки оказывают на конечную эффективность двигателя более значительное влияние, чем само масло. Без присадок даже самое высококачественное масло **не** сможет удовлетворить требования двигателя. Присадки включают

1. очищающие вещества или дисперсанты, которые удерживают нерастворимые частицы во взвешенном состоянии, пока масло не будет заменено. Эти взвешенные частицы **не** удаляются системой фильтрации масла. Слишком продолжительные интервалы замены масла приводят к образованию отложений в двигателе.
2. Ингибиторы, которые поддерживают масло в устойчивом состоянии, не допускают воздействия кислот на металлические поверхности и препятствуют образованию ржавчины на них, когда двигатель находится в **нерабочем** состоянии.
3. Прочие присадки к смазочному маслу способствуют более качественной смазке деталей двигателя, подвергающихся повышенным нагрузкам (например, клапанов и форсунок), предотвращают образование задиров и прихватываний, контролируют пенообразование и не допускают удерживания воздуха в масле.

Моторное масло **должно** изготавливаться таким образом, чтобы **не** пениться во время механического перемешивания, сопровождающего выполнение маслом многих его функций. Вспенивание масла вызывает такие же повреждения двигателя, как и истощение масла, поскольку в обоих случаях не удается образовать достаточно надежную защитную масляную пленку.

РАЗДЕЛ 4. ВЯЗКОСТЬ

Вязкость - это мера сопротивления протекающему потоку, когда один слой молекул масла перемещается относительно смежного слоя. Это сопротивление порождается трением, которое вызывается молекулами масла во время их перемещения относительно друг друга. Подобный сдвигающий эффект в масляных пленках, смазывающих все подвижные детали двигателя, наблюдается постоянно.

Вязкостные характеристики любых жидкостей зависят от температуры. Вязкость всесезонных масел менее чувствительна к температурным изменениям благодаря наличию в их составе улучшителей вязкости. Вязкость всесезонных масел зависит к тому же от их коэффициента сдвига или от относительной скорости их подвижных частей. Чем ниже значение относительной скорости, тем выше эффективная вязкость большинства всесезонных масел.

Большая часть износа, испытываемого обычно двигателем, возникает в некоторых случаях при начальном запуске двигателя, прежде чем масло успеет завершить полный круг циркуляции. Правильное по составу всесезонное масло является идеальной смазкой для двигателей Камминз. Относительно маловязкое масло пригодно для быстрой смазки двигателя и облегчения его запуска.

Вязкость масла и эффективность работы двигателя

Выбор масла с правильной вязкостью имеет важнейшее значение для оптимальной производительности двигателя и максимального срока его службы. Если масло слишком вязкое,

внутреннее сопротивление двигателя возрастает со следующими последствиями:

- Пуск двигателя затрудняется
- Выходная мощность двигателя снижается
- Охлаждение двигателя ухудшается
- Внутренний износ двигателя увеличивается
- Узлы двигателя работают с перегревом
- Расход топлива возрастает

Если вязкость масла слишком низкая, двигатель испытывает:

- Повышенный износ из-за контакта металлических поверхностей
- Повышенный расход и утечки масла
- Повышенный шум двигателя

Некоторые поставщики масел могут заявлять о сокращении расхода топлива при применении этих масел. Пониженная вязкость масла приводит к уменьшению толщины масляной пленки. Поэтому фирма Камминз потребовала, чтобы все всесезонные масла с весовым показателем 30 (xW30), попадающие под технические условия CES 20078 (API CI-4), **должны** иметь вязкость при высокой температуре / высокой скорости сдвига не ниже 3,5 сСт. Такие масла могут использоваться в более широком температурном диапазоне, чем масла 10W30 или 5W30. Поскольку эти масла рассчитаны на работу в условиях более тонкой масляной пленки, чем масла 15W40, то высококачественные фильтры Fleetguard® **следует** использовать при температурах свыше 20°C [70°F]. См. рис. 1, на котором представлены рекомендации по вязкости масла.

Поскольку фирма Камминз не намерена ни рекомендовать, ни запрещать применение любого продукта, который был изготовлен **не** фирмой Камминз, подобные заявления относятся к сфере взаимоотношений между заказчиком и поставщиком масла. Следует получить от поставщика масла подтверждение того, что масло будет обеспечивать нормальную работу двигателей Камминз, или **не** применять масло.

Рекомендации по вязкости масла

Фирма Камминз рекомендует использовать всесезонные смазочные масла со значениями вязкости, представленными на рис. 1 для указанных температур окружающей среды. На рисунке представлены **только** предпочитаемые сорта масла.

Если вместо всесезонных масел приходится использовать сезонные масла там, где всесезонные масла на текущий момент **не** доступны, может потребоваться сокращение интервалов замены масла, необходимость в чем определяется в ходе тщательного контроля за его состоянием с помощью плановых отборов проб масла. Использование сезонных масел может сказаться на контроле системы смазки двигателя.

РАЗДЕЛ 5. КЛАССИФИКАЦИЯ МАСЕЛ

Технические стандарты фирмы Камминз (CES)

Фирма Камминз разработала ряд Технических стандартов (CES), которые определяют уровни качества моторных масел, которые **следует** использовать в различных двигателях. Документы CES являются основополагающими инструментами при оценке эксплуатационных качеств смазки для

двигателей Камминз. Кроме того, фирма Камминз тесно взаимодействует с Ассоциацией производителей двигателей (ЕМА) и многочисленными техническими и коммерческими организациями во всем мире, отвечающими за качество смазочных материалов. Рекомендации по применению высококачественного моторного масла, содержащиеся в стандарте Global DHD-1, позволяют пользователям в любой точке мира сознательно подходить к выбору масел.

Таблица 1 в разделе 1 содержит Технические стандарты фирмы Камминз, пригодные для любых двигателей Камминз, а также системы классификации масел, принятые в Северной Америке и на международном уровне, которые наиболее точно отвечают их требованиям.

Дополнительные трибо-модификаторы и прочие присадки

Добавление дополнительных присадок может нарушить равновесие в жидкости, установленное разработчиком состава масла.

Фирма Камминз не намерена ни рекомендовать, ни запрещать применение любых присадок, которые были изготовлены или проданы **не** фирмой Камминз или ее филиалами. Отказы двигателя или проблемы с его рабочими характеристиками, возникшие по причине использования подобных присадок, **не** покрываются гарантией фирмы Камминз.

РАЗДЕЛ 6. ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАСЛА

Моторное масло **следует** заменять непосредственно перед тем, как оно перестанет нормально выполнять предписанные для него функции внутри двигателя. Формально, масло **не** изнашивается, но оно становится загрязненным. Концентрация присадок снижается настолько, что смесь масла с присадками уже не может надежно защищать двигатель. Постепенное загрязнение масла между его заменами считается нормальным процессом, при этом его скорость может изменяться в зависимости от режима эксплуатации двигателя и его нагрузки.

Загрязнители масла

При нормальной работе дизельного двигателя в смазочное масло попадают самые различные загрязнения.

1. Побочные продукты сгорания
Протекающие отработавшие газы (картерные газы) проходят мимо поршневых колец, клапанных направляющих и уплотнений турбонагнетателя, попадая в картер. Эти газы содержат частицы углерода, воды, кислот, частично сгоревшего топлива, нагара и отложений. Все эти частицы загрязняют масло.
2. Кислоты, нагар и отложения:
Когда смазочное масло соприкасается с горячими деталями двигателя или когда нагретое масло вступает в контакт с захваченным воздухом, происходит окисление и разложение масла с образованием таких загрязняющих веществ, как кислоты, нагар и отложения.
3. Абразивные или инородные частицы:
Эти загрязнения могут попасть в двигатель вместе с воздухом и топливом, поступающим в камеру сгорания, через изношенные детали двигателя, а также в ходе проводимых с нарушениями работ по техобслуживанию. Они проникают в картер вместе с побочными продуктами сгорания.
4. Топливо или охлаждающая жидкость:
Появление этих загрязняющих веществ связано со сбоями в работе двигателя. Вместе с тем

разжижение масла топливом может быть вызвано слишком продолжительной работой двигателя на холостых оборотах или с частыми остановками.

5. Сажа:

Данный вид загрязнения образуется при запаздывании момента впрыска и сгорании топлива, смешанного с маслом на гильзах цилиндров. Избыток сажи приводит к чрезмерному износу клапанного механизма и форсунок.

6. Рабочая среда:

Конкретная рабочая среда порождает и другие загрязнения. В качестве примеров можно привести пыль и такие абразивные частицы, как металлическая крошка и дорожная соль.

РАЗДЕЛ 7. ФИЛЬТРАЦИЯ МАСЛА

Конструкция, назначение и работа масляного фильтра

Максимальный срок службы двигателя зависит от правильного использования и техобслуживания полнопоточных, перепускных или комбинированных масляных фильтров, которые защищают наиболее важные компоненты двигателя от воздействия абразивных загрязнений, содержащихся в смазочном масле во взвешенном состоянии. Фирма Камминз требует использования полнопоточных фильтров на всех моделях своих двигателей. Кроме того, за исключением модели серии В, все двигатели Камминз, оснащенные турбонагнетателем, **должны** использовать перепускную фильтрацию, которая настоятельно рекомендуется для использования на всех двигателях без наддува.

Полнопоточный фильтр удаляет частицы загрязнения размером не менее 30 микрон, которые находятся в моторном масле во взвешенном состоянии. Частицы такого размера могут привести к мгновенному повреждению подшипников.

На перепускной фильтр (или секцию фильтра при использовании комбинированного фильтра) поступает примерно 10% выходного потока насоса, и он фильтрует мелкие частицы размером меньше 10 микрон, которые полнопоточный фильтр **не** захватывает. Тем самым удается свести концентрацию загрязнений в масле до уровня, достаточного для защиты двигателя от износа.

Двигатели Камминз оснащаются на заводе-изготовителе высококачественным комбинированным масляным фильтром Fleetguard®, в корпусе которого установлен и полнопоточный, и перепускной фильтр. Многие из них работают по принципу фильтра Venturi®, направляя весь поток масла к основным узлам двигателя, вместо того, чтобы возвращать часть его в поддон картера. Эти фильтры обеспечивают оптимальное сочетание эффективной фильтрации и прочной конструкции, рассчитанной на продолжительный срок службы фильтра.

Некоторые двигатели Камминз оснащаются центробежным фильтром Fleetguard Centriguard™, работающим по технологии ConeStaC™. Это **единственные** центробежные фильтры, которые в ходе лабораторных испытаний продемонстрировали, что превосходят перепускные фильтры Fleetguard с дисковой секцией. Любая дополнительная система фильтрации **должна** отвечать всем действующим указаниям по применению.

Засорение масляного фильтра

Во время нормальной работы двигателя моторное масло загрязняется продуктами сгорания, а также продуктами износа и окисления. Фильтры моторного масла **не** засоряются при нормальных интервалах замены масла до тех пор, пока моторное масло остается пригодным для использования в

двигателе. Если фильтр засоряется, это означает, что он выполняет предписанную ему функцию удаления из масла твердых частиц и отложений. Засорение фильтра является следствием, а не причиной проблемы двигателя или смазочного масла.

Причины засорения фильтра **должны** быть исследованы, поскольку засоренный фильтр может указывать на серьезные проблемы двигателя, которые **должны** быть устранены. Ниже рассматриваются наиболее часто наблюдаемые причины засорения фильтров:

- **Чрезмерное загрязнение масла**
Возникает в случае превышения ограничения на содержание в масле загрязнений в виде продуктов сгорания. В засоренных таким образом фильтрах наблюдаются значительные наслоения органических отложений. Подобный тип загрязнения вызван топливной сажей, продуктами окисления и сгорания, которые накапливаются в масле до уровня, не позволяющего фильтру нормально работать. К причинам такого рода засорения фильтра следует отнести излишне большие интервалы замены масла, плохое техобслуживание и повышенное давление картерных газов.
- **Нарушение диспергируемости**
Вызывается попаданием охлаждающей жидкости в картер или скапливанием конденсируемой влаги. Попадающая влага ухудшает действие диспергатора масла, в результате чего топливная сажа и углерод соединяются и выпадают в осадок. Кроме того, охлаждающая жидкость или влага в картере могут привести к тому, что часть содержащихся в масле присадок выпадет в осадок и закупорит фильтр.
- **Образование геля или эмульсии**
Данная причина засорения фильтра возникает в тех случаях, когда в масло попадает вода или охлаждающая жидкость. Это обычно происходит, когда масло, хранящееся в накопительном резервуаре, содержит небольшое количество воды (менее 0,5%). Засорение фильтра происходит вскоре после добавления такого масла в двигатель.

Фирма Камминз разработала проверки для двигателей, которые входят составной частью в категории оценки качества масла, используемые в Европе и Северной Америке, и предназначены для измерения способности масла противостоять засорению фильтра. Кроме того, для контроля образования органических отложений и обеспечения максимального срока службы фильтров была специально разработана секционная, многослойная конструкция фильтра.

РАЗДЕЛ 8. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЗАМЕНЫ МАСЛА

Критерии определения сроков замены масла

Технические требования фирмы Камминз по замене масла базируются на продолжительности рабочего цикла и степени загрязнения масла. Загрязнение масла возникает во всех двигателях с различной интенсивностью и не зависит от их конструкции.

Соблюдение установленных требований по замене масла и фильтров является необходимым условием сохранения работоспособности двигателя. Фильтры **следует** заменять одновременно с заменой масла.

Загрязнение масла является непосредственным результатом нормальной работы двигателя. Коэффициент нагрузки, используемое топливо и условия окружающей среды - все это оказывает влияние на скорость загрязнения масла. Лабораторные и эксплуатационные испытания подтверждают, что между общим количеством израсходованного двигателем топлива и уровнем

загрязнения, при котором он в состоянии продолжать нормально работать, существует положительное соотношение. Масло имеет ограничения на количество загрязнений, которое оно может поглотить без нарушения своих функций. Соотношение между расходом топлива и загрязнением масла является критерием для выбора интервала замены масла.

К приемлемым методам определения интервалов замены масла и фильтров можно отнести следующие:

- Фиксированный метод (пробег/наработка)
- Метод рабочего цикла (условия эксплуатации)

Для получения подробных инструкций и специальных таблиц или диаграмм по интервалам замены масла и фильтров **следует** обратиться к соответствующему Руководству по эксплуатации и техобслуживанию.

Система Sentinel® постоянной подпитки свежим маслом

Фирма Камминз разработала систему Sentinel™ для непрерывной замены использованного в двигателе масла свежим маслом. Для управления работой двигателя и поддержания состояния моторного масла в допустимых пределах данная система использует компьютер. Поскольку данная система сохраняет масло достаточно чистым, интервалы замены фильтров и масла значительно увеличивается. В конструкции масляных фильтров Fleetguard™ ES специально использованы улучшенная среда фильтрации и более надежные уплотнения для продления срока их службы и **возможности** их использования с системой Sentinel™. Для определения наиболее пригодной для вас системы Sentinel™ обращайтесь к дистрибьютору фирмы Камминз.

ПРИМЕЧАНИЕ: Использование системы Sentinel™ или добавление к маслу любых присадок для двигателей, оснащенных средствами очистки отработавших газов, не допускается.

РАЗДЕЛ 9. АНАЛИЗ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА

Взятие проб масла

Периодичность взятия проб масла **следует** установить такой, чтобы можно было проводить сравнение трендов. Для точного проведения анализа масла необходимо располагать исходными данными. К этим данным **следует** отнести:

- Модель/серийный номер двигателя
- Пробег/наработка для масла
- Пробег/наработка для нового или отремонтированного двигателя
- Используемое масло (марка, категория и значение вязкости)
- Дата взятия пробы
- Назначение двигателя
- Количество свежего масла, добавленного с момента последней замены масла
- Дата последнего техобслуживания двигателя
- Анализ свежего (неиспользованного) масла.

Для установки точки отсчета необходимо обязательно проводить анализ свежего (неиспользованного) масла. Пробы свежего (неиспользованного) масла следует брать не реже, чем два раза в год, или при каждой смене типа масла. Пробы следует брать из накопительных

резервуаров для определения состава масла и проверки отсутствия в нем загрязнений, попавших во время хранения.

Используемая для анализа проба **должна** быть репрезентативной выборкой масла, находящегося в двигателе. При взятии проб масла действуйте следующим образом:

- Предварительно поднимите температуру двигателя до рабочего уровня. Тем самым образец будет отражать характерные для масла уровни загрязнения.
- Последующие пробы **следует** брать тем же способом и из тех же мест.
- Берите пробу перед добавлением свежего масла в двигатель.
- Обязательно собирайте масло в чистую и сухую емкость.
- Объем пробы должен составлять не менее 118 мл [4 унции] масла.

Для взятия проб масла можно использовать два способа:

Рекомендуемый способ предусматривает взятие пробы масла из находящегося под давлением канала во время работы разогретого двигателя на холостых оборотах. Этот способ гарантирует, что проба взята **не** из застойного слоя масла и представляет фактическую однородную смесь масла, которая циркулирует в двигателе.

1. Очистите наружную поверхность крана чистой, сухой ветошью.
2. Запустите двигатель на холостых оборотах и дайте ему прогреться.
3. Промойте пробоотборник, пропустив небольшое количество масла через кран.
4. Соберите пробу из потока масла, подкачиваемого двигателем, в чистый, сухой сосуд.

ПРИМЕЧАНИЕ: Рекомендуемым местом взятия проб является канал, позволяющий собрать масло до его фильтрации. Информацию о местах расположения узлов двигателя см. Руководство по эксплуатации и техобслуживанию.

В тех случаях, когда двигатель **не** работает, предлагается альтернативный способ взятия проб масла. Этот способ использует вакуум для взятия пробы из поддона картера. Пробу следует брать сразу же после остановки двигателя, пока масло остается теплым, и **не** началось его расслоение.

1. Для определения уровня масла в поддоне картера используйте масломерный щуп.
2. Приложив кусок новой чистой трубки к масломерному щупу, нанесите на трубку метку, указывающую положение конца масломерного щупа.
3. Отрежьте трубку так, чтобы ее конец оказался на 25 - 50 мм (1 - 2 дюйма) ниже уровня масла в поддоне картера.
4. Вставьте трубку в трубу масломерного щупа так, чтобы нанесенная на трубке метка совпала с верхним краем трубы масломерного щупа.
5. С помощью ручного вакуумного насоса закачайте пробу масла в чистый, сухой сосуд.

ПРИМЕЧАНИЕ: При этом не допускайте забора масла с днища поддона картера, поскольку в этом случае в пробе масла окажется избыточное количество отходов, что исказит результаты анализа масла. К тому же не следует повторно использовать одну и ту же пробоотборную трубку.

Проверка масла на загрязнение

Результаты анализа отработанного масла могут быть использованы для контроля уровней

загрязнения двигателя, что позволит судить о таких недостатках или неполадках в работе системы, как некачественная фильтрация воздуха, утечки охлаждающей жидкости, разжижение топлива и износ металлических деталей, что может свидетельствовать о неисправности двигателя.

Данный метод предполагает сравнение результатов анализа отработанного масла с данными, полученными для свежего масла. Степень ухудшения показателей отработанного масла по отношению к свежему маслу служит индикатором, позволяющим контролировать состояние системы. Основные характеристики масла, которые могут служить предупредительными сигналами, связаны с уровнем загрязнения масла (наличие в нем топлива, сажи, кремния, бора, натрия, калия), а также вязкость масла и температура воспламенения. Общепринятые нормативы, используемые при проверке загрязнений масла, приводятся в таблице 2.

Таблица 2. Нормативы по загрязнению масла

Характеристика	Нормативное значение	
Изменение вязкости при 100 °С (ASTM-D445)	±1 значения вязкости по SAE или ±5 сСт относительно свежего масла	
Разжижение топлива	5%	
Общее щелочное число (TBN) (ASTM D-4739)	2,5 (мин.), или половина значения для свежего масла, или совпадение с общим кислотным числом (TAN)	
Содержание воды согласно ASTM (D-95)	0,5% (макс.)	
Потенциальные загрязнители:		
Кремний (Si)	Превышение на 15 промилле относительно свежего масла	
Натрий (Na)	Превышение на 20 промилле относительно свежего масла	
Бор (B)	Превышение на 25 промилле относительно свежего масла	
Калий (K)	Превышение на 20 промилле относительно свежего масла	
Сажа (% от массы)	Двигатели среднего класса В и С	Все остальные двигатели
CES 20078 и 20081	3,0%	7,5%
CES 20076	3,0%	6,3%
CES 20072	3,0%	5,0%
CES 20075	1,5%	1,5%

- Приведенные выше нормативы по загрязнению являются **всего лишь** нормативными значениями. Это **не** означает, что показатели масла, попадающие под эти нормативные значения, свидетельствуют о пригодности масла для дальнейшего использования.

- ASTM публикует методы испытаний в изданиях своей 'Ежегодной книги стандартов'.
- Поэлементный анализ масла может выполняться с использованием различных методов, в том числе атомно-эмиссионной спектроскопии (AES), атомно-абсорбционной спектроскопии (AAS) и ионно-связанной плазмы (ICP). Они **не** считаются стандартными методами ASTM; однако большинство лабораторий, занимающихся анализом масла, могут определять концентрацию присадочных металлов одним из этих методов. Результаты анализа проб, полученные в одной и той же лаборатории с использованием одного и того же метода, могут сравниваться без всякого риска.

Приведенные выше нормативы являются ориентирами для значений, которые можно использовать для обоснования необходимости проведения обследования двигателя, процедур техобслуживания или рабочих процедур для выявления причин загрязнения масла или изменения его свойств. Однако **не следует** разбирать двигатель только на основании результатов анализа масла. Обычно в качестве обоснования дальнейших исследований приводятся и изменения состояния масла. Абсолютные значения приведенных выше показателей изменяются в зависимости от пробега или наработки двигателя, объема моторного масла и интенсивности его расхода.

В случае появления дополнительных вопросов, ответы на которые **не** содержатся в материалах настоящего бюллетеня, обращайтесь к дистрибьютору фирмы Камминз или позвоните по телефону 1-800-DIESELS.

ПРИЛОЖЕНИЕ А - Использование результатов анализа отработанного масла

Для оператора дизельного двигателя анализ отработанного масла имеет два четко различимых назначения:

1. Проверки масла на загрязнение

Результаты анализа отработанного масла могут использоваться для контроля уровней загрязнения моторного масла, свидетельствуя о попадании в него грязи, чрезмерном загрязнении топливом (разжижении), утечках охлаждающей жидкости, накоплении излишней сажи и чрезмерном износе. Общепринятые нормативы, используемые при проверке загрязнений масла, приводятся в таблице 2. Их следует рассматривать **всего лишь** как нормативные значения. Это **не** означает, что показатели масла, попадающие под эти нормативные значения, свидетельствуют о пригодности масла для дальнейшего использования. Анализ отработанного масла **не** является единственным критерием при определении интервалов замены масла и фильтров.

Повышенные уровни кремния в отработанном масле указывают на попадание в масло грязи, что обычно происходит из-за плохой фильтрации впускного воздуха. Иногда грязь попадает в двигатель вместе с загрязненным моторным маслом. Отработанное масло может содержать чрезмерные количества меди и свинца из-за износа материалов подшипников при вполне приемлемых концентрациях хрома и железа.

Процент топлива в отработанном моторном масле определяет степень его загрязнения топливом (разжижение). Кроме того, это может найти отражение в падении вязкости, превышающем уровень, допустимый по SAE, и значительном снижении точки воспламенения по сравнению с показателями свежего масла. Низкая термостойкость топлива приводит к его окислению при температурах поддона картера. Накапливание излишнего количества свинца в отработанном масле может быть вызвано взаимодействием разложившегося топлива с материалами подшипников и вкладышей.

Загрязнение охлаждающей жидкостью определяется по ненормативному содержанию ингибитора коррозии, попадающего в масло вместе с охлаждающей жидкостью. Это приводит к повышенным уровням натрия, калия, бора и кремния в отработанном масле. Содержание натрия и калия зависит от состава ингибитора коррозии. Кроме того, в масле могут присутствовать гликолевые компоненты антифриза. Повышенные уровни гликолевых компонентов **не** всегда наблюдаются при утечках охлаждающей жидкости, поскольку они могут вступать в реакцию с некоторыми присадками в масле, переходить в газообразное состояние и испаряться при температурах картера. Продукты разложения гликоля, которое наступает при температурах картера, взаимодействуют с материалами подшипников и вкладышей, что приводит к повышению содержания свинца в масле.

Повышенное загрязнение моторного масла сажей определяется по весовому ее содержанию и измеряется средствами термогравиметрического или инфракрасного спектроскопического анализа. Сажа попадает в масло и находится в нем во взвешенном состоянии без каких-либо последствий до тех пор, пока не наступает сокращение активных компонентов присадок. Со временем сажа собирается в частицы большого размера. Износ клапанного механизма и форсунок происходит с повышенной интенсивностью, что приводит к росту образования сажи и дальнейшему ускорению износа. Износ клапанного механизма и форсунок сопровождается повышением уровней содержания железа в отработанном масле. Если все оставить без изменения, то избыточное скапливание сажи и повышенный износ приводят к образованию отложений в двигателе. Новые марки масла, отвечающие требованиям стандартов CES-20081, CES 20078 и CES 20076 (API CJ-4, CI-4 и CH-4+), были разработаны для более безопасного, чем старые сорта масла, содержания во взвешенном состоянии повышенного количества сажи. Поэтому нормативное значение для сажи было увеличено до 5,0% по массе.

Чрезмерный износ приводит к избыточному скапливанию продуктов износа в отработанном масле. Предельные для отбраковки масла значения можно вводить **только** в тех случаях, если двигатель эксплуатируется в неизменных условиях на одном и том же сорте масла. Содержание в пробе масла продуктов износа металлических деталей зависит от модели двигателя, коэффициента его загрузки, емкости системы смазки, пробега и наработки для масла, темпов расхода моторного масла и т.д. Двигатели с большими объемами масла отличаются более низким содержанием в масле продуктов износа металлических деталей по сравнению с двигателями, работающими с меньшими объемами масла, поскольку в первом случае частицы оказываются взвешенными в большем объеме масла. Двигатели с низким расходом масла демонстрируют повышенным износ металлических деталей по сравнению с двигателями с высоким расходом масла из-за отсутствия между заменами масла его разбавления добавками свежего масла. Скорость расхода моторного масла может в два раза изменить в отработанном масле содержание металлических продуктов износа.

2. Определение периодов эксплуатации и техобслуживания

Фирма Камминз **не** рекомендует использовать анализ масла для определения периодичности техобслуживания двигателя. Анализ масла позволяет **всего лишь** сделать предварительный расчет данного параметра. Двигатели **должны** поработать с предварительно рассчитанным интервалом в пределах 800.000 - 1.100.000 км [500.00 - 700.000 миль] или 10.000 - 15.000 моточасов для оценки, насколько эффективен интервал, рассчитанный по результатам анализа масла. Если интервал рассчитан точно, двигатель должен оставаться в состоянии, пригодном для его нормальной эксплуатации. Выбрав слишком большой интервал техобслуживания, можно потратить практически половину потенциального срока службы двигателя на его капитальный ремонт.

Использование результатов анализа масла для расчета интервалов техобслуживания - дело сложное, требующее больших затрат времени и средств. Стоимость получения данных, на основании

которых могут быть рассчитаны интервалы техобслуживания, составляет несколько сотен долларов на каждый двигатель. Это объясняется необходимостью анализировать пробы масла с помощью более точных и дорогостоящих аналитических процедур, чем того требует контроль степени загрязнения масла. Ведение учета расхода масла необходимо в течение базового периода, поскольку эти данные используются для преобразования значений концентрации металлов в отработанном масле в значения темпов износа. Как правило, скорость расхода масла к концу продолжительного интервала техобслуживания возрастает в 2 - 4 раза.

Так например, двигатель, расходующий в течение первых 8050 км [5,0 миль] интервала кварту масла на 3220 км [2.000 миль] пробега, может пройти 32.200 км [20.000 миль], расходуя кварту масла на 805 км [500 миль] пробега. Слабое накапливание продуктов износа металлических деталей может свидетельствовать о повышенном расходе масла, а **не** о низких темпах износа из-за разбавления масла новыми порциями. Низкие темпы износа на двигателях, работающих в конце интервала техобслуживания, необходимы, чтобы не испытать больших потерь срока службы двигателя из-за его ремонта.

Многие процедуры проверки отработанного масла были разработаны на основе испытаний на качество свежего моторного масла. Эти испытания отражают содержание в масле химически активных присадок. Их результаты гарантируют, что при каждом добавлении масла оно содержит требуемое количество присадок. При использовании данных процедур для проверки загрязненного и разложившегося отработанного масла полученные результаты **нельзя** считать достоверными. Присадки в отработанном масле имеют измененный химический состав.

Промышленно доступные способы проверки масла **не** измеряют снижение концентрации всех химических присадок в масле, как и не определяют, когда эти присадки перестают защищать детали двигателя от износа и отложений. Низкие уровни продуктов износа металлических деталей в пробах отработанного масла могут отражать высокие темпы расхода масла и его разбавление добавлением порция свежего масла взамен израсходованного. Кроме того, низкие уровни продуктов износа металлических деталей в пробах отработанного масла могут отражать присутствие в масле дополнительных загрязнений и инородных частиц. Работа моторного масла с превышением данного уровня насыщения приводит к тому, что загрязнения и инородные частицы выпадают в виде отложений. В результате с увеличением пробега или наработки масла содержание в нем продуктов износа металлических деталей снижается. Это вовсе **не** означает, что темпы износа снижаются, а состояние масла улучшается. А это означает, что после слишком сильного загрязнения моторного масла результаты его анализа перестают быть достоверными.

Last Modified: 15-апрель-2009

[Feedback / Help](#)

(C) © 2000-2009 Cummins Inc. С сохранением всех прав.