

Номер эксплуатационного бюллетеня	Дата
3810340-03	14 февраля 2002 года
Технические условия применения	Маркетинговые условия применения
Любые	Любые



Эксплуатационный бюллетень

Рекомендации по применению моторного масла фирмы Камминз

Введение	2
Раздел 1: Рекомендации по применению дизельного моторного масла	2
Двигатели с системой рециркуляции отработавших газов	3
Двигатели без системы рециркуляции отработавших газов	3
Минимальные требования	4
Рекомендации фирмы Камминз относительно степени вязкости масла по SAE	4
Синтетические масла	5
Повторно очищенные масла	5
Антифрикционные добавки	5
Обкаточные масла	5
Периодичность замены	5
Незагущенные масла	5
Не классифицированные масла	5
Раздел 2: Рекомендации по применению масел для двигателей, работающих на природном газе	6
Раздел 3: Функции моторного масла	6
Смазка	6
Контроль износа при повышенных давлениях	7
Очистка	7
Защита	7
Охлаждение	7
Уплотнение	7
Амортизация	7
Гидравлический эффект	7
Масляные присадки	7
Раздел 4: Вязкость	8
Вязкость масла и производительность двигателя	8
Рекомендации по вязкости масла	9
Раздел 5: Классификация технических характеристик масла	9
Технические условия (ТУ) фирмы Камминз	9
Дополнительные антифрикционные модификаторы и прочие присадки	9

Раздел 6: Загрязнение масла	9
Вещества, загрязняющие масло	9
Раздел 7: Фильтрация масла	10
Назначение, конструкция и использование фильтра	10
Засорение фильтра	10
Раздел 8: Периодичность замены масла	11
Факторы, определяющие периодичность замены масла	11
Система непрерывной замены масла Sentinel®	11
Раздел 9: Анализ использованного масла	11
Взятие образцов масла	11
Проверка степени загрязнения масла	12
Приложение А – Применение результатов анализа	13
Проверка уровня загрязнения	13
Определение периодичности эксплуатации и техобслуживания	15

Введение

Настоящий эксплуатационный бюллетень содержит информацию о применении и техническом обслуживании моторных масел, используемых на двигателях Камминз. Цель бюллетеня состоит в обновлении и изложении в более доступной для конечного пользователя рекомендаций и инструкций фирмы Камминз.

Фирма Камминз рекомендует использовать высококачественные дизельные моторные масла (Valvoline Premium Blue® или Valvoline Premium Blue Extreme Life® или их эквиваленты), а также качественные фильтры, например, марки Fleetguard® или его аналоги.

В основе рекомендаций фирмы Камминз по периодичности замены масла лежит классификация масел по техническим характеристикам, а также коэффициент его использования. Регулярная периодичность замены масла и фильтров является неотъемлемым условием сохранения работоспособности двигателя. Более подробную информацию о периодичности замены масла Вашего двигателя см. в Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию.

РАЗДЕЛ 1: РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ДИЗЕЛЬНОГО МОТОРНОГО МАСЛА

< ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ <

Несоблюдение периодичности замены масла, а также рекомендаций, приведенных в Эксплуатационном бюллетене и Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию, может привести к серьезным неисправностям двигателя, на устранение которых условия гарантии не распространяются.

Фирма Камминз разработала ряд технических условий (ТУ), определяющих показатели моторного масла, которое **следует** использовать на тех или иных двигателях. Кроме того, фирма Камминз постоянно сотрудничает с Ассоциацией производителей двигателей (ЕМА) и различными техническими и маркетинговыми организациями по всему миру, отвечающими за качество смазочных материалов, с целью разработки промышленных спецификаций, удовлетворяющих требованиям фирмы Камминз. В Таблице 1 представлены технические условия, разработанные фирмой Камминз, а также национальные и международные системы классификации технических характеристик, удовлетворяющих этим условиям.

Таблица 1: Технические условия (ТУ) для смазочных материалов

ТУ	Применение	Североамериканская классификация	Международная классификация ²
20078	Масло для двигателей большой и средней мощности с рециркуляцией отработавших газов	CI-4 по API ¹	
20077	Высококачественное масло для двигателей большой мощности без системы рециркуляции отработавших газов, используемых за пределами Северной Америки		См. примечание 7
20076	Высококачественное масло для двигателей большой мощности без системы рециркуляции отработавших газов, используемых на территории Северной Америки	См. примечание 6	
20075	Масло низкого качества для двигателей средней мощности без системы рециркуляции отработавших газов, используемых за пределами Северной Америки	CF-4/SG по API ¹	E-2 / E3 по ACEA ³ DH-1 по JAMA ⁴
20072	Стандартное масло для двигателей без системы рециркуляции отработавших газов, используемых во всем мире	CH-4 по API ¹	Global DHD-1 ² E-5 по ACEA ³
20071	Стандартное масло для двигателей без системы рециркуляции отработавших газов, используемых во всем мире	CH-4 по API ¹ CH-4/SJ по API ¹	Global DHD-1 ²
	НЕ рекомендуемые для использования категории ⁵	CA CB CC CD CE CG-4 по API ¹	E-1 по ACEA ³

¹ Американский нефтяной институт.

² Разработка EMA, ACEA, JAMA.

³ ACEA = Ассоциация инженеров стран ЕС.

⁴ JAMA = Ассоциация японских автомобилестроителей.

⁵ Использование масел **только** этих марок может привести к повреждению двигателя, предназначенного для работы с более качественными маслами, даже если проводить замену масла чаще.

⁶ Согласно ТУ 20076 необходимо проводить тест Cummins M11 масла API CH-4 через каждые 300 моточасов.

⁷ Согласно ТУ 20077 необходимо проверять масло ACEA E-5 через каждые 300 моточасов.

Двигатели с системой рециркуляции отработавших газов

Для двигателей с системой рециркуляции отработавших газов **следует** использовать смазочные материалы, отвечающие требованиям ТУ 20078. Масла категории API CI-4 удовлетворяют этим требованиям. Подробную информацию о периодичности замены масла см. в Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию соответствующего двигателя.

Если масла, отвечающего требованиям ТУ 20078, **нет** в наличии, то в двигателях с системой рециркуляции отработавших газов можно использовать масла, удовлетворяющие требованиям ТУ 20071, 20072, 20075, 20076 или 20077, но при этом необходимо сократить периодичность замены масла. Более подробную информацию см. в Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию соответствующего двигателя.

Двигатели без системы рециркуляции отработавших газов

Масла, отвечающие требованиям ТУ 20078, совместимы с маслами, удовлетворяющими ТУ 20071, 20072, 20075, 20076 или 20077, и могут быть использованы на тех двигателях, где рекомендовано их применение. Если масла, отвечающие требованиям ТУ 20071, 20072, 20075, 20076 или 20077, есть в наличии, их можно использовать в двигателях без системы рециркуляции отработавших газов, как показано в таблице 1.

За пределами Северной Америки, где масел, отвечающих требованиям ТУ 20076 или 20077, может **не** быть в наличии, фирма Камминз рекомендует использовать масло, отвечающее требованиям стандарта Global DHD-1, совместно разработанного ЕМА, АСЕА и JAMA.

Поставщики масла несут полную ответственность за качество и рабочие характеристики поставляемого продукта.

Фирма Камминз рекомендует использовать моторные масла с нормальным содержанием золы (1 - 1,5%). Масла с более высокой зольностью (до 1,85%) могут быть использованы в том случае, если уровень содержания серы в топливе превышает 0,5%. Такой уровень зольности позволяет предотвратить образование отложений на клапанах и поршнях. Более подробную информацию о содержании серы в топливе см. в Бюллетене по двигателям Камминз №3379001, раздел Топливо.

Минимальные требования

В двигателях большой мощности (модели L, M, N, ISX и Signature, а также серии QSK, QST) следует использовать масла категории API CF-4, однако при этом **необходимо** сократить периодичность замены масла до 250 моточасов/15000 км.

В двигателях средней мощности (серии B, ISB, C и ISC) следует использовать масло, отвечающее требованиям ТУ 20075, при этом периодичность замены масла **следует** сократить до 250 моточасов/15000 км.

Рекомендации фирмы Камминз относительно степени вязкости масла по SAE

Фирма Камминз рекомендует использовать загущенное масло 15W-40 для нормальных условий эксплуатации при температурах выше -15°C. Использование загущенного масла позволяет уменьшить образование отложений, улучшить проворачивание коленчатого вала при низкотемпературных условиях работы и, обеспечивая нормальную смазку двигателя, увеличивает его продолжительность эксплуатации при высокотемпературных условиях работы. Расход загущенного масла на 30% ниже, чем незагущенного, поэтому для того, чтобы двигатель отвечал нормам по выбросу выхлопных газов, следует использовать именно загущенное масло. При работе в районах с холодным климатом предпочтительнее использовать масло 15W-40, хотя возможно и применение смазочных материалов с меньшей вязкостью. См. рис. 1: Вязкость масла по SAE при нормальных температурных условиях.

Высокотемпературная/высокоподвижная вязкость масел, отвечающих требованиям CI-4 и 10W30 по API, **должна** быть не менее 3,5 сСт, и должна отвечать требованиям тестов фирмы Камминз и Маск на износостойкость уплотнений и гильз. Таким образом, эти масла можно использовать в более широком температурном диапазоне, чем масла 10W30, отвечающие прежним требованиям API. Поскольку масла этой категории образуют более тонкую масляную пленку, чем масла 15W40, при температуре наружного воздуха более 20°C **следует** использовать высококачественные фильтры Fleetguard®. Некоторые поставщики утверждают, что использование этих масел позволяет снизить расход топлива. Фирма Камминз не может ни подтвердить, ни опровергнуть утверждений подобного рода о продукции, выпущенной другими производителями. Эти заявления касаются только покупателя и поставщика масла. Получите от поставщика масла подтверждение того, что оно пригодно для двигателей Камминз, или **не** используйте его.

< ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ <

Требование 10W30 по SAE касается только вязкости. Соответствие масла этому параметру не означает, что продукция удовлетворяет требованиям фирмы Камминз. На двигателях фирмы Камминз можно использовать только те масла 10W30, которые отвечают рекомендациям, приведенным в таблице 1, при условии, что температура наружного воздуха соответствует значениям, указанным на рис. 1. В температурном диапазоне масел 15W40 можно применять масла 10W30 только при условии, что они отвечают требованиям ТУ 20078 (API CI-4).

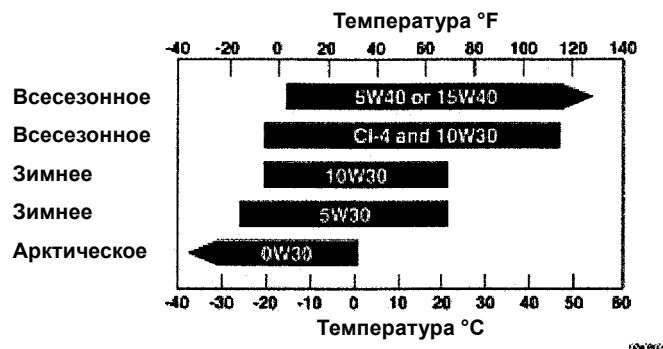


Рис. 1: Рекомендуемые масла с вязкостью по SAE в зависимости от температуры окружающей среды

Синтетические масла

Использование "синтетических моторных масел" (произведенных на основе базовых масел группы 3 или 4 по API) разрешено, так как их параметры и вязкость соответствуют аналогичным характеристикам минеральных моторных масел на основе нефти. Периодичность замены синтетического масла **должна** быть такой же, как и периодичность замены минерального масла на основе нефти.

Повторно очищенные масла

Повторно очищенные масла могут быть использованы в двигателях фирмы Камминз, если они имеют сертификацию API, подтверждающую, что они прошли проверку и отвечают минимальным требованиям, предъявляемым к качеству масла. Важно убедиться в том, что масло прошло повторную очистку, а **не** было просто восстановлено. Повторно очищенное масло проходит обработку, при которой из него удаляются присадки и продукты износа, оно очищается и в него добавляются новые присадки.

Антифрикционные добавки

Не используйте в двигателях фирмы Камминз масла, содержащие антифрикционные добавки, если поставщик не предоставил подтверждений их удовлетворительного применения в двигателях Камминз. Получите от поставщика масла подтверждение того, что оно пригодно для двигателей Камминз, или **не** используйте его.

Обкаточные масла

Не рекомендуется использовать специальные моторные масла для обкатки новых или прошедших восстановительный ремонт двигателей Камминз. Используйте масло той же марки, что и при нормальной эксплуатации двигателя.

Периодичность замены

Следует соблюдать периодичность замены масла и фильтров, определенную для каждой модели двигателей Камминз. Если увеличить периодичность замены, это может привести к значительному износу и повреждению деталей. Дополнительную информацию о периодичности замены масла и работе двигателя см. в соответствующей Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию.

Незагущенные масла

Применение незагущенного масла влияет на периодичность замены масла в двигателе. При использовании незагущенных масел периодичность замены может сократиться в зависимости от результатов анализа качества регулярно берущихся проб масла.

Не классифицированные масла

В некоторых странах масел, отвечающих требованиям Global DHD-1 или классификации API, ACEA, или JAMA, **нет** в наличии. При выборе масла, не соответствующего этим классификациям, следует руководствоваться имеющимися рекомендациями. Определить соответствие масла и периодичность его техобслуживания можно, регулярно выполняя тщательный анализ его качества.

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

Применение высококачественных моторных масел в сочетании с регулярной заменой масла и фильтров является необходимым условием поддержания высоких рабочих характеристик двигателя и его долговечности.

Для двигателей, работающих на природном газе и пропане, фирма Камминз рекомендует использовать высококачественное моторное масло SAE 15W40. Особые характеристики рекомендуемого масла определяются конструкцией двигателя, работающего на природном газе, о чем речь ниже. Из-за большого разнообразия двигателей, работающих на природном газе, необходимо ознакомиться с рекомендациями по выбору масла и периодичности его замены в соответствующей инструкции по эксплуатации и техобслуживанию.

Требования к маслам, используемым на газовых двигателях высокого давления с прямым впрыском:

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

Требования к маслам, используемым на газовых двигателях модели L10G* серий QSK19G, QSK45G и QSK60G:

Вязкость масла 15W40 по SAE
Содержание сульфатного зольного остатка - не более 0,5%
TBN (ASTM D4739) - 5,0 мин
250 / 350 ppm фосфора
250 / 350 ppm цинка
1200 ppm кальция

Требования к маслам, используемым на газовых двигателях серии В* и С*:

ТУ 20074
Вязкость масла 15W40 по SAE
Содержание сульфатного зольного остатка - не более 0,5%
TBN (ASTM D4739) – 5,0 мин
600 / 800 ppm фосфора
600 / 850 ppm цинка
1200 ppm кальция

Требования к маслам, используемым на газовых двигателях серии QSV81G и QSV91G:

Используйте высококачественное моторное масло, отвечающее требованиям SAE 40 CNG, например Valvoline® GEO.

*В газовых двигателях Камминз серии В, С и L10 рекомендуется использовать моторное масло с содержанием сульфатной золы не выше 0,5%. Масло по массе с более высоким содержанием сульфатной золы может привести к повреждению клапанов и/или поршней, образованию нагара на свечах зажигания и стать причиной чрезмерного расхода масла и ухудшению качества катализатора.

РАЗДЕЛ 3: ФУНКЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА

В следующих разделах представлена общая информация. При правильном использовании масло **должно** выполнять следующие функции:

Смазка

Главная функция масла – смазка движущихся деталей и узлов. Масло образует гидродинамическую пленку между металлическими поверхностями и предотвращает их соприкосновение, тем самым снижая трение. Если пленка **недостаточно** плотная и происходит соприкосновение металлических поверхностей, это приводит к следующему:

- > Выделению тепла при трении.
- > Слипанию отдельных участков поверхностей.
- > Образованию задиров и истиранию поверхностей в результате переноса металлических частиц.

Контроль износа при повышенных давлениях

Современные смазочные материалы содержат противозадирные износоустойчивые присадки. Эти присадки образуют на металлических поверхностях химически связанную мономолекулярную пленку, которая предотвращает контакт и износ поверхностей, когда нагрузка на детали очень высокая и целостность гидродинамической масляной пленки нарушается.

Очистка

Вымывая частицы грязи из ответственных деталей и узлов двигателя, масло выступает в качестве чистящего средства. Если масло **не** способствует уменьшению углеродистых отложений, нагара и окисления на поршнях, уплотнительных кольцах, стержнях клапанов и уплотнениях, это может привести к серьезному повреждению двигателя. Масло, содержащее специальные присадки, предотвращает оседание этих частиц, удерживая их в суспензии до тех пор, пока они не будут удалены фильтрующей системой или в результате замены масла.

Защита

Масло создает защитный барьер, который предотвращает возникновение коррозии. Коррозия, также как и износ, приводит к постепенному разрушению металлических деталей двигателя. Коррозия является замедленным механизмом износа.

Охлаждение

Двигатель нуждается в охлаждении внутренних узлов и деталей, которые **недосягаемы** для главной системы охлаждения. Смазочное масло является прекрасной теплопроводящей средой. Масло нагревается в результате контакта с различными компонентами двигателя, а затем тепло передается через маслоохладитель в главную систему охлаждения.

Уплотнение

Для камеры сгорания масло выполняет роль уплотнения, заполняя пространства между гильзой цилиндра, поршнем, стержнем клапана и другими внутренними деталями двигателя.

Амортизация

Масляная пленка, образующаяся между соприкасающимися поверхностями, смягчает и поглощает удары. В амортизации в первую очередь нуждаются узлы, подверженные большим нагрузкам, такие как, подшипники, поршни, соединительные штоки и зубчатые колеса.

Гидравлический эффект

Кроме того, масло в двигателе действует как рабочая гидравлическая среда. Примером этого является использование масла в тормозе двигателя и толкателях форсунок ступенчатого регулирования опережения впрыска.

Масляные присадки

Смазочные масла имеют присадки, которые разработаны специально для борьбы с загрязняющими частицами (перечисленными в разделе 6) на протяжении всего срока эксплуатации. Для эффективной работы двигателя присадки имеют большее значение, чем само масло. Масло даже самого высокого качества, но не имеющее присадок, может **не** отвечать требованиям работы двигателя. Присадки включают:

1. Дeterгенты или дисперсанты, которые удерживают нерастворимые частицы во взвешенном состоянии до замены масла.
Система фильтрации **не** может удалить эти взвешенные частицы. Поэтому слишком большие интервалы между заменами масла могут привести к образованию отложений в двигателе.

2. Ингибиторы, обеспечивающие устойчивость масла к окислению, предотвращают воздействие кислот на металлические поверхности и препятствуют образованию коррозии, когда двигатель **не** работает.
3. Прочие присадки способствуют обеспечению нормальной смазки участков двигателя, подверженных большим нагрузкам (например, клапаны и механизм форсунок), предотвращают образование задиров и истирание поверхностей, регулируют пенообразование и предотвращают накапливание воздуха в масле.

В состав моторного масла **должны** входить вещества, предотвращающие пенообразование, вызываемое механическим перемешиванием масла в процессе работы. Вспененное масло приводит к таким же повреждениям двигателя, что и недостаточное количество масла, поскольку образующаяся при этом масляная пленка не может обеспечить надлежащей защиты.

РАЗДЕЛ 4: ВЯЗКОСТЬ

Вязкость – это сопротивляемость потоку жидкости, возникающая в результате движения одного слоя молекул относительно другого. Сопротивляемость является результатом трения, возникающего при движении молекул масла относительно друг друга. Этот эффект постоянно возникает в масляной пленке, тем самым обеспечивая смазку всех движущихся частей двигателя.

Показатели вязкости любых жидкостей напрямую зависят от температуры. Вязкость загущенного масла менее подвержена влиянию температурных изменений, поскольку это масло имеет специальные присадки. Кроме того, вязкость загущенного масла зависит от степени сдвига, т.е. от относительной скорости движения его частиц. Чем ниже относительная скорость движения частиц, тем выше вязкость большинства загущенных масел.

Как правило, наибольший износ двигатель испытывает при первом запуске, когда в определенных случаях масло не успевает заполнить всю систему. Правильно подобранное загущенное масло необходимого состава является идеальным смазочным средством для двигателей фирмы Камминз. Для быстрой смазки и легкого проворачивания коленвала при запуске необходимо использовать масло с относительно низкой вязкостью.

Вязкость масла и производительность двигателя

Использование масла соответствующей вязкости необходимо для обеспечения оптимальной производительности двигателя и максимального срока его эксплуатации. Если вязкость масла слишком высокая, то увеличивается внутреннее сопротивление двигателя, что приводит к следующему:

- > Затрудненный запуск двигателя
- > Снижение выходной мощности двигателя
- > Неполное охлаждение двигателя
- > Повышенный износ внутренних деталей двигателя
- > Нагревание деталей двигателя
- > Увеличение расхода топлива.

Если вязкость масла слишком низкая, наблюдаются следующие последствия:

- > Повышенный износ соприкасающихся металлических поверхностей
- > Увеличение расхода масла и его утечка
- > Повышения шума работы двигателя.

Некоторые поставщики масла утверждают, что использование масел низкой вязкости позволяет снизить расход топлива. Однако масла с низкой вязкостью образуют слишком тонкую масляную пленку. Поэтому фирма Камминз рекомендует, чтобы высокотемпературная/высокоподвижная вязкость масел xW30, отвечающих требованиям ТУ 20078 (API CI-4), **должна** быть не более 3,5 сСт. Такие масла могут быть использованы в более широком температурном диапазоне, чем масла 10W30 или 5W30. Поскольку масла этой категории образуют более тонкую масляную пленку, чем масла 15W40, то при температуре наружного воздуха более 20°C **следует** использовать высококачественные фильтры Fleetguard®. Рекомендации по выбору вязкости масла представлены на рис. 1.

Поскольку фирма Камминз **не** может ни подтвердить, ни опровергнуть утверждений подобного рода о продукции, выпущенной другими производителями, эти заявления касаются только покупателя и поставщика масла. Получите от поставщика масла подтверждение того, что оно пригодно для двигателей Камминз, или **не** используйте его.

Рекомендации по вязкости масла

Фирма Камминз рекомендует использовать загущенные масла с учетом температуры окружающей среды, выбирая их вязкость согласно рис.1. На рисунке представлены масла **наиболее** подходящей вязкости.

В странах, где из-за отсутствия загущенного масла, используется незагущенное масло, необходимо сократить периодичность замены масла в зависимости от результатов анализа качества регулярно берущихся проб масла. Применение незагущенного масла влияет на периодичность замены масла в двигателе.

РАЗДЕЛ 5: КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАСЛА

Технические условия (ТУ) фирмы Камминз

Фирма Камминз разработала ряд технических условий (ТУ), определяющих показатели моторного масла, которое **следует** использовать на тех или иных двигателях. ТУ является основным документом, определяющим показатели смазки для двигателей Камминз. Кроме того, фирма Камминз постоянно сотрудничает с Ассоциацией производителей двигателей (ЕМА) и многочисленными техническими и маркетинговыми организациями по всему миру, определяющими качество смазочных материалов. Рекомендации по выбору моторного масла для двигателей большой мощности, представленные в стандарте Global DHD-1, помогают сделать правильный выбор масла в любой части мира.

В таблице 1 раздела 1 представлены технические условия, которые применимы для любого двигателя Камминз, а также национальные и международные системы классификации технических характеристик масел, которые лучше всего подходят для этих двигателей.

Дополнительные антифрикционные модификаторы и прочие присадки

Добавление дополнительных присадок может привести к нарушению сбалансированной структуры масла, установленной его производителем.

Фирма Камминз не несет ответственность за присадки, которые выпущены или проданы **не** фирмой Камминз и не ее дочерними предприятиями. Гарантийный ремонт фирмы Камминз **не** распространяется на устранение неисправностей двигателя или несоответствий его технических характеристик, вызванных применением таких присадок.

РАЗДЕЛ 6: ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАСЛА

Моторное масло **необходимо** заменять незадолго до того, как оно перестанет качественно выполнять свои функции. С технической точки зрения масло **не** подвержено износу – оно просто загрязняется. Содержание присадок в масле уменьшается до такой степени, что смесь масла и присадок не может надежно защитить двигатель. Постепенное загрязнение масла в процессе работы – это нормальное явление, при этом степень загрязнения зависит от режимов работы двигателя и нагрузки.

Вещества, загрязняющие масло

Во время обычной работы дизельного двигателя в масло попадает большое количество различных загрязняющих веществ.

1. Побочные продукты сгорания:

Выхлопные газы (картерные газы), проходящие через поршневые кольца, направляющие клапана и уплотнения турбоагрегата в картер двигателя. Эти газы содержат частицы углерода, воды, кислот, не полностью сгоревшего топлива, нагара и смолообразных отложений. Все они загрязняют масло.

2. Кислоты, нагар и отложения:

При соприкосновении масла с нагретыми деталями двигателя или при контакте горячего масла и захваченного воздуха происходит его окисление и разложение, что приводит к образованию таких загрязняющих веществ, как кислоты, нагар и отложения.

3. Абразивные или инородные частицы:

Эти частицы попадают в двигатель вместе с воздухом, поступающим в камеру сгорания, топливом, а также в результате износа деталей двигателя и неправильного технического обслуживания. Они попадают в картер двигателя с побочными продуктами сгорания.

4. Топливо или охлаждающая жидкость:

Загрязнение этими жидкостями, как правило, связано с неисправностью двигателя. Хотя разжижение топлива может быть вызвано также и продолжительной работой двигателя на холостых оборотах или работой с частыми остановками.

5. Сажа:

Этот вид загрязнения образуется в результате запаздывания момента впрыска и смешивания сгорающего топлива с маслом в гильзе(ах) цилиндра. Образование большого количества сажи приводит к повышенному износу клапанов и механизма впрыска топлива.

6. Окружающая среда:

Прочие загрязняющие вещества попадают в двигатель из окружающей среды. Например, пыль и такие абразивные вещества, как песок и дорожная соль.

РАЗДЕЛ 7: ФИЛЬТРАЦИЯ МАСЛА

Назначение, конструкция и использование фильтра

Продолжительность срока службы двигателя напрямую зависит от правильной эксплуатации и технического обслуживания полнопоточных, перепускных или комбинированных масляных фильтров, которые защищают важные компоненты двигателя от воздействия абразивных частиц, которые находятся во взвешенном состоянии в смазочном масле. Фирма Камминз рекомендует использовать полнопоточные фильтры на всех моделях двигателей. Кроме того, фирма Камминз **рекомендует** использовать перепускные фильтры на всех двигателях с турбонаддувом, за исключением моделей серии В, а также на двигателях без наддува.

Полнопоточные фильтры способны удалять загрязняющие частицы размером от 30 микрон, которые находятся в моторном масле. Частицы такого размера могут привести к внезапному повреждению подшипников.

На перепускной фильтр (или его часть, если используется комбинированный фильтр) поступает приблизительно 10% от общего потока подаваемого насосом, при этом он отфильтровывает частицы, размером до 10 микрон, которые **не** уловил полнопоточный фильтр. Это позволяет поддерживать достаточно низкий уровень загрязнения масла, что предотвращает износ двигателя.

На поставляемых с завода двигателях Камминз устанавливается высококачественный комбинированный масляный фильтр Fleetguard®, который объединяет в одном корпусе полнопоточный и перепускной фильтры. Многие двигатели оснащаются фильтрами Venturi®, которые направляют весь поток масла к основным деталям двигателя, а не возвращают часть его в картер. Эти фильтры отличает оптимальное соотношение высокого уровня фильтрации масла и прочности конструкции, обеспечивающей продолжительный срок эксплуатации фильтра.

Некоторые двигатели Камминз поставляются укомплектованными центробежным фильтром Fleetguard Centriguard™, использующим технологию ConeStaC™. Это **единственные**, прошедшие проверку в лаборатории, центробежные фильтры, которые превосходят по своим свойствам дисковые перепускные фильтры Fleetguard. Любые дополнительные системы фильтрации **должны** отвечать всем требованиям соответствующего руководства по применению.

Засорение фильтра

Во время нормальной работы двигателя моторное масло засоряется в результате попадания в него как продуктов горения, так и продуктов износа и окисления. Масляные фильтры двигателя **не** засоряются, если соблюдается регулярная периодичность замены масла, и оно сохраняет все качества, необходимые для обеспечения оптимальной работы двигателя. Засорение фильтра свидетельствует о том, что он выполняет свои функции, удаляя частицы и отложения из масла. Засорение фильтра является результатом, а **не** причиной неисправностей двигателя и проблем со смазочным маслом.

Следует определить причины засорения фильтра, поскольку засорение **может** быть сигналом серьезной неисправности двигателя, которую **необходимо** устранить. Ниже приводятся наиболее распространенные причины засорения фильтра:

> Чрезмерное загрязнение масла

Это происходит после того, как исчерпываются возможности масла по удалению загрязняющих веществ. В засоренных таким образом фильтрах образуется большой органический осадок.

Этот вид засорений вызван топливной сажей, продуктами окисления и сгорания, которые скапливаются в масле в таком количестве, что фильтр не может удалить их полностью. Причинами засорения являются большие интервалы между заменами масла, некачественное техобслуживание и частые прорывы картерных газов.

> Низкая дисперсионная способность

Причиной этого является попадание охлаждающей жидкости в картер или конденсация в нем влаги. Скопившаяся влага ухудшает работу дисперсанта масла, поэтому топливная сажа и нагар слипаются и выпадают в осадок. Охлаждающая жидкость и влага, скопившиеся в картере, также могут привести к выпадению в осадок определенных присадок масла и засорению фильтра.

> Образование эмульсии или геля

Этот вид засорения вызван скоплением влаги или охлаждающей жидкости в масле. Это часто происходит, когда в баке для хранения топлива содержится влага в количестве, не превышающем 0,5%. Засорение фильтра происходит практически сразу после попадания в двигатель такого масла.

При проведении разработанных фирмой Камминз испытаний двигателя, используемых в Европе и Северной Америке для оценки показателей масла, определяется способность масла противостоять засорению фильтра. Кроме того, для контроля образования органического осадка и обеспечения максимального срока службы фильтра применяется специальное многослойное дисковое фильтрование.

РАЗДЕЛ 8: ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЗАМЕНЫ МАСЛА

Факторы, определяющие периодичность замены масла

При определении периодичности замены масла фирма Камминз рекомендует учитывать рабочий цикл и степень засорения масла. Засорение масла происходит на любых двигателях независимо от их конструкции.

Регулярность замены масла и фильтров является необходимым условием нормальной работы двигателя. Фильтры **необходимо** менять одновременно с маслом.

Засорение масла - это результат нормальной работы двигателя. Степень загрязнения масла также зависит от нагрузки двигателя, используемого топлива и условий окружающей среды. Лабораторные и эксплуатационные испытания машин выявили взаимосвязь между общим количеством расходуемого двигателем топлива и уровнем загрязнения масла, при котором двигатель может продолжать нормально работать. Существует предельное количество загрязнений, которое масло может абсорбировать, продолжая нормально работать. Соотношение количества расходуемого топлива и степени загрязнения масла является тем показателем, который используется для определения периодичности замены масла.

Способы определения периодичности замены смазочного масла и фильтра:

- > Фиксированный способ (пробег/моточасы)
- > Способ определения по рабочему циклу (рабочие условия)

Более подробную информацию о периодичности замены масла и фильтров **следует** получить из таблиц и схем, приведенных в соответствующей инструкции по эксплуатации и техобслуживанию.

Система непрерывной замены масла Centinel®

Фирма Камминз разработала систему Centinel® для непрерывной замены использованного масла в двигателе. В этой системе используется компьютер для контроля работы двигателя и поддержания приемлемого состояния масла. Благодаря этому система сохраняет масло в чистом состоянии, что позволяет значительно увеличить периодичность замены фильтров и масла. В специально разработанных масляных фильтрах Fleetguard® ES используется улучшенная конструкция и более качественные уплотнения, что обеспечивает более длительный срок их эксплуатации, поэтому их следует использовать совместно с системой Centinel®. Чтобы определить, какую из систем Centinel® следует использовать, обратитесь в ближайший сервисный центр Камминз.

РАЗДЕЛ 9: АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАННОГО МАСЛА

Взятие образцов масла

Следует установить такую периодичность взятия образцов масла, которая позволит провести сравнительный анализ выявленных закономерностей марок масла. Для правильного применения анализа масла необходимы исходные данные. Эти данные должны включать следующие показатели:

- > Серийный номер/модель двигателя
- > Километраж/моточасы использования масла
- > Километраж/моточасы работы нового/отремонтированного двигателя
- > Используемое масло (марка, категория технических характеристик и степень вязкости)
- > Дата взятия образцов
- > Применение двигателя
- > Количество добавленного нового масла с момента последней его замены
- > Дата последнего техобслуживания двигателя.

Образец, взятый на анализ, **должен** представлять масло, используемое в двигателе. При взятии проб руководствуйтесь следующими правилами:

- > Прежде чем приступить к взятию проб дайте двигателю прогреться до рабочей температуры. Тем самым гарантируется, что в отбираемых пробах будет репрезентативный уровень загрязнения масла.
- > Последующие пробы **следует** брать в том же месте, действуя аналогичным образом.
- > Прежде чем залить новое масло, возьмите образец используемого масла.
- > Для сбора образцов масла используйте чистую и сухую емкость.

Существует три способа взятия проб масла для анализа. Для пробы возьмите не менее 118 мл масла одним из следующих способов:

- > Взятие пробы через пробоотборный краник:
Краник установлен с внутренней стороны фильтра. Перед взятием пробы протрите краник, прогрейте двигатель до рабочей температуры, после чего откройте краник. После того как застоявшееся масло вытечет, возьмите пробу масла из струи, подаваемой двигателем, работающим на холостых оборотах.
- > Взятие пробы из штуцера Compucheck®
Шланг с адаптером Compucheck® необходимо подключить к штуцеру головки фильтра Compucheck®. Перед взятием пробы тщательно протрите штуцер Compucheck®. После того как двигатель прогреется до рабочей температуры, пробу масла можно взять из штуцера Compucheck®; при этом двигатель должен работать на низких холостых оборотах.
- > Взятие пробы из вакуумного насоса:
Длина трубки больше длины масломерного щупа, что позволяет опустить ее на 25 - 50 мм ниже уровня масла в баке, закрепленным на вакуумном ручном насосе. Сразу же после останова двигателя, прогретого до рабочей температуры, возьмите пробу масла и поместите ее в чистую сухую емкость. **Не** допускайте взятия пробы масла со дна поддона картера, поскольку в пробу попадет лишний осадок и результаты анализа будут неправильными. После каждого взятия проб заменяйте трубку во избежание вторичного загрязнения образцов масла.

Проверка степени загрязнения масла

Результаты проведенного анализа масла можно использовать для контроля уровня загрязнения двигателя, который может указывать на наличие таких неисправностей, как плохая фильтрация воздуха, утечка охлаждающей жидкости, разжижение топлива и износ металлических деталей, что свидетельствует о неисправности двигателя. Важно провести анализ нового (неиспользованного) масла, чтобы определить исходные параметры.

По этой технологии необходимо провести сравнение результатов анализа использованного и нового масла. Степень отличия масла от нового является показателем, необходимым для осуществления контроля за системой. К основным характеристикам масла, которые служат индикаторами отклонения от нормы следует отнести уровень загрязнения масла (топливом, сажей, кремнием, бором, натрием, калием), а также вязкость масла и точка его возгорания. Общие нормы определения загрязнения масла представлены в таблице 2.

Таблица 2: Нормы определения загрязнения масла

Характеристика	Норма	
Изменение вязкости при 100°C (ASTM- D445)	±1 по шкале вязкости SAE или 5 сСт относительно значения для нового масла	
Разжижение топлива	5%	
Общее щелочное число (TBN) (ASTM D-4739)	Минимум 2,5 или половина значения для нового масла, или значение, равное TAN (общее кислотное число)	
Содержание воды по ASTM (D-95)	максимум 0,5%	
Потенциальные загрязняющие вещества:		
Кремний (Si)	на 15 ppm больше, чем в новом масле	
Натрий (Na)	на 20 ppm больше, чем в новом масле	
Бор (B)	на 25 ppm больше, чем в новом масле	
Калий (K)	на 20 ppm больше, чем в новом масле	
Сажа (wt %)	Средний уровень В и С	Другие двигатели
ТУ 20078	3,0%	7,5%
ТУ 20076	3,0%	6,3%
ТУ 20072	3,0%	5,0%
ТУ 20075	1,5%	1,5%

- > Представленные выше нормы даны **только** для справки. Поэтому, если полученные значения соответствуют приведенным в таблице, это **не** значит, что масло пригодно для дальнейшего использования.
- > ASTM регулярно публикует способы проверки степени загрязнения масла в Ежегодном каталоге стандартов.
- > Химический анализ масел может быть выполнен с использованием различных методов, например, атомно-эмиссионной спектроскопии (AES), атомно-абсорбционной спектроскопии (AAS) и ионно-связанной плазмы (ICP). Это **нестандартные** методы ASTM; однако, в большинстве лабораторий могут определить количество содержащихся в масле металлических частиц, используя один из приведенных выше методов. Результаты анализа проб масла, полученные в одной лаборатории по одной и той же технологии, можно легко сравнить.

Значения приведенных выше норм являются достаточными для проведения проверки двигателя, его техобслуживания, определения причины загрязнения масла или полной замены масла. Однако **не стоит** разбирать двигатель, опираясь только на результаты анализов масла. Помимо дальнейших исследований, рекомендуется в первую очередь заменить масло. Абсолютные значения приведенных выше параметров меняются в зависимости от километража, моточасов работы двигателя, ёмкости картера двигателя и уровня расхода масла.

Если у Вас появились вопросы, на которые невозможно ответить, опираясь на приведенный в настоящем бюллетене материал, обратитесь в сервисную службу фирмы Камминз.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Применение результатов анализа

Для операторов дизельного двигателя результаты анализа состава использованного масла имеют два варианта применения.

1. Проверка уровня загрязнения

Анализ отработанного масла позволяет контролировать уровень загрязнения масла и указывает на попадание в него загрязняющих веществ, чрезмерный расход топлива (разжижение), утечки охлаждающей жидкости, образование сажи и чрезмерный износ деталей двигателя. Общие нормы определения загрязнения масла представлены в таблице 2. Эти сведения носят **лишь** рекомендательный характер. Поэтому, если полученные значения соответствуют приведенным в таблице, это не значит, что масло пригодно для дальнейшего использования. Анализ использованного масла – это **не** единственный критерий для определения периодичности замены масла.

Высокий уровень содержания кремния в использованном масле свидетельствует о его загрязнении, вызванном неисправностью во впускной системе фильтрации. Иногда инородные частицы проникают в двигатель из загрязненного моторного масла со стороны его впуска. Кроме того, в использованном масле может быть высокое содержание меди и свинца, вызванное износом материала подшипника, при этом уровень хрома и железа может не повыситься.

Присутствие топлива в отработавшем моторном масле указывает на загрязнение топлива (разжижение). Об этом же может свидетельствовать и падение температуры возгорания и вязкости до уровня, ниже рекомендованного по SAE. Низкая термоустойчивость топлива приводит к его окислению при температуре, равной температуре масла в поддоне картера. Взаимодействие такого загрязненного масла с материалом подшипников и их вкладышей может привести к дальнейшему повышению содержания свинца в масле.

О загрязнении охлаждающей жидкостью свидетельствует высокий уровень содержания антикоррозийной присадки, проникшей в масло. Это приводит к повышению содержания натрия, калия, бора и кремния в масле. Содержание натрия и калия зависит от того, какая антикоррозийная присадка использовалась. Помимо прочего в отработанном масле могут присутствовать гликолевые компоненты антифриза. Высокое содержание гликолевых компонентов **не** всегда наблюдается в вытекающей охлаждающей жидкости, поскольку эти компоненты при взаимодействии с определенными составляющими масла становятся неустойчивыми и испаряются при температуре маслобензонасоса двигателя. Гликоль, образующийся при температуре, равной температуре масла в маслобензонасосе, вступает в реакцию с материалом, из которого изготовлены подшипники и их вкладыши, в результате чего в масле повышается содержание свинца.

Содержание сажи в моторном масле измеряется в процентах по весу и определяется с помощью термогравиметрического или спектроскопического анализа. Сажа, попавшая в масло, находится в нем, не причиняя вреда до тех пор, пока не ослабеет действие присадок, после чего она начинает собираться в более крупные частицы. Усиливается износ клапанов и механизма форсунок, что приводит к повышенному образованию сажи и дальнейшему износу. В результате износа клапанов и механизма форсунок в масле повышается содержание железа. Повышенное содержание сажи и продуктов износа приводят к образованию отложений в двигателе. Новые масла, отвечающие требованиям ТУ 20078 и ТУ 20076 (CI-4 и CH-4+ по API), не дают осесть большему количеству сажи. Поэтому допустимое содержание сажи в масле было увеличено до 5,0% по весу.

Чрезмерный износ деталей двигателя приводит к большому скоплению металлических частиц в отработанном масле. Применить нормы для отбраковки масла можно только для двигателей, работающих в равных условиях и использующих одинаковое масло. Количество металлических частиц в масле зависит от двигателя, нагрузки, мощности системы смазки, километража и моточасов, отработанных маслом, расхода масла двигателем и т.д. В двигателях с большим заправочным объемом масла содержание металлических частиц ниже, чем в двигателях с небольшим заправочным объемом, поскольку частицы находятся в большем количестве масла. В двигателях с низким расходом масла содержание металлических частиц выше, чем в двигателях с высоким расходом, так как в промежутках между заменами масла не происходит смешение с новым маслом. Уровень расхода масла может изменить содержание металлических частиц в отработанном масле в два раза и скрывать двойную степень износа двигателя, свидетельствующего о его неисправности. Определить степень износа двигателя невозможно, не зная расход масла. Содержание металлических частиц, появившихся в масле в результате износа, напрямую зависит от километража и моточасов, отработанных маслом. Увеличение километража и моточасов в два раза практически вдвое увеличивает содержание металлических частиц в масле. Информация о содержании металлических частиц в масле бесполезна, если нет данных о расходе масла, километраже и моточасах, а также данных анализа нового масла.

Сильный износ, который может свидетельствовать о наличии неисправности, обычно **только** приводит к увеличению содержания частиц одного или двух металлов. Чтобы определить, в норме ли уровень содержания металлических частиц в масле, лучше всего сравнить его с показателями предыдущей пробы масла этого же двигателя. Детали двигателя, содержащие медь и свинец, могут стать химически активными в результате смены масла, а соответственно и его присадок. Это часто приводит к резкому (в десятки раз) повышению содержания меди и свинца в отработанном масле. Такая ситуация, вызванная указанными причинами, **не** должна являться поводом для беспокойства. После нескольких замен масла другим видом масла эти компоненты утратят химическую активность. Постепенно уровень содержания металлических частиц вернется в норму.

Никогда не разбирайте двигатель, исходя только из результатов анализа масла. Проведите дополнительную диагностику неисправностей, чтобы определить, есть ли какие-то проблемы. Если по результатам анализа есть подозрение на неисправность, откройте полнопоточный масляный фильтр и проверьте наличие различных невооруженным глазом металлических частиц в фильтре.

2. Определение периодичности эксплуатации и техобслуживания

Фирма Камминз **не** рекомендует использовать результаты анализа масла для определения периодичности техобслуживания. Анализ масла позволяет только оценить, насколько правильно выбрана периодичность техобслуживания. Чтобы определить, правильно ли оценена периодичность техобслуживания, на основании результатов анализа масла, **необходимо**, чтобы двигатель проработал за этот период около 10000 - 15000 моточасов (800000 - 1100000 км). Если периодичность оценена правильно, то по истечении этого срока условия работы двигателя останутся на приемлемом уровне. Ошибочно установленная слишком большая периодичность техобслуживания может сократить срок эксплуатации двигателя на 50%.

Определение периодичности техобслуживания по результатам анализа масла – дело слишком сложное, требующее много времени и больших затрат. Стоимость создания базы данных для определения периодичности техобслуживания одного двигателя может достигать нескольких сот долларов. Это вызвано необходимостью анализа образцов масла более точными и дорогостоящими аналитическими методами. Во время сбора данных необходимо учитывать расход масла, поскольку эта информация используется для преобразования значения содержания (PPM) металлических частиц и степень износа. Часто к концу длительного интервала между техобслуживаниями двигателя потребление масла увеличивается в 2-4 раза.

Например, двигатель, расходующий кварту масла на 3220 км в течение первых 8050 км пробега, будет расходовать кварту масла на 805 км в течение последующих 32200 км. Медленное накопление металлических частиц отражает возросший расход масла, а **не** низкий уровень износа, поскольку добавляется новое масло. Во избежание значительного сокращения срока службы двигателя до капитального ремонта необходимо, чтобы к концу периода между техобслуживаниями степень износа двигателя оставалась на низком уровне.

На основе проверок контроля качества нового моторного масла было разработано много процедур тестирования отработанного масла. При проверке нового моторного масла они показывают, какие химически активные присадки в нем присутствуют. Они гарантируют, что при каждом смешении масло будет содержать определенное количество присадок. При применении этих тестов к загрязненному отработанному маслу полученные данные **не** будут иметь значения, поскольку в отработанном масле присадки изменяют свой химический состав.

Известные методы анализа состава масла **не** определяют, все ли химические присадки израсходованы, и перестали ли они защищать детали двигателя от износа и образования отложений. Низкий уровень содержания металлических частиц в пробах отработанного масла может свидетельствовать всего лишь о высоком расходе масла и смешении с новым заправляемым маслом. Кроме того, низкий уровень содержания металлических частиц в пробах отработанного масла может указывать на загрязнение и присутствие в масле продуктов износа. Если масло используется после наступления предела загрязнения, то продукты износа и загрязняющие вещества начинают образовывать отложения. Это приводит к снижению уровня содержания металлических частиц в масле с увеличением пробега и количества отработанных моточасов. Это **не** значит, что степень износа уменьшилась, а состояние масла улучшилось. Это значит, что результаты анализа сильно загрязненного масла не имеют смысла.

Значения, приведенные в таблице 2, даются **только** для справки. Абсолютное значение этих цифр варьируется в зависимости от ситуации.

Последняя редакция: 13 февраля 2002 года