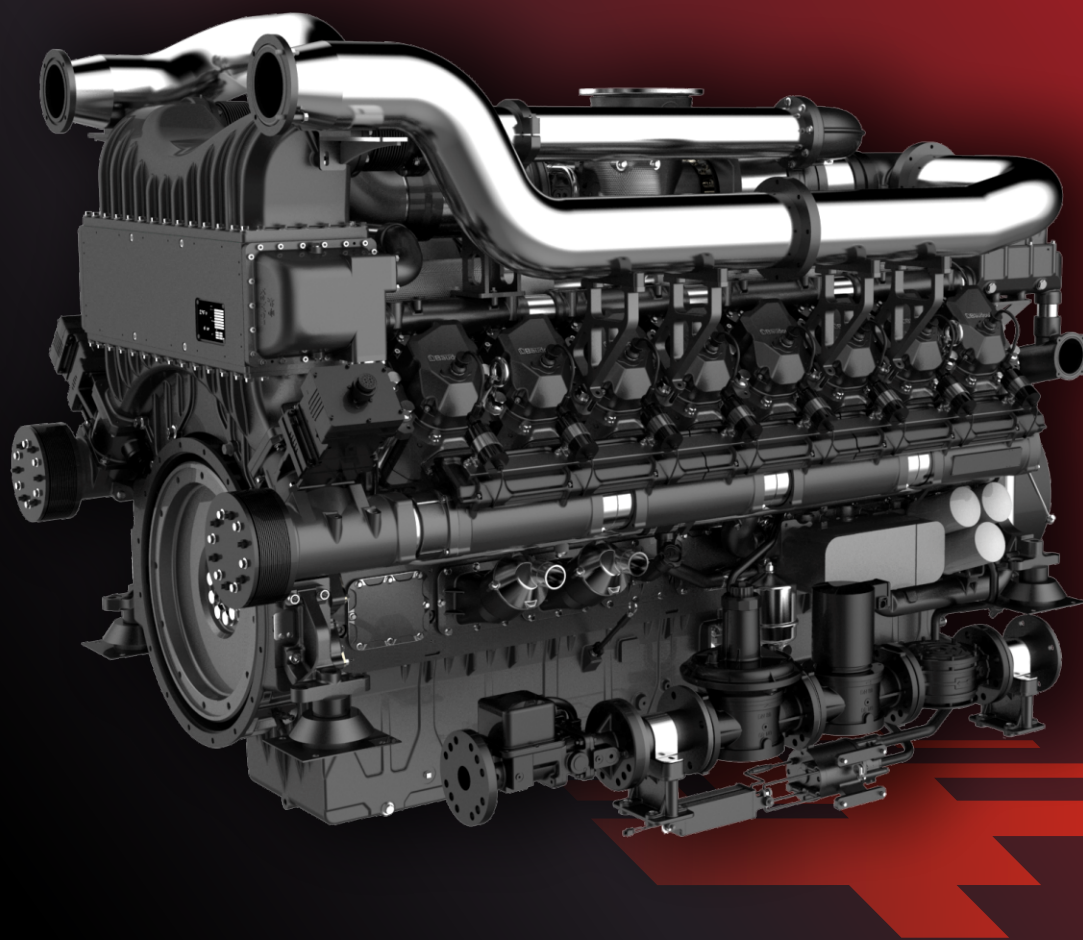




Руководство по выбору рабочих жидкостей

газопоршневых и дизельных двигателей



Рекомендации по рабочим жидкостям

Дизельное топливо – Смазочное масло– Охлаждающая жидкость

FRWPV2001

www.volga-ind.ru

Предисловие

■ Отказ от ответственности

Цель данного руководства - предоставить пользователям достоверную общую информацию. Оно указывает на рекомендации по правильным и безопасным процедурам. Компания Волжские Индустриальные Двигатели (далее - Компания) не несет никакой ответственности за проблемы, возникающие в результате несоблюдения рекомендаций данного руководства.

Информация, содержащаяся в руководстве, основана на информации, доступной на момент печати. В соответствии с политикой постоянного развития и совершенствования Компании, информация может измениться в любое время без предварительного уведомления. Поэтому пользователи должны убедиться, что перед началом любой работы у них на руках актуальное руководство.

Примечание!

Данное руководство является дополнением к Руководству по эксплуатации и техническому обслуживанию двигателя и не заменяет конкретное Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию. Информация, представленная в этом руководстве, является последней доступной информацией о жидкостях, применяемых в двигателях.

■ Гарантия

Неисправности, вызванные использованием ненадлежащих жидкостей, рекомендованных Компанией, не являются заводскими дефектами и, следовательно, не покрываются гарантией.

Чтобы избежать потенциального повреждения двигателя приобретайте фильтры только через вашего дилера или, по возможности, через авторизованные магазины. Для получения списка авторизованных магазинов запчастей обратитесь к своему дилеру.

■ Безопасность

Большинство несчастных случаев, связанных с эксплуатацией двигателя, вызваны несоблюдением основных правил безопасности или мер предосторожности. Несчастного случая часто можно избежать, распознав потенциально опасные ситуации до того, как произойдет несчастный случай. Персонал должен быть внимателен к потенциальным опасностям. Персонал также должен обладать необходимой подготовкой, навыками и инструментами для надлежащего выполнения этих функций.

Вы не должны использовать двигатель каким-либо способом, отличным от того, который описан в руководствах. Вы должны знать все правила безопасности и меры предосторожности, применимые к эксплуатации двигателя в месте использования, включая правила и меры предосторожности, применимые к месту работы.

Если используется инструмент, процедуры, методы работы, не рекомендованные Компанией, вы должны убедиться, что это безопасно для персонала. Вы также должны убедиться, что продукт не будет поврежден или станет небезопасным.

Примечание!

Обратитесь к Руководству по эксплуатации и техническому обслуживанию вашего двигателя. Прочитайте и поймите основные меры предосторожности, перечисленные в разделе "Безопасность", прежде чем выполнять какие-либо операции с вашим двигателем. Если эти предупреждения не нужны, в противном случае это может повлечь за собой повреждения или смерть.

Оглавление.....	1
1 — Дизельное топливо	1
1.1 Общие сведения.....	1
1.2 Информация о дизельном топливе	2
1.3 Характеристики дизельного топлива	4
1.4 Рекомендации по выбору топлива	11
1.5 Дистиллятное дизельное топливо	11
1.6 Биодизельное топливо (биодизель)	27
2 – Смазочные масла	36
2.1 Общие сведения.....	36
2.2 Охрана окружающей среды.....	37
2.3 Хранение	37
2.4 Функции смазочного масла	38
2.5 Категории смазочных масел.....	39
2.6 Рекомендации по выбору смазочного масла	46
2.7 Интервалы замены масла	50
2.8 отбор проб масла	51
2.9 Анализ масла.....	53
3 – Охлаждающая жидкость.....	59
3.1 Общие сведения.....	59
3.2 Функции охлаждающей жидкости	60
3.3 Состав охлаждающей жидкости	61
3.4 Классификация охлаждающих жидкостей.....	70
3.5 Стандарт охлаждающей жидкости.....	71
3.6 Выбор охлаждающей жидкости.....	71
3.7 Обслуживание охлаждающей жидкости.....	77

1 – Дизельное топливо

1.1 Общие сведения

- Топливо должно соответствовать конкретным условиям эксплуатации двигателя. Приобретайте топливо у проверенного поставщика. Топливо должно иметь все соответствующие сертификаты качества.
- Используйте топливо, которое полностью соответствует требованиям Компании. Для выбора используйте таблицу «Спецификация по выбору дизельного топлива» в разделе «Дистиллированное дизельное топливо».
- Подтвердите правильность выбора топливного фильтра, совместимость топливного фильтра и применяемого топлива.
- Используйте обслуживаемый топливный бак.
- Для дополнительной очистки, в случае необходимости, установите дополнительные фильтры-коалесцеры для очистки дизельного топлива от влаги.
- Регулярно проверяйте дизельное топливо на наличие микроорганизмов. В случае наличия замените топливо. Утилизируйте несоответствующее топливо надлежащим образом в соответствии с местными правилами.
- Каждые три (3) месяца проводите полный анализ топлива в соответствии с таблицей «Спецификация для дизельного топлива». При необходимости примите корректирующие действия – обработку топлива, очистку бака и топливной системы, замену топлива.
- Ежедневно сливайте влагу из топливного бака. Проверяйте топливо на наличие механических частиц, при необходимости промойте топливный бак.
- Установите фильтры-сепараторы от влаги в месте хранения топлива и на двигатель.
- Заменяйте топливные фильтры с требуемым интервалом обслуживания. Заполните топливом новые фильтры перед установкой. Используйте топливоподкачивающий насос для удаления воздуха из системы и заполнения топливом.

Примечание!

- *Настоящие требования, касающиеся хранения и ухода за топливом не являются всеобъемлющими, пожалуйста руководствуйтесь местными правилами по безопасности, охране труда, поставщиков топлива.*
- *Фильтры спроектированы и изготовлены для обеспечения оптимальной требуемой производительности и защиты компонентов топливной системы.*
- *Если двигатель предназначен только для дизельного топлива – не добавляйте в топливо смазочное масло.*
- *Добавление нефтепродуктов/присадок/масла в топливо может повысить уровень серы в топливе. Это может привести к загрязнению топливной системы и снижению производительности.*

1.2 Информация о дизельном топливе

1.2.1 Дизельное топливо №1 и №2

Двумя основными видами дизельного топлива являются дизельное топливо № 1 и дизельное топливо № 2.

Дизельное топливо № 1-это зимнее дизельное топливо, а дизельное топливо № 2-наиболее распространенное летнее дизельное топливо. В течение зимы поставщики топлива, как правило, смешивают дизельное топливо № 1 и № 2 в различных пропорциях для удовлетворения потребностей при низкой температуре окружающей среды для данной области или региона.

Дизельное топливо № 2 является более тяжелым дизельным топливом, чем дизельное топливо № 1. В холодную погоду более тяжелое топливо может вызвать проблемы с топливными фильтрами, топливопроводами, топливными баками. Более тяжелые дизельные топлива, такие как дизельное топливо № 2, могут использоваться в дизельных двигателях, работающих при низких температурах, с соответствующим количеством хорошо зарекомендовавшей себя присадки, снижающей температуру застывания. Для получения дополнительной информации о топливе, включающем смеси дизельного топлива № 1 и № 2, обратитесь к своему поставщику топлива. При использовании дизельного топлива № 2 или других более тяжелых видов топлива некоторые характеристики топлива могут помешать успешной работе в холодную погоду.

Существует несколько способов для изменения характеристик топлива (в том числе вязкости), которые можно использовать для компенсации работы в холодное время года.

■ Способы компенсации

Способы заключаются в применении дополнительных устройств, таких как подогреватели охлаждающей жидкости, топлива и т.д. Кроме того клиент может смешивать топливо №1 и №2 в требуемых пропорциях для получения требуемых характеристик.

◆ Пуск вспомогательных устройств

Использование вспомогательного средства для запуска является обычным методом помощи при холодном запуске в условиях низких температур. Для двигателей Компании доступны различные средства запуска. Следуйте рекомендациям, предоставленным производителем.

◆ Подогреватели охлаждающей жидкости

Подогреватели охлаждающей жидкости двигателя нагревают охлаждающую жидкость двигателя. Нагретая охлаждающая жидкость проходит через блок цилиндров. Поток нагретой охлаждающей жидкости поддерживает двигатель в тепле. Теплый двигатель легче заводится в холодную погоду. Большинство нагревателей охлаждающей жидкости используют электрическую энергию. Для этого типа обогревателей необходим источник электроэнергии. В качестве источника тепла доступны другие подогреватели, которые сжигают топливо.

Проблемы с точкой воскования топлива могут привести к закупорке топливных фильтров. Проблемы с точкой воскования топлива не могут быть устранены с помощью подогревателей охлаждающей жидкости двигателя. Это особенно важно для фильтров, которые охлаждаются потоком воздуха во время работы.

◆ Подогреватели топлива

Подогреватель топлива нагревает топливо выше точки воскования, устанавливается перед топливным фильтром. Это предотвращает засорение фильтра воском.

Топливо может проходить через насосы и трубопроводы при температурах ниже точки воскования. Точка воскования часто находится выше точки застывания топлива.

При экстремально низких температурах может потребоваться подогрев топлива, для предотвращения засорения фильтров. Существует несколько типов топливных подогревателей. Подогреватели обычно используют в качестве источника тепла охлаждающую жидкость двигателя или выхлопные газы. Использование подогревателя топлива может устранить некоторые проблемы при работе в холодную погоду. Топливный подогреватель должен быть установлен таким образом, чтобы топливо нагревалось перед поступлением в топливный фильтр. Эта система может быть неэффективна, содержащая в топливе большое количество грязи или воды.

◆ Деаисеры

Деаисеры (антиобледенители) снижают температуру замерзания влаги в топливе. Антиобледенители, как правило, не требуются при использовании топливных нагревателей. Если у вас возникнут проблемы, обратитесь к поставщику топлива за рекомендациями по выбору присадок.

Примечание!

- При использовании подогревателей топлива не допускайте, чтобы температура топлива поднималась выше 52°C (125°F). Никогда не превышайте 75°C (165°F) при использовании топлива. Высокие температуры топлива влияют на вязкость топлива. При снижении вязкости топлива ниже 1,8 сСт, топливный насос может выйти из строя.
- Перегрев топлива или топливного фильтра может привести к повреждению двигателя. Соблюдайте осторожность при нагреве дизельного топлива.
- Отключите подогреватель топлива в теплую погоду. При слишком высокой температуре подачи топлива произойдет недопустимая потеря вязкости топлива и мощности двигателя.

1.2.2 Содержание серы в дизельном топливе

Сера является естественным компонентом дизельного топлива. В зависимости от уровня серы, содержащейся в дизельном топливе, его можно разделить на 3 типа: Дизельное топливо с низким содержанием серы (LSD), Дизельное топливо с ультранизким содержанием серы (ULSD) и дизельное топливо без серы

■ Дизельное топливо с низким содержанием серы

Дизельное топливо с низким содержанием серы содержит максимум 0,035 % (350 мг/кг) серы по весу. Как дизельное топливо с ультранизким содержанием серы, так и дизельное топливо с низким содержанием серы должны соответствовать требованиям к топливу, изложенным в последней редакции стандарта "EN 590".

■ Дизельное топливо с сверхнизким содержанием серы

Дизельное топливо с ультранизким содержанием серы содержит максимум 0,005 % (50 мг/кг) серы по весу.

Удаление серы и других соединений в дизельном топливе со сверхнизким содержанием серы снижает проводимость дизельного топлива со сверхнизким содержанием серы и повышает его способность накапливать статический заряд. Нефтеперерабатывающие заводы, возможно, добавляют специальную присадку. Однако существует множество факторов, которые со временем могут снизить эффективность добавки. Статические заряды могут накапливаться в дизельном топливе со сверхнизким содержанием серы, когда оно проходит через системы подачи топлива. Разряд статического электричества при наличии горючих паров может привести к пожару или взрыву. Поэтому важно убедиться, что вся система, используемая для заправки вашего двигателя (топливный бак, насос подачи топлива, топливопровод, форсунка и пр.), правильно заземлена и закреплена. Проконсультируйтесь с поставщиком топлива или топливной системы, чтобы убедиться, что система подачи топлива соответствует требуемым стандартам.

Примечание!

Дизельное топливо со сверхнизким содержанием серы представляет большую опасность статического воспламенения, чем более «грязные» составы дизельного топлива, с более высоким содержанием серы, что может привести к пожару или взрыву.

■ Дизельное топливо, не содержащее серу

Дизельное топливо со сверхнизким содержанием серы содержит максимум 0,0010 % (10 мг/кг) серы и обычно называется "безсернистым". Этот уровень серы определен в "Европейском стандарте EN 590:2004".

1.2.3 Присадки к топливу

Существует ряд присадок к топливу, которые снижают температуру застывания и температуру закупорки фильтра (CFPP) дизельного топлива. Они обычно называются добавками, снижающими температуру застывания, добавками, улучшающими холодный поток, модификаторами восковых кристаллов или добавками, улучшающими текучесть (и могут быть в совокупности названы "Зимними добавками").

Некоторые добавки могут снизить температуру застывания до 21°C [70°F], а CFPP-до -1°C [30°F]. Исследование зимних смесевых топлив показало, что большой процент коммерчески продаваемого дизельного топлива был обработан зимней присадкой. Перед покупкой такой присадки для обработки топлива спросите поставщика топлива, содержит ли топливо уже зимнюю присадку. В зависимости от количества и типа присадки, уже содержащейся в топливе, дополнительные присадки могут не понадобиться.

Эти добавки изменяют размер и форму кристаллов воска, позволяя перекачивать топливо при более низких температурах. Производительность добавок варьируется в зависимости от типа парафина и содержания обрабатываемого топлива. В суровых погодных условиях могут потребоваться подогреватели топлива в дополнение к присадкам.

1.2.4 Уход и техническое обслуживание топливных баков

Очистка топливного бака - это серьезная операция, которая требует полного опорожнения резервуара и должна выполняться только профессионалами. Поэтому она проводится нечасто, обычно по истечении нескольких лет, в соответствии с (установленными законом) требованиями к проверке и техническому обслуживанию. Хороший уход может помочь продлить период до следующей очистки резервуара.

Измерения уровня воды на дне могут быть выполнены в соответствующий промежуток времени (с помощью автоматического измерения или регулярного измерения), при необходимости вода может быть удалена. Это важно, так как любая вода и осадок могут быть перемешаны с топливом при заполнении резервуара/бака.

Практически невозможно получить топливо с отсутствием воды. Оборудование, резервуары и насосные системы должны регулярно проверяться и обслуживаться. Топливо следует периодически проверять на наличие воды, убедитесь что топливо поступающее в двигатель содержит менее 200 мг/кг.

1.3 Характеристики дизельного топлива

Характеристики топлива включают кинематическую вязкость, цетановое число, смазывающую способность и т.д. Различные виды топлива имеют разные характеристики топлива. Эти характеристики топлива влияют на производительность запуска, производительность хранения и производительность потока.

■ Вязкость

Вязкость топлива является значительной, поскольку топливо служит смазкой для компонентов топливной системы. Надлежащая вязкость обеспечивает адекватные смазочные характеристики компонентов топливной системы. Топливо должно смазывать топливную систему как при очень низких, так и при очень высоких температурах. Если кинематическая вязкость топлива, подаваемого в топливный насос высокого давления или форсунки, слишком мала, могут возникнуть задиры, вызывающие неисправность.

Для двигателей, работающих на дистиллятном топливе, Компания рекомендует вязкость топлива, подаваемого в топливные насосы высокого давления, от 1,8 до 8,0 сСт (вязкость измеряется при 20°C).

Если используется топливо с низкой вязкостью, может потребоваться охлаждение топлива для поддержания вязкости 1,8 сСт или выше в топливном насосе высокого давления. Для топлива с высокой вязкостью могут потребоваться подогреватели для снижения вязкости до 8,0 сСт или менее.

■ Цетановое число

Цетановое число - это показатель качества сгорания дизельного топлива при воспламенении от сжатия. Цетановое число указывает на способность двигателя к быстрому запуску. В холодную погоду или при эксплуатации с длительными пониженными нагрузками желательно иметь топливо с более высоким цетановым числом.

Как правило, начальная температура может быть повышена примерно на 7-8°C (от 12 до 15°F) при каждом увеличении цетанового числа на десять.

Большинство видов топлива с цетановым числом выше 45 позволяют запускать двигатель при более высоких температурах наружного воздуха. В средних условиях запуска дизельным двигателям с непосредственным впрыском требуется минимальное цетановое число 45. Более высокое значение числа может потребоваться для работы на больших высотах или в холодное время года.

◆ Изменение цетанового числа

Цетановое число топлива может быть изменено при смешивании топлива с другим цетановым числом. Как правило, цетановое число смеси находится в прямой зависимости от соотношения видов топлива, которые были смешаны. Ваш поставщик топлива может предоставить информацию о цетановом числе конкретного топлива. Вы можете использовать присадки для улучшения цетанового числа топлива. Присадки оцениваются путем испытаний в специальных испытательных двигателях. Однако топливные характеристики присадок, используемых для улучшения цетанового числа топлива, отличаются от природного цетанового топлива.

■ Точка воскования

Точка помутнения/воскования топлива - это температура, при которой впервые появляются кристаллы парафина. Вы можете обнаружить кристаллы по помутнению топлива.

Этот воск не является загрязнителем топлива. Воск имеет высокое содержание топливной энергии, а воск имеет высокое значение цетана. Удаление более тяжелого воска снижает температуру воскования топлива.

Точка воскования топлива важна, поскольку может ограничить производительность топливного фильтра. Воск может изменять характеристики топлива в холодную погоду.

Твердый воск может заполнить топливные фильтры. Затвердевший воск останавливает поток топлива. Топливные фильтры необходимы для удаления грязи с топлива. Фильтры блокируют механические примеси, защищают детали системы впрыска топлива. Поскольку топливо должно проходить через фильтры, установка топливного подогревателя является наиболее практичным способом предотвращения этой проблемы.

◆ Изменение точки воскования

Вы можете снизить температуру помутнения дизельного топлива, смешав дизельное топливо с другим топливом с более низкой температурой помутнения.

На приведенном ниже рисунке приведена таблица, которую можно использовать для определения необходимой смеси для двух видов топлива с различными точками воскования. Чтобы использовать таблицу, вы должны знать точную точку для каждого вида топлива. Эту спецификацию обычно можно получить у производителя топлива. Производитель топлива может добавлять в топливо улучшители холодного потока. Улучшители холодного потока модифицируют восковые кристаллы в топливе. Улучшители холодного потока не изменяют точку воскования. Однако улучшители холодного потока сохраняют кристаллы воска достаточно маленькими, чтобы проходить через стандартные топливные фильтры.

Используйте подогреватель топлива, чтобы предотвратить проблемы, вызванные точкой воскования топлива при низких температурах. Решение применения подогревателей топлива более выгодное, чем использование присадок.

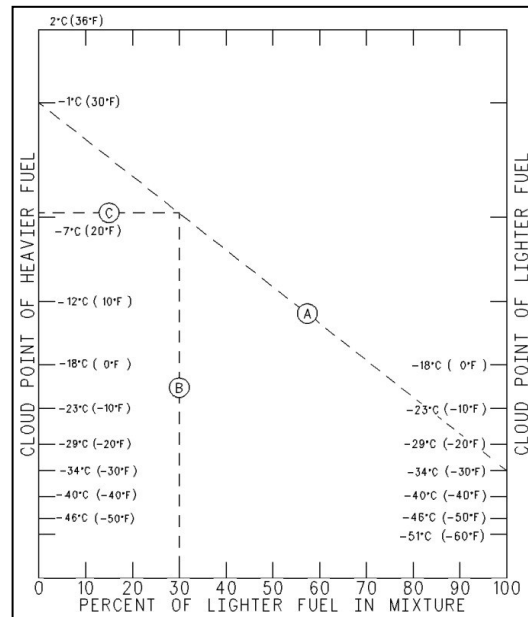


Рисунок 1 Точки воскования топливных смесей

■ **Точка застывания топлива**

Температура застывания топлива - это температура ниже точки воскования топлива. Топливо перестает течь при температуре ниже точки застывания. Температура застывания - это температура, которая ограничивает движение топлива внутри насосов.

Температуру застывания топлива можно улучшить без удаления важных элементов. Этот процесс является тем же процессом, который используется для улучшения температуры воскования топлива.

Температура застывания топлива должна быть по крайней мере на 6°C(10°F) ниже самой низкой температуры окружающей среды, необходимой для запуска двигателя и его работы. Для работы двигателя в холодную погоду может потребоваться топливо с более низкой температурой застывания.

◆ **Изменение температуры застывания**

Вы можете снизить температуру застывания топлива с помощью присадок. Вы также можете снизить температуру застывания, смешав дизельное топливо с топливом с более низкой температурой застывания. Для снижения температуры застывания дизельного топлива может использоваться дизельное топливо № 1.

На приведенном ниже рисунке приведена таблица, с помощью которой можно найти необходимую смесь для двух видов топлива с разной температурой застывания. Чтобы использовать таблицу, вы должны знать точную температуру застывания каждого топлива.

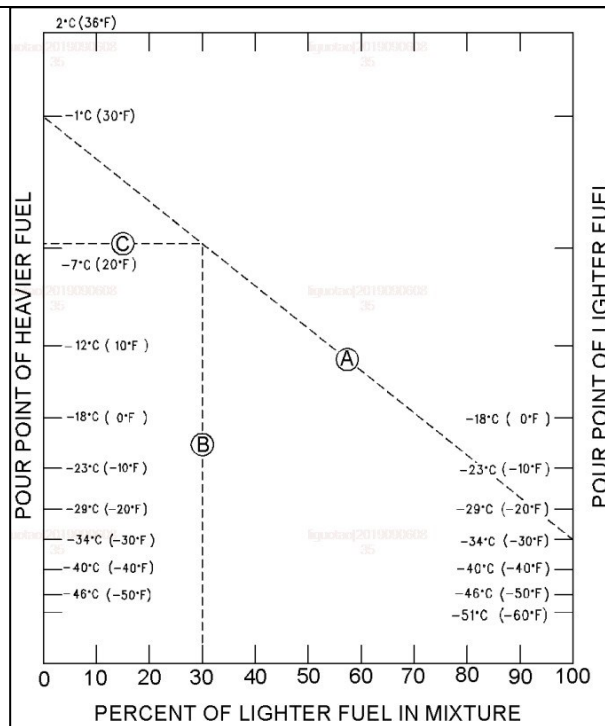


Рисунок 2 Температура застывания топливных смесей

Чтобы рассчитать количество более легкого топлива, которое требуется смешать с более тяжелым топливом, выполните следующие действия:

- Получите спецификацию температуры застывания обоих видов топлива у вашего поставщика топлива.
- Найдите точку застывания более тяжелого топлива на левой стороне. Отметьте точку.
- Найдите точку второго топлива с правой стороны. Отметьте точку.
- Проведите линию между двумя точками. Обозначьте эту линию буквой "А".
- Определите самую низкую наружную температуру для работы двигателя. Найдите эту точку на левой стороне. Проведите горизонтальную линию от этой точки. Остановите линию на пересечении линии "А". Обозначьте эту новую линию "С".
- Линия "С" и линия "А" пересекаются. Проведите вертикальную линию из этой точки. Остановите строку в нижней части таблицы. Обозначьте эту строку буквой "В". Точка в нижней части строки "В" показывает процент более легкого топлива, необходимого для изменения точки воскования или точки застывания.

Приведенный выше пример показывает, что для смешивания потребуется 30% - ная смесь более легкого топлива.

◆ Понижение температуры застывания

Присадки - хороший метод использования для снижения температуры застывания топлива. Эти добавки известны под следующими названиями: депрессоры температуры застывания, улучшители холодного потока и модификаторы воска.

Эти присадки должны быть тщательно перемешаны с топливом при температурах, превышающих точку воскования (помутнения). Присадки с топливом необходимо смешать до заправки в топливный бак.

■ Смазывающая способность

Смазывающая способность одна из важных характеристик топлива. Учитывайте смазывающую способность топлива всякий раз, когда вы эксплуатируете оборудование при низких и высоких экстремальных температурах. Кроме того, учитывайте смазывающую способность топлива всякий раз, когда вы используете топливо с меньшей вязкостью или топливо, прошедшее сепарирование. Смазывающая способность описывает способность топлива уменьшать трение между поверхностями, находящимися под нагрузкой. Эта способность уменьшает повреждения, вызванные трением.

Максимально допустимая риска от износа составляет 0,46 мм при температуре 60°C. Если смазывающая способность топлива не соответствует минимальным требованиям, проконсультируйтесь с вашим поставщиком топлива. Некоторые присадки несовместимы. Эти присадки могут вызвать проблемы в топливной системе. Проконсультируйтесь с Вашим поставщиком топлива.

Процесс, который чаще всего используется для удаления серы из топлива, называется гидроочисткой. Этот процесс также является наиболее экономичным процессом. Каждый источник сырой нефти содержит разное количество серы. Сырая нефть, как правило, требует гидрообработки для получения максимального предела содержания серы 0,035%. Сырая нефть с

высоким содержанием серы требует более строгой обработки.

Гидроочистка удаляет серу и другие компоненты из топлива. В то время как удаление серы не оказало вредного воздействия на двигатель, удаление других компонентов снижает смазывающую способность топлива. В результате пониженной смазывающей способности топливо менее устойчиво к загрязнению водой и механическими примесями. Топлива с низкой смазывающей способностью могут не обеспечивать достаточной смазки плунжеров и форсунок. Максимальный срок службы топливной системы может быть достигнут при выполнении следующих задач: использование предпочтительного дизельного топлива, использование надежного поставщика топлива и надлежащего технического обслуживания топливной системы.

■ Сера в топливе

Сера является естественным компонентом дизельного топлива. Высокое содержание серы в топливе может быть снижено с помощью технологий переработки.

Содержание серы в топливе влияет на долговечность компонентов двигателя, а также на выбросы выхлопных газов двигателя. Современные дизельные двигатели разработаны с учетом установленных требований к выбросам газов. Чтобы соответствовать этим требованиям к выбросам, двигатели тестируются и разрабатываются с топливом с определенным содержанием серы.

Максимально допустимый уровень серы в топливе регулируется различными законами и правилами о выбросах.

В дополнение к законам о выбросах, влияющих на максимально допустимый и/или приемлемый уровень серы в топливе, выделяют:

- Модель/конструкцию двигателя
- Применение двигателя
- Общее качество топлива
- Использование рекомендуемых жидкостей
- Факторы окружающей среды и специфические условия эксплуатации
- Риски в связи с повышенными затратами на топливо в сравнении с снижением срока службы двигателя
- Затраты на топливо в связи с сокращенными сроками замены масла
- Интервалы технического обслуживания

◆ Воздействие серы на дизельное топливо

Сера в топливе приводит к образованию при сгорании диоксидов серы (SO_2) и триоксидов серы (SO_3). При контакте с водой диоксида серы SO_2 и триоксида серы SO_3 может образоваться кислота. Кислота может негативно влиять на компоненты двигателя и смазывающие жидкости.

Использование топлива с повышенным или максимально допустимым содержанием серы может повлечь за собой:

- Увеличение износа компонентов двигателя
- Увеличение коррозии компонентов двигателя
- Увеличение образования сажи
- Сокращение межсервисных интервалов замены масла
- Низкая экономия топлива
- Увеличение общих эксплуатационных расходов

В зависимости от условий эксплуатации и в зависимости от технического обслуживания, потенциальные проблемы, указанные выше, могут возникнуть с любыми уровнями серы в топливе.

■ Интервалы замены смазочного масла

Уровень серы в топливе влияет на интервал слива масла. Рекомендуется провести анализ масла. Анализ масла необходим для определения интервалов слива масла при использовании топлива с содержанием серы выше 0,5% (5000 мг/кг). Проконсультируйтесь с вашим дилером для получения рекомендаций, когда уровень серы в топливе превышает 0,1% (1000 мг/кг).

Примечание!

Содержание серы в топливе выше 0,1% (1000 мг/кг) может значительно сократить интервал замены масла.

■ Содержание влаги (воды)

при низких температурах влага вызывает особые проблемы. Существует три типа влаги в топливе: растворенная влага (вода в растворе), свободная и диспергированная влага в топливе и свободная осевшая вода на дне бака.

◆ Растворенная влага

Большинство дизельных топлив содержат некоторое количество растворенной влаги. Как и влага в воздухе, топливо может содержать определенное максимальное количество влаги при любой температуре. Количество влаги уменьшается по мере снижения температуры.

◆ Свободная и рассеянная влага

Свободная и диспергированная влага представляет собой мелкие капельки воды, которые взвешены в топливе. Поскольку вода тяжелее топлива, вода медленно высвобождается и

оседает на дне бака.

Небольшие капли воды вызывают помутнение топлива. Когда температура топлива быстро понижается до температуры замерзания, влага, выходящая из раствора, превращается в мелкие частицы льда.

Частицы льда легче топлива, поэтому не оседают на дно бака. Когда этот тип влаги смешивается с топливом, эта влага заполняет топливные фильтры. Кристаллы льда засоряют топливные фильтры так же, как частицы воска.

При засоренности фильтра и отсутствии протока топлива выполните следующие шаги чтобы определить причину:

- Демонтируйте топливные фильтры.
- Вскройте топливные фильтры.
- Проверьте наличие частиц до того, как фильтр прогреется. Осмотр покажет чем забит фильтр – частицами воска или льда.

◆ Свободная/осевшая влага

Свободная влага, осевшая на дне бака, может смешиваться с топливом. Эта влага может привести к образованию льда в фильтрах. Как правило, та же сила, которая смешивает воду с топливом, также смешивает грязь и ржавчину со дна бака. В результате образуется грязная смесь топлива и воды, которая также может заполнить фильтры и остановить поток топлива.

■ Термическая стабильность и устойчивость топлива к окислению

Дизельное топливо может быстро портиться по разным причинам. Когда топливо находится под напряжением и хранится в течение длительных промежутков времени. Дегградация и окисление - это сложные химические изменения. Эти изменения приводят к образованию отложений из определенных углеводородов и следов природных азотсодержащих и серосодержащих соединений в топливе. На процесс влияют состав топлива и факторы окружающей среды.

Дизельное топливо используется в качестве охлаждающей жидкости для систем впрыска топлива высокого давления с высоконагретыми поверхностями. Термическое напряжение и повышение температуры топлива при рециркуляции часто являются причиной дегградации топлива. Образуются смолы, осадок и отложения, которые могут привести к ограничению потока топлива через топливные фильтры и системы впрыска топлива.

Некоторые продукты часто хранятся в течение длительного времени вместе с топливом в топливной системе. Топливо подвергается воздействию кислорода. Сложные реакции между кислородом и компонентами топлива могут приводить к образованию твердых частиц топлива. Твердые частицы в топливной системе могут превратиться в осадок, который находится в топливных баках, топливопроводах и топливных фильтрах. Производительность топливной системы ухудшится. Дегградация также приводит к засорению топливного фильтра, топливопроводов и образованию отложений в форсунках подачи топлива.

Биодизельное топливо и смеси биодизельного топлива обладают низкой термической стабильностью и устойчивостью к окислению по сравнению с дизельным топливом на основе нефтяных дистиллятов. Использование этих биодизелей и смесей биодизельного топлива может ускорить решение проблем, которые рассматриваются в этом руководстве.

Термическая и окислительная дегградация дизельного топлива может привести к изменению цвета топлива - потемнению. Цвет топлива не обязательно указывает на чрезмерную дегградацию, которая приводит к проблемам, описанным в этом руководстве. Но потемневший цвет топлива может быть показателем дегградации, что вызывает опасения по поводу стабильности. Для подтверждения фактического разложения топлива следует провести испытания на термическое окисление и окислительную стабильность.

◆ Термическая стабильность

Компания рекомендует использовать "Ускоренный тест на стабильность топлива (ASTM D6468)". Этот метод испытаний определяет нестабильность топлива, подвергнутого процессу термической деструкции. При данном испытании топливо подвергается ряду воздействий, аналогичных фактическим условиям эксплуатации, когда топливо охлаждает форсунки во время работы двигателя.

Испытание проводится с помощью спектрофотометра. Процент отражения топлива должен быть не менее 80 процентов после выдержки в течение 3 часов при температуре 150°C (302°F).

◆ Испытание на стабильность к окислению

В соответствии с стандартом "EN590:2004 Автомобильное дизельное топливо", испытание проводится согласно стандарта ISO 12205 Испытание и прямое измерение стабильности к окислению дизельных топлив среднего дистиллята".

Образец топлива нагревают до 95° C (203° F) в течении 16 часов, в это время через топливо прогоняют пузырьки кислорода. Затем измеряют полученное количество твердых побочных продуктов окисления. Этот тест имитирует окисление топлива при длительном хранении. Для дизельного топлива максимальное количество механических примесей не должно превышать 25 грамм на кубический метр.

Компания рекомендует для дизельного топлива, биодизельного топлива или смесей биодизельного топлива, которые будут использоваться через несколько месяцев после покупки, проводить подобные тесты, чтобы предсказать стабильность при хранении, с последующим анализом топлива. Большинство дистиллятных топлив выдерживают в течении 7 дней при температуре 80° C (176° F) – это имитирует хранение топлива в течении 4-8 месяцев. Анализ масла может быть использован для прогнозирования стабильности топлива при длительном хранении. Анализ дизельного топлива должен включать следующие тесты:

- "Термическую стабильность - ASTM D6468"
- "Топливные смолы - ASTM D381"
- "Осадки топлива-ASTM 473";

Анализ биодизельного топлива и смесей биодизельного топлива должен включать:

- "Окисление-EN14112"
- "Кислотное значение STM D664"
- "Вязкость-ASTM D445"
- "Осадки - ASTM D2709".

1.4 Рекомендации по выбору топлива

Дизельные двигатели могут использовать широкий спектр видов топлива. Эти виды топлива делятся на две общие группы. Группы называются предпочтительными видами топлива и допустимыми видами топлива.

■ Предпочтительное топливо

Предпочтительные виды топлива обеспечивают максимальный срок службы и производительность двигателя. Предпочтительными видами топлива являются дистиллятные виды топлива. Эти виды топлива обычно называются дизельным топливом, топочным маслом, газойлем или керосином. Эти виды топлива должны соответствовать п. "Спецификации для дистиллятного дизельного топлива", приведенной в этом Руководстве ниже.

■ Допустимые виды топлива

Допустимыми видами топлива являются некоторые виды сырой нефти, некоторые смеси сырой нефти с дистиллятным топливом, смеси с судовым дизельным топливом. Эти виды топлива не подходят для использования во всех двигателях. Приемлемость этих видов топлива определяется в каждом конкретном случае. Требуется полный анализ топлива. Для получения дополнительной информации обратитесь к своему дилеру.

Биодизельное топливо является одним из видов разрешенного топлива. Следуйте всем рекомендациям, приведенным в этом Руководстве, п. "Биодизельное топливо (Биодизель)".

Примечание!

Использование допустимого топлива может привести к увеличению затрат на техническое обслуживание и сокращению срока службы двигателя.

Использование топлива, которое не соответствует, по крайней мере, минимальным требованиям, может привести к снижению производительности компонентов и/или выходу из строя компонентов двигателя. Проблемы/сбои, вызванные использованием топлива, которое не соответствует минимальному рекомендуемому и/или требуемому уровню производительности, не являются заводскими дефектами Компании и, следовательно, не покрываются гарантией. Поставщик топлива и заказчик несут ответственность за такие проблемы.

1.5 Дистиллятное дизельное топливо

1.5.1 Выбор дизельного топлива

Примечание!

Требования к жидкостям для дизельных двигателей приведены в конкретных руководствах по эксплуатации и техническому обслуживанию двигателя, а также в данном руководстве.

Проконсультируйтесь с Вашим дилером.

Компания не в состоянии постоянно оценивать и отслеживать многочисленные мировые стандарты дистиллятного дизельного топлива и их текущие изменения, которые публикуются правительствами и технологическими обществами.

"Стандарт и методы испытаний дизельного топлива" обеспечивает надежную основу для оценки дистиллятных дизельных топлив, полученных из обычного сырья (сырая нефть, сланцевая нефть, нефтеносные пески и т.д.) для использования в дизельных двигателях.

Используя спецификацию дистиллятного дизельного топлива в качестве базы, гораздо проще определить любые потенциальные экономические и/или эксплуатационные компромиссы, а также общую приемлемость при использовании топлива с различными характеристиками и уровнями качества.

- При необходимости получите дизельное топливо, которое либо используется, либо планируется использовать, протестированное в соответствии со спецификацией дистиллятного дизельного топлива.
- Используйте спецификацию дистиллятного дизельного топлива в качестве базы качества топлива для сравнения результатов анализа дистиллятного дизельного топлива и/или базовой линии для сравнения других спецификаций дистиллятного дизельного топлива.
- Типичные характеристики топлива можно получить у поставщика топлива.
- Некоторые параметры топлива, выходящие за пределы спецификации, могут быть компенсированы (например, топливо может быть охлаждено для решения проблемы низкой вязкости и т.д.).
- Некоторые параметры топлива, выходящие за пределы технических требований, могут быть улучшены с использованием соответствующих хорошо зарекомендовавших себя присадок к топливу.

Чтобы обеспечить оптимальную производительность двигателя, перед началом работы двигателя следует провести полный анализ топлива. Анализ топлива должен включать все свойства, перечисленные в "Стандарт и методы испытаний дизельного топлива", Таблица 1.

Примечание!

Дизельное топливо не должно содержать визуально видимых отложений, взвешенных веществ или частиц растворенной воды. Если это так, то проконсультируйтесь с вашим дилером.

Дизельное топливо, соответствующее спецификациям, приведенным в таблице 1, поможет обеспечить максимальный срок службы и производительность двигателя.

Таблица 1 относится к дизельному топливу, которое дистиллируется из обычного сырья (сырая нефть, сланцевая нефть, нефтеносные пески и т.д.). Дизельное топливо из других источников может проявлять вредные свойства, которые не определены или не контролируются данным стандартом.

Содержание серы в топливе влияет на отложения и износ двигателя.

■ **Риск использования не рекомендованного топлива**

Использование топлива с повышенным содержанием серы может привести к:

- ◆ Снижению эффективности и долговечности двигателя
- ◆ Увеличению износа
- ◆ Увеличению коррозии
- ◆ Увеличению стоимости обслуживания
- ◆ Сокращению интервалов времени между интервалами обслуживания двигателя (более частых интервалах обслуживания)
- ◆ Снижению производительности и срока службы двигателя
- ◆ Уменьшает срок службы компонентов двигателя
- ◆ Снижению экономии топлива
- ◆ Уменьшению времени интервалов замены смазочного масла
- ◆ Увеличению общих эксплуатационных расходов

Примечание!

- *Компания рекомендует фильтровать дистиллятное топливо и/или биодизельное топливо/смеси биодизельного топлива через топливный фильтр с тонкостью фильтрации не более 4мкм.*
- *Работа с топливом, не соответствующим рекомендациям Компании, может привести к следующим последствиям: затруднению запуска, сокращению срока службы топливного фильтра, плохому сгоранию, отложениям в топливных форсунках, сокращению срока службы топливной системы, отложениям в камере сгорания и сокращению срока службы двигателя.*
- *Владелец и обслуживающий персонал несут ответственность за использование правильного топлива, рекомендованного производителем и разрешенного регулирующими органами.*

Дополнительные указания, касающиеся многих перечисленных характеристик топлива, см. в разделе "Стандарт и методы испытаний дизельного топлива", таблица 1.

Например

Значения вязкости топлива, приведенные в **таблице 1**, являются значениями при подаче топлива в топливные насосы высокого давления. Для удобства сравнения топливо также должно соответствовать минимальным и максимальным требованиям к вязкости при температуре 20°C (84°F), которые устанавливаются с использованием либо метода испытаний "ASTM D445", либо метода испытаний "ISO 3104". Если используется топливо с низкой вязкостью, может потребоваться охлаждение топлива для поддержания вязкости 1,8 сСт или большей вязкости в топливном насосе высокого давления.

Смазывающая способность топлива является проблемой для топлива с низким содержанием серы и сверхнизким содержанием серы. Для определения смазывающей способности топлива используйте тест "Высокочастотная возвратно-поступательная установка ASTM D6079 (HFRR)". Существует множество вторичных присадок, которые доступны для обработки топлива. Если смазывающая способность топлива не соответствует минимальным требованиям, обратитесь к поставщику топлива за надлежащими рекомендациями в отношении присадок к топливу. Не обрабатывайте топливо без консультации с поставщиком топлива. Некоторые добавки несовместимы. Эти присадки могут вызвать проблемы в топливной системе.

Таблица 1а: Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (III)

Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (III)			
Характеристика	Требование	Испытание по ASTM	Испытание по ISO
Ароматические вещества	11% макс.	“D1319”	“ISO 3837”
Шлак	0.01% макс. (от веса)	“D482”	“ISO 6245”
Углеродный осадок на дне (10%)	0.30% макс. (от веса)	“D524”	“ISO 4262”
Стабильность к окислению (мг/100 мл)	№. 2.5 макс.	“D1319”	“ISO 3837”
Цетановое число ⁽¹⁾	45 мин.	“D613” or “D6890”	“ISO 5165”
Цетановый индекс	43 мин.		
Температура воскования	Точка воскования не должна превышать самую низкую ожидаемую температуру окружающей среды.	“D2500”	“ISO 3015”
Коррозия (медные полоски)	№. 1 макс.	“D130”	“ISO 2160”
Дистилляция	50% при 300°C (572°F) макс.	“D86”	“ISO 3405”
	90% при 355°C (671°F) макс. ⁽²⁾		
	95% при 365°C (689°F) макс. ⁽²⁾		
Точка вспышки	Стандартный предел	“D93”	“ISO 2719”
Плотность при 20°C (64°F) ⁽³⁾	840 кг/м ³ мин.	“D287”	-
	850 кг/м ³ мин.		
Содержание серы (мг/кг)	350 макс.	“D5453” or “D2622”	“ISO 20884”
Кинематическая вязкость	1.8 сСт минимум и 8.0 сСт максимум при подаче на ТНВД	-	-
Содержание влаги	Стандартный предел	“D1744”	-
Механические примеси	Нет	-	-
Смазывающая способность	0.46 мм (0.0181 дюйм.) максимум при 60°C (140°F)	“D6079”	-
Точка конденсации	Стандартный предел	“D7397”	-
Эфир метиловый жирных кислот	0.5% мин.	“D1946”	ISO 5509
Чистота	(4)	“D7619”	“ISO 4406”

- 1) В качестве альтернативы, для обеспечения минимального цетанового числа 45, дистиллятное дизельное топливо должно иметь минимальный цетановый индекс 43 при использовании метода испытаний "ASTM D4737-96a". Для работы на большей высоте или в холодную погоду может потребоваться топливо с более высоким цетановым числом.
- 2) Дистилляция не более 95% при 365°C (689°F) рекомендуется для двигателей IV ступени и предпочтительна для всех двигателей. Дистилляция 95% при 365°C (689°F) эквивалентна 90% при 355°C (671°F), максимальная дистилляция 90% при 355°C (671°F) приемлема для двигателей предварительной стадии IV.
- 3) Плотность топлива варьируется в зависимости от уровня серы, топливо с высоким содержанием серы имеет более высокую плотность. Альтернативные виды топлива имеют более низкую плотность, что приемлемо, если другие свойства подпадают под указанные характеристики.
- 4) Рекомендуемый уровень чистоты топлива, подаваемого в топливный бак или двигатель, составляет "ISO 18/16/13" или более чистый по "ISO 4406" или "ASTM D7619". Обратитесь к "Рекомендациям по чистоте топлива" в этой главе.

Примечание!

- *Для обеспечения увеличенного срока службы компонентов топливной системы для всех дизельных двигателей, оснащенных топливными системами *common rail*, требуется абсолютная или меньшая вторичная фильтрация топлива не более 4 мкм для всех дизельных двигателей, оснащенных топливными системами *common rail*, эта же величина степени фильтрации рекомендуется для всех дизельных двигателей, оснащенных независимым ТНВД.*
- *Смешивание спирта или бензина с дизельным топливом может привести к образованию взрывоопасной смеси в картере двигателя или топливном баке. Может привести к травмам, Компания не рекомендует применять это на практике.*

Таблица 16: Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (IV)

Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (IV)			
Характеристика	Требование	Испытание по ASTM	Испытание по ISO
Ароматические вещества	11% макс.	“D1319”	“ISO3837”
Шлак	0.01% макс. (от массы)	“D482”	“ISO6245”
Кислотность (мг/100 мл)	7 макс.		
Углеродный осадок на дне (10%)	0.30% макс. (от массы)	“D524”	“ISO4262”
Стабильность к окислению (мг/100 мл)	Но. 2.5 макс.	“D1319”	“ISO3837”
Цетановое число ⁽¹⁾	45 мин.	“D613” or “D6890”	“ISO5165”
Цетановый индекс	43 мин.		
Температура воспламенения	Точка воспламенения не должна превышать самую низкую ожидаемую температуру окружающей среды.	“D2500”	“ISO3015”
Коррозия (медные полоски)	Но. 1 макс.	“D130”	“ISO2160”
Дистилляция	50% при 300°C (572°F) макс.	“D86”	“ISO 3405”
	90% при 355°C (671°F) макс. ⁽²⁾		
	95% при 365°C (689°F) макс. ⁽²⁾		
Точка вспышки	Но.45 мин.	“D93”	“ISO2719”
Плотность при 20°C (64°F) ⁽³⁾	840 кг/м ³ мин.	“D287”	-
	850 кг/м ³ мин.		
Содержание серы (мг/кг)	50 макс.	“D5453” or “D2622”	“ISO20884”
Кинематическая вязкость	1.8 сСт минимум и 8.0 сСт максимум при подаче на ТНВД	-	-
Содержание влаги	Стандартный предел	“D1744”	-
Механические примеси	Нет	-	-
Смазывающая способность	0.46 мм (0.0181 дюйм) макс. при 60°C (140°F)	“D6079”	-
Точка конденсации	Стандартный предел	“D7397”	-
Эфир метиловый жирных кислот	1.0% мин.	“D1946”	ISO 5509
Чистота	(4)	“D7619”	“ISO 4406”

Таблица 1в: Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (V)

Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (V)			
Характеристика	Требование	Испытание по ASTM	Испытание по ISO
Ароматические вещества	7% макс.	“D1319”	“ISO3837”
Шлак	0.01% макс. (от веса)	“D482”	“ISO6245”
Кислотность (мг/100 мл)	7 макс.		
Углеродный осадок на дне (10%)	0.30% макс. (от веса)	“D524”	“ISO4262”
Стабильность к окислению (мг/100 мл)	Но. 2.5 макс.	“D1319”	“ISO3837”
Цетановое число ⁽¹⁾	47 мин.	“D613” or	“ISO5165”
Цетановый индекс	43 мин.	“D6890”	
Температура воскования	Точка воскования не должна превышать самую низкую ожидаемую температуру окружающей среды.	“D2500”	“ISO 3015”
Коррозия (медные полоски)	Но. 1 макс.	“D130”	“ISO2160”
Дистилляция	50% при 300°C (572°F) макс.	“D86”	“ISO 3405”
	90% при 355°C (671°F) макс. ⁽²⁾		
	95% при 365°C (689°F) макс. ⁽²⁾		
Точка вспышки	Но.45 мин.	“D93”	“ISO2719”
Плотность при 20°C (64°F) ⁽³⁾	840 кг/м ³ мин.	“D287”	-
	845 кг/м ³ мин.		
Содержание серы (мг/кг)	10 макс.	“D5453” or “D2622”	“ISO20884”
Кинематическая вязкость	1.8 сСт минимум и 8.0 сСт максимум при подаче на ТНВД	-	-
Содержание влаги	Стандартный предел	“D1744”	-
Механические примеси	No	-	-
Смазывающая способность	0.46 мм (0.0181 дюйм.) макс. при 60°C (140°F)	“D6079”	-
Точка конденсации	Стандартный предел	“D7397”	-
Эфир метиловый жирных кислот	1.0% мин.	“D1946”	ISO 5509
Чистота	(4)	“D7619”	“ISO 4406”

Таблица 1г: Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (VI)

Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (VI)			
Характеристика	Требование	Испытание по ASTM	Испытание по ISO
Ароматические вещества	11% макс.	“D1319”	“ISO3837”
Шлак	0.01% макс. (от веса)	“D482”	“ISO6245”
Кислотность (мг/100 мл)	7 макс.		
Углеродный осадок на дне (10%)	0.30% макс. (от веса)	“D524”	“ISO4262”
Стабильность к окислению (мг/100 мл)	№. 2.5 макс.	“D1319”	“ISO3837”
Цетановое число ⁽¹⁾	47 мин.	“D613” or “D6890”	“ISO5165”
Цетановый индекс	43 мин.		
Температура воскования	Точка воскования не должна превышать самую низкую ожидаемую температуру окружающей среды.	“D2500”	“ISO 3015”
Коррозия (медные полоски)	№. 1 макс.	“D130”	“ISO2160”
Загрязнения (мг/кг)	№. 24 макс.		
Дистилляция	50% при 300°C (572°F) макс.	“D86”	“ISO 3405”
	90% при 355°C (671°F) макс. ⁽²⁾		
	95% при 365°C (689°F) макс. ⁽²⁾		
Точка вспышки	№.45 мин.	“D93”	“ISO2719”
Плотность при 20°C (64°F) ⁽³⁾	840 кг/м ³ мин.	“D287”	-
	850 кг/м ³ мин.		
Содержание серы (мг/кг)	10 макс.	“D5453” or “D2622”	“ISO20884”
Кинематическая вязкость	1.8 сСт минимум и 8.0 сСт максимум при подаче на ТНВД	-	-
Влага	Стандартный предел	“D1744”	-
Механические примеси	Нет	-	-
Смазывающая способность	0.46 мм (0.0181 дюйм.) макс. при 60°C (140°F)	“D6079”	-
Точка конденсации	Стандартный предел	“D7397”	-
Эфир метиловый жирных кислот	1.0% мин.	“D1946”	ISO 5509
Чистота	⁽⁴⁾	“D7619”	“ISO 4406”

■ **Рекомендации по использованию дистиллятного дизельного топлива**

Подробные сведения о требованиях к дистиллятному топливу см. в таблице 2. Чтобы быть приемлемым, дизельное топливо должно соответствовать требованиям, перечисленным в "Стандарте для дистиллятного топлива" в этом Руководстве, последней редакции" ASTM D975 "и/или последней редакции "EN590".

Таблица 2 Рекомендации по дистиллятному дизельному топливу

Рекомендации по выбору дистиллятного топлива	
Уровень	Стандарт и методы испытаний
Tier 2 / Stage II или ниже	Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (III)
Tier 3 Interim / Stage III	
Tier 4 Interim / Stage IV	Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (IV)
Stage V	Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (V)
Stage VI и выше	Стандарт и методы испытаний дизельного топлива (VI)

1.5.2 Контроль загрязнения топлива

Применение топлива с уровнем чистоты "ISO 18/16/13" или более чистое, заправляемое в топливный бак двигателя ведет за собой сниженный расход, меньший износ, увеличенный ресурс. Этот уровень чистоты особенно важен для новых типов топливных систем, таких как системы впрыска топлива Common Rail. В этих новых типах систем впрыска используется более высокое давление топлива, и они спроектированы с жесткими зазорами между движущимися частями в соответствии с требуемыми строгими правилами выбросов. Пиковое давление впрыска в современных системах впрыска топлива может превышать 30 000 фунтов на квадратный дюйм.

Чтобы сократить время простоя из-за загрязнения, следуйте этим рекомендациям по техническому обслуживанию топлива в дополнение к "Рекомендациям по борьбе с загрязнением", приведенным в этой главе:

- Используйте высококачественное топливо в соответствии с рекомендуемыми и требуемыми стандартами.
- Заполняйте топливный бак топливом уровня чистоты "ISO 18/16/13" или более чистым для двигателей с системой впрыска топлива Common rail. Перед заправкой отфильтруйте топливо через фильтр 4 мкм, чтобы достичь рекомендуемого уровня чистоты.
- Ежедневно сливайте воду из сепараторов в соответствии с Руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию вашего двигателя.
- Сливайте осадок из топливных баков каждые 500 часов или каждые 3 месяца в соответствии с Руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию вашего двигателя.
- Соблюдайте надлежащие правила транспортировки и фильтрации топлива из резервуара до заправки в бак. Устанавливайте фильтры топлива на каждой стадии перекачки/транспортировки, чтобы топливо оставалось чистым.
- Закрывайте, защищайте и обеспечивайте чистоту всех соединительных шлангов, фитингов и дозирующих насадок.

1.5.2.1 Наличие влаги в топливе

Свободная вода (нерастворенная) в топливе может замерзнуть при низких температурах, в результате чего образуются кристаллы льда, которые могут засорить топливные фильтры, вызывая нехватку топлива. Необходимо соблюдать осторожность, чтобы баки для хранения топлива оставались сухими.

Приклейте пластинки для обнаружения воды (обычно ее можно получить у поставщиков топлива), чтобы убедиться, что они сухие. Если обнаружена вода, ее необходимо откачать.

О том, как сохранить резервуары для хранения топлива сухими, уже упоминалось выше, однако, если это постоянная проблема, в системе дозирования топлива может быть установлен дополнительный сепаратор (разделитель топлива от воды).

Конденсация в топливном баке(баках) происходит, когда воздух в топливном баке(баках) остывает. Эту влажность можно уменьшить, заполнив топливный бак перед выключением двигателя, чтобы уменьшить воздушное пространство топливом.

Растворенная вода выходит из раствора по мере охлаждения топлива. По мере охлаждения топлива от 4 до -29°C [от 39 до -20°F] растворимость воды в топливе снижается на 70 %. Таким образом, топливо, перекачиваемое из относительно теплого подземного резервуара в двигатель, который работает всю ночь при минусовых температурах, может привести к выделению некоторого количества свободной воды. Однако этот источник свободной воды очень мал,

поскольку даже при высоких температурах топливо растворяет очень мало воды (0,1 мас. % при 71°C) [160°F]).

Примечание!

Дополнительные рекомендации по эксплуатации двигателя в холодную погоду см. в руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию двигателя.

1.5.2.2 Загрязнение топлива микроорганизмами

Примечание!

- Хотя большинство микробов, которые будут жить в топливных баках, являются обычными бактериями, которым постоянно подвергаются люди, следует избегать контакта с микробами или грибами в топливном баке. Когда топливная система загрязнена и необходима очистка, работники должны быть защищены. Помните, что грибы производят репродуктивные бактерии, и когда они высыхают, они могут легко попасть в воздух, поэтому необходимо обеспечить защиту органов дыхания, иначе микроорганизмы должны оставаться влажными. Правильно утилизируйте воду и осадок из топливных баков.
- Никогда не помещайте эти материалы в канализационную систему, так как они могут убивать бактерии, используемые при очистке сточных вод. Никогда не помещайте их в ливневую канализацию или поверхностные водные потоки, так как они могут убить рыбу и других животных.
- Наиболее распространенной проблемой, связанной с воздействием этих микробов, является дерматит. Любую открытую кожу необходимо тщательно промыть теплой водой с мылом.
- Избегайте еды, питья и курения во время указанных работ. Любое попадание микробов в организм или воздействие на поврежденную кожу должно рассматриваться как серьезное. Рекомендуется, чтобы в этом случае работник был доставлен к врачу вместе с образцом микробов.
- Бициды, как правило, слабо токсичны для людей и животных, но с ними все равно следует обращаться осторожно. В случае проглатывания или попадания в глаза следуйте рекомендациям производителя. Обратитесь за медицинской помощью.

■ **Микробное загрязнение**

Чтобы справиться с нехваткой топлива, многие пользователи хранят топливо, в результате этого возникает риск микробного загрязнения.

Микробное загрязнение топлива, хотя и не является новой проблемой, чаще встречается в металлообрабатывающей промышленности, где в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей используются водорастворимые масла, при длительном хранении углеводородного топлива. Все углеводородные виды топлива по существу стерилизуются при высоких температурах в процессе переработки. Однако вскоре после выхода с нефтеперерабатывающего завода они могут быть загрязнены микроорганизмами. Эти микроорганизмы, в первую очередь бактерии и грибы, довольно безвредно существуют в безводном топливе, проходя через топливные системы без каких-либо негативных последствий.

Однако в присутствии воды эти микроорганизмы начинают расти и размножаться. Скорость роста зависит от того, насколько хорошо окружающая среда соответствует потребностям конкретного микроорганизма.

◆ **Признаки микробного загрязнения**

Рост большой колонии микроорганизмов в топливной системе может вызвать несколько проблем. Первым и наиболее очевидным является засорение топливного фильтра зеленовато-черной или коричневой слизью, часто сопровождающееся неприятным запахом. Эта слизь может затыкать резкие изгибы топливопроводов, счетчиков топлива и других элементов. Вторая проблема, которую могут вызвать эти микроорганизмы - это коррозия из-за побочных кислотных продуктов, которые некоторые из них производят. Также возможно, что, если микроорганизмы пройдут через топливный фильтр, они будут образовывать отложения и вызывать повреждения в топливном насосе и форсунках.

Некоторыми показателями микробного загрязнения являются:

- ◆ Отложения шлама на стенках резервуаров, трубопроводах или других поверхностях, подверженных воздействию топлива. Эти отложения обычно зеленовато-черные или коричневые и скользкие на ощупь.
- ◆ Черный или коричневый "волоконистый" материал, подвешенный на дне резервуара для воды.
- ◆ Вздутие или образование пузырей на любой резиновой поверхности (шайбах, шлангах, соединителях и т. Д.), которая соприкасается с топливом.
- ◆ Отложения шлама или ила на поверхностях фильтров.
- ◆ Неприятный запах, напоминающий запах тухлых яиц (сероводород).

◆ **Контроль за состоянием топлива**

Когда обнаруживается наличие микробного загрязнения и необходимо принять меры, существует несколько подходов. Наиболее очевидным решением является профилактика. Большинство бактерий и грибов, участвующих в этом, являются почвенными бактериями, которые могут переноситься воздушно-капельным или водным путем. Предотвращение проникновения микроорганизмов невозможно, поскольку эти бактерии могут проникать в топливо многими путями.

Рост этих микроорганизмов можно предотвратить. Поскольку все метаболические процессы организма протекают в воде, отказ микроорганизму в доступе к воде предотвратит рост, тем самым предотвращая развитие больших, проблемных колоний. Поэтому первым и самым важным шагом в предотвращении является поддержание топливных систем в «сухом»

состоянии. Поддержание топливной системы полностью «сухой» невозможно. В случаях, когда микробное загрязнение является повторяющейся проблемой, биоцид может быть использован для химической обработки топлива или воды.

◆ **Биоциды**

Существует три основных класса биоцидов: водорастворимые, растворимые в топливе и универсально растворимые.

➤ **Растворимые в топливе биоциды**

Растворимые в топливе биоциды лучше всего подходят для обработки топлива, которое должно пройти несколько этапов хранения в процессе распределения. Биоцид, растворимый в топливе, впрыскиваемый в топливо в начале системы распределения, переносится вместе с топливом через всю последующую систему, эффективно стерилизуя топливо до его использования. Растворимые в топливе биоциды легче добавлять в топливную систему, так как точное количество, необходимое для обработки объема топлива, легко определяется, и они обладают низкой токсичностью для человека и других форм жизни. Очевидным недостатком топливоразстворимых биоцидов является их стоимость; каждая партия нового топлива, добавляемого в систему, должна быть обработана, так как биоцид расходуется по мере расходования топлива.

➤ **Водорастворимые биоциды**

Водорастворимые биоциды более экономичны для использования при обработке одной ступени в системе распределения топлива, такой как резервуар для хранения конечного пользователя. Водорастворимые биоциды, поскольку они нерастворимы в топливе, остаются там, где они находятся, до тех пор, пока из бака не будет откачана вода; следовательно, общее количество приобретенного биоцида меньше.

У водорастворимых биоцидов есть ряд недостатков:

- ✧ Поскольку топливо не переносит биоцид вниз по потоку, каждый последующий резервуар в системе должен обрабатываться индивидуально.
- ✧ Существует некоторая трудность в определении того, сколько биоцида поместить в резервуар, поскольку это зависит от того, сколько воды в резервуаре.
- ✧ Биоцид нельзя тщательно смешивать с водой на дне резервуара. Водорастворимые биоциды гораздо легче усваиваются людьми и другими формами жизни и, следовательно, должны быть надлежащим образом утилизированы при откачке воды из резервуара.

Донные воды, содержащие водорастворимый биоцид, не должны помещаться в канализационную систему, поскольку биоцид может уничтожить бактерии, используемые очистными сооружениями. Эти водные днища должны обрабатываться как кислые промышленные маслянистые отходы.

➤ **Универсально растворимые биоциды**

Универсально растворимые биоциды растворимы как в воде, так и в дизельном топливе. Они позволяют обрабатывать всю нижестоящую систему. Однако каждая последующая загрузка топлива не нуждается в обработке.

Биоцид останется в любой воде, которая скопилась на дне резервуара для хранения, и продолжит подавлять рост микроорганизмов. При использовании определенных типов биоцидов интервал между обработками может достигать шести месяцев. Подобно водорастворимым биоцидам, универсально растворимые биоциды легче усваиваются людьми и другими формами жизни. Они также, как правило, дороже, чем другие типы биоцидов.

◆ **Очистка топливной системы**

Обработка топливного бака, зараженного большим количеством микроорганизмов, убьет микроорганизмы, но не устранил засорение фильтра, которую они могут вызвать. Вода и осадок, содержащие микроорганизмы, должны быть удалены из топливных систем.

- Во-первых, тщательно очистите топливную систему.
- Затем добавьте растворимый в топливе или универсально растворимый биоцид в следующие несколько партий топлива, чтобы убить любые оставшиеся микроорганизмы.
- Наконец, добавление водорастворимого или универсально растворимого биоцида можно продолжать по крайней мере в течение нескольких месяцев, чтобы убедиться, что все микроорганизмы мертвы.

Если микробное загрязнение является повторяющейся проблемой, рекомендуется постоянно продолжать использование водорастворимого или универсально растворимого биоцида, поскольку это будет наиболее экономически эффективным решением. Это можно сделать, определив количество воды, которое накапливается на дне резервуара между откачками, и добавив примерно вдвое или втрое больше количество водорастворимого биоцида, рекомендованного для обработки этого объема воды.

Например: обычно вы откачиваете примерно 379 литров [100 галлонов] воды. В этом случае, после откачки, добавьте в два или три раза больше биоцида, обычно используемого для обработки 379 литров [100 галлонов] воды. Поскольку биоцид плотнее топлива, он осядет на дно бака и растворится в воде по мере накопления.

После заправки топливного бака биоциду необходимо дать отстояться перед извлечением из него топлива, чтобы избежать откачки биоцида вместе с топливом.

1.5.2.3 Изменение цвета топлива (черное топливо)

В некоторых двигателях работа может привести к тому, что дизельное топливо в двигателе и топливном баке будет темного или черного цвета.

Изменение цвета топлива может быть вызвано следующими причинами:

- смешивание моторного смазочного масла с топливом во время работы
- образование асфальтенов
- разложение топлива при хранении или в результате смешивания смазочного масла с топливом, подлежащим сжиганию двигателем

1.5.3 Вторичные Присадки к Топливу

Присадка к дизельному топливу помогает решить многие проблемы, с которыми сталкиваются различные виды топлива в отношении срока службы/стабильности топлива, возможности запуска двигателя, отложений в форсунках, срока службы топливной системы и долгосрочной производительности двигателя.

Присадка к дизельному топливу предназначена для улучшения:

- Экономии топлива (за счет очистки топливной системы)
- Смазывающей способности
- Окислительной стабильности
- Моющей/диспергирующей способности
- Диспергируемости влаги
- Защиты от коррозии
- Цетанового числа (обычно на 2-3)

Существует множество различных типов присадок к топливу, которые можно использовать. Компания, как правило, не рекомендует использовать присадки к топливу.

В особых обстоятельствах возникает необходимость присадок к топливу. Топливные присадки необходимо использовать с осторожностью. Присадка может быть несовместима с топливом. Некоторые добавки могут осаждаться. Это действие вызывает отложения в топливной системе. Отложения могут вызвать засорение, выход из строя оборудования. Некоторые присадки могут засорить топливные фильтры. Некоторые присадки могут вызывать коррозию, а некоторые присадки могут быть вредны для материалов уплотнений в топливной системе. Некоторые добавки могут привести к повреждению систем контроля выбросов. Некоторые присадки могут повышать уровень серы в топливе выше максимально допустимого.

Компания рекомендует использовать присадку к дизельному топливу с биодизельным топливом и смесями биодизельного топлива. Присадка к дизельному топливу подходит для использования с биодизельным топливом/смесями биодизельного топлива, которые соответствуют рекомендациям и требованиям к биодизелю. Обратите внимание, что не все присадки к топливу подходят для использования с биодизельным топливом/смесями биодизельного топлива. Кроме того, обратитесь к этой Специальной публикации, п. "Дистиллятное дизельное топливо", а также к п. "Биодизельное топливо", которая включает рекомендации и требования к биодизелю.

Проконсультируйтесь с вашим поставщиком топлива в тех случаях, когда требуются присадки к топливу. Ваш поставщик топлива может дать рекомендации по использованию присадок и надлежащему уровню очистки.

Примечание!

- *Металлические присадки к топливу могут привести к загрязнению топливной системы/ форсунки и загрязнению устройства после обработки. Компания не рекомендует использовать металлические присадки к топливу в большинстве применений.*
- *Присадки к дизельному топливу могут не улучшить значительно плохие свойства дизельного топлива настолько, чтобы сделать топливо приемлемым для использования.*

1.5.4 Очиститель топливной системы

Очиститель дизельной топливной системы специально разработан для очистки отложений, образующихся в топливной системе. Отложения в топливной системе снижают производительность системы и могут увеличить расход топлива. Очиститель системы дизельного топлива устраняет отложения, образующиеся в результате использования разлагающегося дизельного топлива, дизельного топлива низкого качества и дизельного топлива, содержащего большое количество высокомолекулярных соединений. Очиститель дизельной топливной системы устраняет отложения, образующиеся в результате использования биодизельного топлива, смесей биодизельного топлива и биодизельного топлива, которое не соответствует соответствующим требованиям по качеству. Доказано, что постоянное использование очистителя системы дизельного топлива препятствует росту новых отложений.

Очиститель системы дизельного топлива можно добавлять непосредственно в дизельное топливо, биодизельное топливо или смеси биодизельного топлива. Очиститель системы дизельного топлива может использоваться с дизельным топливом со сверхнизким содержанием серы. В дополнение к этому очиститель подходит для использования с другими дизельными топливами со сверхнизким, низким и высоким содержанием серы.

Очиститель дизельной топливной системы используется для выполнения следующих действий:

- Удаление отложений в топливной системе.
- Восстановление экономии топлива после удаления отложений на форсунках/инжекторах.
- Устранение видимого черного дыма выхлопа.

- Предотвращение новых отложений.

Примечание!

- *Использование очистителя дизельной топливной системы или Присадок к дизельной топливной системе не уменьшает ответственность владельца двигателя и/или ответственность поставщика топлива за соблюдение всех стандартных отраслевых правил технического обслуживания при хранении топлива и обращения с топливом.*
- *Кроме того, использование Очистителя системы дизельного топлива или Присадок к системе дизельного топлива НЕ должно сводить к минимуму ответственность владельца двигателя за использование соответствующего дизельного топлива.*

Компания рекомендует использовать очиститель дизельной топливной системы с биодизельным топливом и смесями биодизельного топлива. Очиститель дизельной топливной системы подходит для использования с биодизельным топливом/смесями биодизельного топлива, которые соответствуют рекомендациям и требованиям к биодизелю. Обратите внимание, что не все очистители топлива подходят для использования с биодизельным топливом/смесями биодизельного топлива.

Примечание!

При использовании в соответствии с указаниями очиститель дизельной топливной системы не приведет к значительному повышению уровня серы в топливе в конечной смеси топлива/присадок. Соблюдайте все национальные, региональные и местные законы, предписания и правила, касающиеся использования присадок к дизельному топливу.

1.5.5 Воск в топливе

Все средние (или промежуточные) дистиллятные виды топлива, такие как реактивное топливо, топливо для отопления и дизельное топливо, содержат парафин. Парафиновый воск представляет собой твердую кристаллическую смесь углеводородов, плавящихся примерно в диапазоне от 40 до 60°C [от 104 до 140°F]. Этот парафиновый воск естественным образом содержится в сырой нефти, из которой дистиллируются мазуты. Содержание воска в дистиллятном топливе сильно варьируется в зависимости от сырой нефти, из которой производится топливо, и при переработке топлива.

Как правило, высококипящие дистиллятные топлива имеют более высокую концентрацию парафина, чем низкокипящие дистиллятные топлива, такие как топливо для реактивных двигателей.

Из-за сильной зависимости между температурой и растворимостью воска разделение воска является проблемой при обращении и использовании дизельного топлива в холодную погоду. По мере охлаждения топлива достигается температура, при которой начинает образовываться растворимый парафиновый воск в топливе (точка воскообразования), любое дальнейшее охлаждение приведет к выделению воска из раствора.

Температура, при которой определенное топливо насыщается воском и вызывает проблемы с засорением фильтра, называется Точкой закупорки холодного фильтра (ASTM D6371). Температура, при которой топливо больше не будет течь, является температурой застывания (ASTM D97). В точке застывания большая часть топлива все еще остается жидкой, хотя она очень густая или вязкая и заключена в ячеистую сеть кристаллов воска.

1.5.6 Чистота топлива

Современные топливные системы были разработаны для снижения выбросов и расхода топлива, а также повышения производительности двигателя. Эти системы высокого давления работают при давлении, приближающемся к 2200 бар [31 908 фунтов на квадратный дюйм], и с зазорами, соответствующими компонентам, обычно от 2 до 5 микрон для форсунок. При таких давлениях очень мелкие твердые частицы являются потенциальными источниками неисправности топливной системы.

Чрезмерное загрязнение дизельного топлива может привести к преждевременному засорению фильтров дизельного топлива и/или преждевременному износу важнейших деталей системы впрыска топлива. В зависимости от размера и природы частиц это может привести к:

- Сокращению срока службы компонентов.
- Неисправности компонентов.
- Неисправности топливной системы и/или двигателя.

Определение чистоты топлива требует измерения как размера, так и количества частиц в топливе по классу размеров, т. е. распределения частиц по размерам. Международная организация по стандартизации (ISO) разработала протокол для выражения уровня загрязнения путем кодирования распределения по размерам, называемый ISO 4406.

Коды чистоты ISO 4406 выражаются в виде серии из трех чисел (x/x/x), которые соответствуют соответственно количеству частиц, превышающему 4, 6 и 14 микрон. Например, цифры в рейтинге ISO 4406 от 18/16/13 переводятся в:

- 18 - До 2500 частиц размером более 4 мкм (на мл топлива)
- 16 - До 640 частиц размером более 6 мкм (на мл топлива)
- 13 - До 80 частиц размером более 14 мкм (на мл топлива)

Двигателестроители и производители оборудования для впрыска топлива обнаружили, что частицы размером, приближающимся к контрольным точкам ISO 4 и 6 микрон, особенно важны

для долговечности системы впрыска топлива.

1.5.7 Разложение/деградация топлива

См.раздел “Микробиологическое загрязнение дизельного топлива” данного Руководства.

Потемнение дизельного топлива из-за смешивания смазочного масла или образования асфальтена не указывает на производственный дефект или другую гарантируемую неисправность и является следствием работы двигателя. Клиенты должны продолжать использовать оборудование как есть, если только изменение цвета не произошло в результате перегрева топлива, загрязнения топлива или если срок службы топливного фильтра сокращается и вызывает трудности в эксплуатации оборудования.

1.5.8 Отбор Проб Топлива

Компания рекомендует периодически проводить отбор проб и анализ дизельного топлива, чтобы убедиться, что топливо соответствует всем требованиям Т-1,и соответственно обеспечивает надлежащую производительность и защиту двигателя и компонентов.

Рекомендации по срокам проведения проб применимы ко всем двигателям, всем рынкам и всем типам топлива; однако практическую поддержку качества поставляемого топлива наиболее применима к клиентам, использующим системы доставки и хранения топлива оптом/в большом количестве. Рекомендуемая оптимальная частота и уровень анализа будут отличаться в зависимости от типа оборудования, применения, продолжительности работы, региона и экологических требований. Учитывая большое количество переменных, которые необходимо учитывать, Компания рекомендует всем клиентам использовать приведенное ниже расписание в качестве наилучшей практики, но работать с поставщиком топлива, чтобы разработать индивидуальную программу отбора проб и анализа топлива, наиболее подходящую для данного случая.

■ Частота отбора проб и методы

Для начала отбора проб и анализа топлива следует использовать несколько критических экологических, химических и технологических событий. Рекомендуется проводить отбор проб и анализ топлива как минимум ежеквартально и/или после последующей заправки большого объема, в зависимости от того, что наступит раньше. Дополнительные требования, которые следует учитывать, включают:

- ◆ Замена топлива с зимнего на летнее/наоборот
- ◆ Добавление присадок (от отложений, корректоров цетанового числа, смазывающей способности и т.д.)
- ◆ Смена поставщика топлива
- ◆ Доработки оборудования
- ◆ Переход с одного топлива на другое
- ◆ Изменение концентрации биодизеля в дизельном топливе
- ◆ Значительные изменения погоды (резкие перепады температур, пыльные бури, сильный дождь/снег и т.д.) Методы отбора проб топлива будут зависеть от местоположения в цепочке поставок топлива, подлежащего отбору.

Компания рекомендует брать пробы топлива непосредственно с транспортного средства/оборудования на входе в топливный фильтр. Рекомендуется проводить анализ топлива в профессиональной испытательной лаборатории. Для получения дополнительной информации свяжитесь с местным дистрибьютором.

■ Рекомендации по анализу

Рекомендуется проводить анализ топлива в лаборатории, сертифицированной по стандарту ISO/IEC 17025, с опытом анализа дизельного топлива и возможностью проведения испытаний, указанных в таблице 1. Количество и тип выполняемого теста будут определять стоимость соответствующего отбора проб. Клиент несет ответственность за понимание и поддержание качества топлива, используемого в его двигателе.

Основной перечень испытаний для анализа проб топлива приведен в таблице 3 ниже :

Таблица 3 Рекомендуемые Свойства Для Испытания Образцов Топлива

Рекомендуемые характеристики и свойства при проведении испытания образца топлива		
Свойство/Характеристика	Приоритет/Частота проведения анализа	Цель
Количество частиц примесей (ISO 4406)	100% (каждый образец)	Предотвратите быстрый выход оборудования впрыска топлива из строя – плохую производительность и отказ компонентов.
Содержание воды (ASTM D6304)	100% (каждый образец)	Предотвратите быстрый выход оборудования впрыска топлива из строя – плохую производительность и отказ компонентов. Предотвратит образование отложений.
Содержание металлов	100% (каждый образец)	Указывает на наличие масла в топливе. Предотвратить образование отложений.
Точка воскования (помутнения)/Точка застывания	Ежегодно/До наступления холодного сезона	Предотвратите засорение топливного фильтра и системы из-за воскования/гелеобразования
Содержание серы	100% (каждый образец)	Предотвратите быстрый выход оборудования впрыска топлива из строя – плохую производительность и отказ компонентов. Предотвращение коррозии топливной и масляной систем
Имитация дистилляции	100% (каждый образец)	Предотвратите преждевременный износ компонентов топливного двигателя из-за кавитации или разбавления топлива.
Термическая стабильность	100% (каждый образец)	Предотвратите быстрый выход оборудования впрыска топлива из строя – плохую производительность и отказ компонентов. Предотвращение коррозии топливной и масляной систем
Биологическое загрязнение	В конце каждого квартала	Предотвращение коррозии, преждевременное засорение топливного фильтра.
HFRR (ASTM D 6079)	В конце каждого квартала	
ISO 12156/1		

1.6 Биодизельное топливо (Биодизель)

Примечание!

Рекомендации могут быть изменены без предварительного уведомления. Проконсультируйтесь с Компанией для получения актуальных рекомендаций.

Биодизельное топливо - это топливо, которое включает растительные масла, животный жир и отработанное растительное масло. Соевое масло и рапсовое масло являются основными источниками растительного масла. Сырые масла или животные жиры подвергаются химической обработке (этерификации) с образованием метилового эфира жирных кислот (называемого FAME). Этерифицированный продукт (FAME) представляет собой биодизельное топливо, которое может использоваться в двигателях с воспламенением от сжатия. Без химической обработки или этерификации масла или жиры не подходят для использования в качестве топлива в двигателях с воспламенением от сжатия. Масло или жир должны быть этерифицированы, а вода и загрязнения удалены.

Топливо, изготовленное из 100 % этерифицированного продукта, называется биодизельным топливом B100 или чистым биодизельным топливом.

Биодизельное топливо можно смешивать с дистиллятным дизельным топливом. Смеси можно использовать в качестве топлива. Наиболее распространенными смесями биодизельного топлива являются B5, который состоит из 5% биодизельного топлива и 95% дистиллятного дизельного топлива, и B20, который состоит из 20% биодизельного топлива и 80% дистиллятного дизельного топлива.

Процентное соотношение зависит от объема.

Спецификация дизельного топлива для дистиллятов США "ATSM D975-09a" включает до 5 (5 %) биодизельного топлива. В настоящее время любое дизельное топливо в США может содержать до B5 биодизельного топлива.

Европейская спецификация дистиллятного дизельного топлива "EN 590" включает до B5 (5%), а в некоторых регионах до B7 (7 %) биодизельного топлива. Любое дизельное топливо в Европе может содержать до B5 или в некоторых регионах до B7 биодизельного топлива.

Примечание!

Пользователь двигателя несет ответственность за использование правильного топлива, рекомендованного производителем. Топливо должно соответствовать требованиям соответствующих регулирующих органов.

Компания не несет ответственности за оценку изменений в биодизельном топливе и долгосрочных последствий для долговечности работы или соответствия стандартам выбросов для продуктов Компании.

Примечание!

- Компания руководствуется стандартом "ASTM D7467" для смесей B6-B20. Биодизельное топливо должно соответствовать определенному стандарту качества.
- Неисправности, возникающие в результате использования любого топлива, не являются заводскими дефектами. Таким образом, стоимость ремонта НЕ будет покрываться гарантией на материалы и/или гарантией по качеству изготовления/сборки/компонентов.
-

1.6.1 Рекомендации по выбору биодизельного топлива

■ Гарантия и использование биодизельного топлива

Гарантия двигателя распространяется на неисправности, возникшие в результате дефектов компонентов или заводского изготовления/сборки. Повреждение двигателя, проблемы с обслуживанием и/или проблемы с производительностью, которые, по мнению Компании, вызваны использованием биодизельного топлива, не соответствующего спецификациям, изложенным в этом Руководстве, не считаются дефектами компонентов или изготовления/сборки и не подпадают под гарантию на двигатель.

■ Требования к использованию биодизельного топлива

◆ Отбор проб

Для двигателей с высокой мощностью потребуется определить соответствующий интервал замены масла. Образцы масла следует отбирать каждые 250 часов работы и анализировать. Этот процесс следует повторять не менее трех интервалов замены масла, чтобы обеспечить стабильную производительность.

◆ Отделение воды от топлива (сепарация)

- Биодизельное топливо обладает естественным сходством с водой, вода ускоряет рост микроорганизмов. Резервуары для хранения должны быть оборудованы сепаратором, для удаления воды перед попаданием топлива в топливный бак и двигатель. Убедитесь, что баки для хранения заполнены, чтобы уменьшить потенциальную конденсацию,

- скапливающуюся в топливном баке.
- В связи с природой растворения биодизельного топлива и возможностью “очистки” топливного бака и трубопроводов при переходе на биодизельное топливо на бывших в употреблении двигателях необходимо устанавливать новые топливные фильтры. Топливные фильтры необходимо будет заменять спустя половину стандартного интервала для следующих двух замен топливных фильтров.
 - Предотвращение попадания воды в систему подачи (хранения) топлива очень важно!

■ Хранение биодизельного топлива

- ◆ Используйте биодизельное топливо в течение 6 месяцев с момента его изготовления. Биодизельное топливо обладает плохой устойчивостью к окислению, что может привести к проблемам при длительном хранении. По этой причине не рекомендуется использовать биодизельное топливо для малоиспользуемых режимов двигателей, таких как резервное питание (ESP), рекреационное морское или сезонное применение. Проконсультируйтесь с вашим поставщиком топлива по поводу присадок для противодействия окислению.
- ◆ Плохие свойства устойчивости биодизеля к окислению могут ускорить окисление топлива в топливной системе, особенно при повышенных температурах окружающей среды.

ВНИМАНИЕ!

Избегайте хранения двигателя с биодизельным топливом в топливной системе более трех месяцев, это может привести к повреждению топливной системы.

- ◆ Если биодизельное топливо используется в сезонных целях, перед хранением топливную систему необходимо продуть, запустив двигатель на чистом дизельном топливе, и дав поработать не менее 30 минут.
- ◆ Необходимо также соблюдать осторожность при хранении биодизельного топлива в резервуарах для хранения. Все системы хранения и обработки должны быть надлежащим образом очищены и обслужены. Необходимо принять меры для минимизации влажности и роста микроорганизмов в резервуарах для хранения. Обратитесь к своему поставщику топлива за помощью в хранении и обращении с биодизельным топливом.

■ Энергетическая эффективность

Биодизельное топливо B100 обеспечивает примерно на 5-8% меньше энергии на галлон топлива по сравнению с обычным дизельным топливом. Работа со смесями биодизельного топлива B20 потенциально может привести к небольшому снижению экономии топлива и/или мощности, в зависимости от области применения. Чтобы избежать проблем с двигателем, когда двигатель будет переведен обратно на 100% дизельное топливо, не меняйте мощность двигателя, чтобы компенсировать потенциальные потери мощности при работе на биодизельном топливе.

■ Совместимость материалов компонентов

Двигатели совместимы со смесями биодизельного топлива до B20. Однако необходимо учитывать следующее:

Натуральный каучук, бутилкаучук и некоторые виды нитрилового каучука (в зависимости от химического состава, конструкции и применения) могут быть особенно подвержены разложению. Кроме того, медь, бронза, латунь, олово, свинец и цинк могут вызывать образование отложений. Следует избегать использования этих материалов и покрытий для топливных баков и топливопроводов. Топливные фитинги и соединители приемлемы из-за небольшой площади поверхности, соприкасающейся с топливом.

■ Производительность при низких температурах

Свойства биодизельного топлива изменяются при низких температурах окружающей среды, что может создать проблемы как при хранении, так и при эксплуатации. При низких температурах окружающей среды необходимо соблюдать меры предосторожности, такие как хранение топлива в отапливаемом здании или отапливаемом резервуаре для хранения или использование присадок.

Топливной системе могут потребоваться топливопроводы с подогревом, фильтры и баки. Фильтры могут засориться, и топливо в баке может застыть при низких температурах окружающей среды, если не будут приняты меры предосторожности. Топливный подогреватель рекомендуется использовать при температуре окружающей среды ниже -5°C [23°F]. Проконсультируйтесь с вашим поставщиком топлива и присадок для получения помощи в получении надлежащего топлива с температурой помутнения.

■ Рост микроорганизмов

Биодизельное топливо является отличной средой для роста микроорганизмов. Микробы вызывают коррозию топливной системы и преждевременное засорение фильтров. Эффективность всех коммерчески доступных обычных антимикробных добавок при использовании в биодизельном топливе неизвестна. Обратитесь за помощью к своему поставщику топлива и присадок.

1.6.2 Дополнительные требования к техническому обслуживанию

В биодизельном топливе могут присутствовать химические загрязнители, такие как фосфор, щелочь и щелочные металлы (натрий, калий, кальций и магний).

- **Разбавление картерного масла может быть выше при использовании биодизельного топлива и/или смесей биодизельного топлива.**
Повышенный уровень разбавления топлива при использовании биодизельного топлива и/или смесей биодизельного топлива связан с обычно низкой летучестью биодизельного топлива. Долгосрочный эффект концентрации биодизельного топлива в картерном масле в настоящее время неизвестен. Анализ масла настоятельно рекомендуется проводить при использовании смесей биодизельного топлива B20 (20 %) и ниже, требуется при использовании смесей биодизельного топлива/биодизельного топлива с содержанием B20 или выше (по запросу анализа масла обязательно обратите внимание на уровень используемого биодизельного топлива (B5, B20 и т. Д.)).
- Биодизельное топливо содержит металлические примеси (фосфор, натрий, калий, кальций и/или магний), которые образуются из продуктов сгорания при сгорании в дизельном двигателе.
Сажа может повлиять на срок службы и производительность устройств контроля выбросов после обработки. Накопление сажи может вызвать необходимость в более частых интервалах обслуживания и/или привести к снижению производительности.

1.6.3 Отложения в топливной системе

Известно, что биодизельное топливо и смеси биодизельного топлива вызывают увеличение отложений в топливной системе, наиболее значительными из которых являются отложения внутри топливной форсунки. Эти отложения могут привести к потере мощности из-за ограниченного или измененного впрыска топлива или вызвать другие функциональные проблемы, связанные с этими отложениями.

Очиститель дизельной топливной системы, используемый по мере необходимости или на постоянной основе, наиболее эффективен в очистке и предотвращении образования отложений. Очиститель системы помогает ограничить проблемы с отложениями, повышая стабильность биодизельного топлива, а также препятствуя образованию новых отложений. Поэтому при работе с биодизельным топливом и смесями биодизельного топлива рекомендуется использовать очиститель системы дизельного топлива и/или присадки к дизельному топливу, особенно при использовании смесей B20 или выше.

Для очистки системы дизельного топлива и/или присадок к дизельному топливу обратитесь к поставщику топлива за дополнительной информацией.

■ Рекомендации

Биодизельное топливо, отвечающее требованиям, перечисленным в “Стандарте биодизельного топлива”, стандарта “ASTM D6751” или стандарта “EN 14214”, не создаст серьезных проблем при смешивании с приемлемым дистиллятным дизельным топливом в максимальных заявленных процентах.

Однако следует следовать следующим рекомендациям:

Примечание!

Рекомендации, применимые к биодизельному топливу (B100), также применимы к смесям биодизельного топлива (B2, B5, B20 и так далее). Воздействие смесей биодизельного топлива выше B20, как правило, более серьезно, чем воздействие смесей биодизельного топлива B20 или ниже. Более подробную информацию см. в таблице 5 этого раздела о биодизельном топливе.

Информация, представленная в этой таблице, относится к биодизелю и смесям биодизеля, которые полностью соответствуют стандартам и характеристикам, описанным в разделе “Биодизельное топливо” данного Руководства.

Таблица 4 Риски и рекомендации, связанные с использованием биодизельного топлива и смесей биодизельного топлива

Риски и рекомендации, связанные с использованием биодизельного топлива и смесей биодизельного топлива ⁽¹⁾				
Пункт	Риск/Рекомендация	B5	B6-B20	B21-B100
1	Риск сокращения интервала замены масла	Незначительно	Снижено	Средне
2	Риск совместимости топливных фильтров	Незначительно	Снижено	Средне
3	Риск сокращения интервала замены топливного фильтра	Незначительно	Средне	Повышено
4	Объемная фильтрация биодизельного топлива	≤4 мкм	≤4 мкм	≤4 мкм
5	Энергетическое содержание биодизельного топлива	То же, что и для дизельного топлива	Незначит. снижение 1-2 %	Снижение 5-8 %
6	Совместимость с эластомерами	Снижено	Снижено - Средне	Повышено
7	Риск возникновения проблем с низкой температурой окружающей среды как при хранении, так и при эксплуатации	Средне	Средне - Повышено	Повышено
8	Воздействие на материалы	Средне	Medium	Повышено
9	Риск окислительной стабильности и отложений на форсунках	Снижено	Medium	Повышено
10	Стабильность к окислению-Продолжительность хранения	То же, что и для дизельного топлива	8 месяцев ⁽²⁾	4 месяца ⁽³⁾
11	Использование в двигателях с ограниченным временем работы	Макс. допуст.	Неприемлемо	Неприемлемо
12	Риск микробного загрязнения и роста	Средне	Повышено	Повышено
13	Необходимость удаления воды	Средне	Повышено	Повышено
14	Возможность Удаления Воды	Средне	Повышено	Повышено
15	Несовместимость сальникового уплотнения	Незначительно	Средне	Повышено
16	Несовместимость металлов	Незначительно	Снижено	Повышено

- (1) Обратитесь к справочному номеру пункта для получения подробной информации о каждом перечисленном риске/Рекомендации.
- (2) Тестирование смесей B20 рекомендуется проводить в течение 4 месяцев хранения, а затем ежемесячно. Тесты должны включать проверку окисления, кислотного числа, вязкости и осадка.
- (3) B100, хранящийся более 2 месяцев, следует проверять каждые 2 недели, чтобы убедиться, что топливо не разлагается. Тесты должны включать проверку окисления, кислотного числа, вязкости и осадка. Использование соответствующих добавок требуется, если B100 хранится более 4 месяцев. Для получения дополнительной информации обратитесь к поставщику топлива. B100 следует хранить при температуре от 3 °C до 6 °C (от 5 °F до 10 °F) выше точки облачности.

◆ **Справочные номера**

1. Использование биодизельного топлива может негативно повлиять на интервал замены масла. Используйте анализ масла для контроля состояния моторного масла. Анализ масла также поможет определить оптимальный интервал замены масла.
2. Подтвердите производителю фильтра, что используемый топливный фильтр/фильтры совместимы с биодизельным топливом. При использовании биодизельного топлива предпочтительны сепараторы топливной воды.
3. Переход на биодизельное топливо может привести к ослаблению отложений в топливной системе. Интервалы замены топливных фильтров должны быть сокращены на длительный период, чтобы обеспечить этот эффект очистки при преобразовании двигателя в биодизельное топливо. После первоначального преобразования в смесь биодизельного топлива B20 рекомендуется интервал замены фильтра не более 50 часов.
4. Фильтруйте биодизельное топливо и смеси биодизельного топлива через топливный фильтр с номинальным значением не более 4 мкм по абсолютной величине. Фильтры должны располагаться на устройстве, которое подает топливо в топливный бак. Фильтры должны быть расположены на устройстве, которое выдает топливо из резервуара для хранения. Рекомендуется последовательная фильтрация.
5. При сравнении дистиллятного топлива с биодизельным, чистое биодизельное топливо (B100) обычно обеспечивает меньше энергии на галлон на 5-8 %. Не пытайтесь изменить мощность двигателя, чтобы компенсировать потерю мощности. Проблемы с двигателем могут возникнуть, когда двигатель будет переведен обратно на 100 % дистиллятное дизельное топливо. Любые регулировки двигателя в процессе эксплуатации могут привести к нарушению правил по выбросам.
6. В настоящее время проводится мониторинг совместимости эластомеров с биодизельным топливом. Следует регулярно контролировать состояние уплотнений и шлангов. Биодизельное топливо может размягчать, разлагать или протекать из деталей, состоящих из некоторых типов эластомеров. Чем богаче биодизельная смесь, тем выше риск возникновения проблем, связанных с эластомерами.
 - ◆ На двигателях используются уплотнения Viton и уплотнительные кольца Viton в некоторых топливных системах. Viton совместим с биодизельным топливом.
 - ◆ Нитриловые шланги, обычно используемые в некоторых топливопроводах, несовместимы с биодизельным топливом. Следите за состоянием шлангов и подтвердите у производителя шлангов, что они совместимы с используемой смесью биодизельного топлива. При необходимости замените шланги на совместимые.
7. Биодизельное топливо может вызвать проблемы с низкой температурой окружающей среды как при хранении, так и при эксплуатации. При низких температурах окружающей среды биодизельное топливо может потребоваться хранить в отопляемом здании или в отопляемых топливопроводах, фильтрах и резервуарах. Фильтры могут заткнуться, и топливо в баке может затвердеть при низких температурах окружающей среды, если не будут приняты меры предосторожности. Проконсультируйтесь с вашим поставщиком биодизельного топлива для достижения надлежащей точки воскования/помутнения топлива при смешивании с биодизелем.

Примечание!

Производительность улучшителей холодного потока может быть снижена в присутствии биодизеля в топливе. При необходимости обратитесь к поставщику топлива за соответствующими улучшителями холодного потока.

8. Биодизельное топливо может быть произведено с использованием различных возобновляемых источников. Используемый источник может повлиять на продукт. Две основные характеристики топлива - это холодный поток и стабильность к окислению. Холодный поток влияет на засорение фильтра, а устойчивость к окислению влияет на образование отложений и продолжительность и срок хранения биодизельного топлива.
9. Биодизельное топливо обладает плохой устойчивостью к окислению, что может ускорить окисление топлива в топливной системе. Двигатели с электронной топливной системой работают при более высоких температурах, что может ускорить окисление топлива. Окисленное топливо может образовывать отложения в системах впрыска топлива и в топливных системах в целом.
10. Плохая устойчивость биодизельного топлива к окислению может привести к проблемам при длительном хранении. Биодизельное топливо следует использовать в течение ограниченного времени с момента производства. Для обеспечения надлежащей продолжительности хранения рекомендуется провести тестирование хранящегося биодизельного топлива. Тесты должны включать проверку окисления, кислотного числа, вязкости и осадка. Следует периодически проводить тесты, чтобы убедиться, что биодизельное топливо соответствует

- спецификациям.
- Смесь биодизельного топлива B20, как правило, может храниться до 6 месяцев. Тестирование смесей B20 рекомендуется проводить в течение 3 месяцев хранения, а затем ежемесячно, чтобы убедиться, что топливо не деградировало.
 - Биодизельное топливо B100 обычно может храниться до 4 месяцев. Тестирование B100 рекомендуется проводить в течение 2 месяцев хранения, а затем каждые две недели, чтобы убедиться, что топливо не деградировало. Использование соответствующих добавок требуется, если B100 хранится более 4 месяцев. Для получения дополнительной информации обратитесь к поставщику топлива.
 - B100 следует хранить при температуре от 3 °C до 6 °C (от 5 °F до 10 °F) выше точки воскования/помутнения.
11. Из-за плохой устойчивости к окислению и других потенциальных проблем двигателя с ограниченным временем работы (например, сезонное использование или выработка электроэнергии в режиме ожидания) либо не должны использовать смеси с биодизелем, либо, с некоторым риском, ограничивают использование биодизеля до B5. Примерами применений, которые должны ограничить либо исключить использование биодизельного топлива, являются резервные генераторные установки (по режиму ESP). Для получения дополнительной информации обратитесь к разделу "Сезонная эксплуатация".
- Добавление присадок к дизельному топливу рекомендуется для резервных генераторных установок и аварийных транспортных средств, использующих биодизельное топливо/смеси биодизельного топлива. Добавку следует добавлять при заправке двигателя топливом или как можно раньше, когда топливо доставляется и хранится. Предпочтительно, чтобы добавка была добавлена как можно скорее после заправки топливом.
 - Для резервных генераторных установок и аварийных транспортных средств, использующих биодизельное топливо, ежемесячно тестируйте топливо в баке двигателя. Проверьте топливо на кислотное число и устойчивость к окислению. Если результаты испытаний показывают, что топливо разлагается и не соответствует техническим требованиям (приведенным в таблице 5 в этом разделе "Биодизельное топливо"), слейте воду из бака, промойте двигатель, используя высококачественное топливо. Повторяйте процесс до тех пор, пока система не станет чистой. Заправьтесь высококачественным топливом, следуя рекомендациям, приведенным в этом разделе "Топливо".
 - Для резервных генераторных установок и аварийных транспортных средств, использующих биодизельное топливо, используйте топливо со стабильностью к окислению в течении 10 часов или более в соответствии с методом испытаний "EN 14212".
12. Биодизельное топливо является отличной средой для размножения микробов. Микробное загрязнение могут привести к коррозии топливной системы и преждевременному закупориванию топливного фильтра. Проконсультируйтесь с вашим поставщиком топлива и присадок для получения помощи в выборе соответствующих антимикробных присадок.
13. При удалении воды из топливных баков необходимо соблюдать осторожность. Вода ускоряет микробное загрязнение. Когда биодизельное топливо смешивают с дистиллятным топливом, в биодизельном топливе, естественно, с большей вероятностью присутствует вода.
14. Разбавление моторного масла биодизельным топливом может привести к утечкам масла со стороны из-за несовместимости материалов уплотнений, которые обычно используются со стороны картера масла. На уплотнения вкладышей и уплотнения масляного радиатора может повлиять разбавление биодизельного топлива. Следите за состоянием уплотнений и при необходимости проконсультируйтесь с вашим дилером для соответствующей замены.
15. Биодизельное топливо несовместимо с некоторыми металлами. Биодизельное топливо выше B20 окисляется и образует отложения при длительном контакте со свинцом, цинком, оловом, медью и медными сплавами, такими как латунь и бронза. Для получения дополнительной информации обратитесь к своему дилеру.

Примечание!

Использование биодизельного топлива на уровне B2 повышает смазывающую способность конечной смеси примерно на 66 процентов. Увеличение уровня смеси выше B2 не приводит к дальнейшему улучшению смазывающей способности.

◆ Сезонное применение

Перед длительными периодами простоя промывайте топливные системы и топливные баки двигателей с сезонной эксплуатацией обычным дизельным топливом. Перед длительным выключением двигателя выполните следующие действия:

Двигатель работает до тех пор, пока уровень топлива в баке не станет максимально низким. Заправьте топливный бак высококачественным обычным дистиллятным дизельным топливом. Повторите описанные выше действия минимум дважды, прежде чем двигатель будет выключен на длительное время.

Если дистиллятное топливо недоступно для работы двигателя, как описано выше, принимая на себя некоторый риск, ограничьте биодизельное топливо максимумом B5.

1.6.4 Характеристики биодизельного топлива

Конечная смесь биодизельного топлива, используемая в двигателе, должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 5 данного руководства "Биодизельное топливо". В100, предназначенного для подмешивания в дизельное топливо, которое, обеспечит удовлетворительные эксплуатационные характеристики двигателя при температуре топлива не ниже -12°C ($10,4^{\circ}\text{F}$), должна соответствовать пределу фильтруемости при выдерживании в холодном состоянии не более 200 секунд. Стандарт "ASTM D6751" не гарантирует производительность для всех смесей биодизельного топлива при всех возможных температурах топлива, но биодизельное топливо, которое не соответствует этому требованию к испытанию на фильтруемость при воздействии холодных температур, приведет к образованию смесей биодизельного топлива, которые, вероятно, засорят топливные фильтры, когда температура топлива ниже -12°C ($10,4^{\circ}\text{F}$).

Таблица 5 Стандарт для биодизельного топлива

Стандарт для биодизельного топлива				
Свойство	Метод испытаний	Метод испытаний	Единица измерения	Значение
	США	Интернационал.	Специфические свойства топлива	
Плотность при 15°C	"ASTM D1298"	"ISO 3675"	гр/м ³	0.86-0.90
Вязкость при 40°C	"ASTM D445"	"ISO 3104"	мм ² /с (сСт)	1.9-6.0
Температура воспламенения	"ASTM D93"	"ISO 3679"	$^{\circ}\text{C}$	93 мин.
Температура застывания -Лето -Зима	"ASTM D97"	"ISO 3016"	$^{\circ}\text{C}$	6°C (10°F) Минимум при температуре окр. среды
Точка воскообразования	"ASTM D2500"		$^{\circ}\text{C}$	Отчет
Содержание серы	"ASTM D5453"	"ISO 20846" "ISO 20884"	Процент от веса	0.0015 макс.
Этерификация	"EN 14103"	"EN 14103"	Процент от веса	97.5 мин.
Наличие кислоты (кислотное значение)	"ASTM D664"	"EN 14104"	мг КОН/гр	0.5 макс.
Содержание метанола	"EN 14110"	"EN 14110"	Процент от веса	0.2 макс.
Моноглицериды	"ASTM D6584"	"EN 14105"	Процент от веса	0.8 макс.
Диглицериды	"ASTM D6584"	"EN 14105"	Процент от веса	0.2 макс.
Триглицериды	"ASTM D6584"	"EN 14105"	Процент от веса	0.2 макс.
Свободный глицерин	"ASTM D6584"	"EN 14105"	Процент от веса	0.02 макс.

Стандарт для биодизельного топлива				
Свойство	Метод испытаний	Метод испытаний	Единица измерения	Значение
Глицерин общий	“ASTM D6584”	“EN 14105”	Процент от веса	0.24 макс.
Содержание фосфора	“ASTM D4951”	“EN 14107”	Процент от веса	0.001
Содержание кальция и магния	“EN 14538”	“EN 14538”	ppm	5 макс.
Содержание натрия и калия	“EN 14538”	“EN 14538”	ppm	5 макс.
Воздействие холодной температуры Фильтруемость	“ASTM D7501”	-	секунд	360 макс.
Дистилляция -10 % Испарение -90 % Испарение	“ASTM D1160”		°C	Определяется до 360
Углеродный остаток, Конрадсон (CCR)	“ASTM D4530”	“ISO 10370”	Процент от веса	0.05 макс.
Цетановое число	“ASTM D613”	“ISO 5165”		45 мин.
Сульфатированная зола	“ASTM D874”	“ISO 3987”	Процент от веса	0.02 макс.
Содержание воды/осадка	“ASTM D2709”	“ISO 12937”	Процент от объема	0.05 макс.
Коррозия медных полосок	“ASTM D130”	“ISO 2160”		No. 1
Стабильность к окислению	“EN 14112”	“EN 14112”	Часов	3 мин.
Чистота	“ASTM D7619”	“ISO 4406”	-	(1)

(1) Рекомендуемый уровень чистоты топлива, подаваемого в топливный бак двигателя “ISO 18/16/13” или очиститель согласно “ISO 4406” или “ASTM D7619”.

Примечание!

Для смешивания с приемлемым дистиллятным топливом может использоваться топливо, соответствующее стандарту “ASTM D6751” или “EN 14214”. Применяются условия, рекомендации и ограничения, указанные в этом разделе о биодизельном топливе.

2 – Смазочные масла

2.1 Основные сведения о смазочном масле

■ Основные указания по применению смазочного масла

Смазочное масло - это жидкость, специально изготовленная для использования в системе смазки двигателя. Когда двигатель останавливается, смазочное масло хранится в масляном поддоне. При работе двигателя, смазочное масло закачивается в систему смазки двигателя для выполнения следующих функций:

- ◆ Поддержание двигателя в чистоте
- ◆ Предотвращение коррозии
- ◆ Охлаждение
- ◆ Снижение трения и износа

■ Затраты на смазочное масло

Следующие расходы связаны с обслуживанием системы смазки двигателя:

- ◆ Заполнение
- ◆ Потребление/угар
- ◆ Анализ моторного масла
- ◆ Замена моторного масла и фильтров
- ◆ Утилизация отработанного масла

Обслуживание системы смазки двигателя обычно составляет от 10 до 20 процентов от общей стоимости технического обслуживания двигателя. На этот процент может повлиять тип топлива, время работы двигателя и техническое обслуживание.

Температура системы охлаждения, продолжительная работа при небольших нагрузках и состояние двигателя влияют на скорость расхода и срок службы моторного масла.

Затраты на техническое обслуживание могут значительно увеличиться из-за использования неправильного моторного масла. Недостаточное количество смазки, как следствие разрушающиеся движущиеся детали, приводит к дорогостоящему ремонту и простоя двигателя.

■ Риск неправильного выбора масла и использования:

В результате использования неправильного моторного масла могут возникнуть следующие проблемы:

- ◆ Уничтожение зеркала гильзы цилиндра
- ◆ Повреждение и выход из строя подшипников скольжения
- ◆ Отложения на клапанах и седлах клапанов
- ◆ Коксование масла в выпускном коллекторе и турбокомпрессоре
- ◆ Залипание поршней и поршневых колец

Для достижения минимальных затрат на техническое обслуживание системы смазки используйте рекомендуемые масла для двигателей. Высококачественные смазочные масла обеспечивают следующие преимущества:

- ◆ Уменьшение образования нагара
- ◆ Устойчивость к вспениванию
- ◆ Защита от износа гильз цилиндров
- ◆ Защита клапанов и седел клапанов
- ◆ Чистота цилиндро-поршневой группы
- ◆ Защита поршней от царапин и потертостей

2.2 Охрана окружающей среды

■ Предотвращение разлива:

Не сливайте отработанное масло непосредственно на землю. Подготовьте подходящий поддон или контейнер для сбора отработанного масла. Убедитесь, что масло не попадает в канализацию и не просачивается в землю, чтобы предотвратить риск загрязнения чистой воды.

■ Обработка при разливе масла:

- ◆ Разлив на суше: Остановите утечку, если вы можете сделать это без риска. Для удаления используйте ткань, ветошь или абсорбент.
- ◆ Разлив на воде: Остановите утечку, если вы можете сделать это без риска. Удалите с поверхности с помощью обезжиривания или абсорбента. Перед использованием диспергаторов проконсультируйтесь со специалистом.
- ◆ Крупные разливы: Ограничение разлива (плотины) опережает разлив жидкости для последующего восстановления и утилизации. Не допускайте попадания в водные пути, канализацию, подвалы или закрытые помещения.
- ◆ Рекомендации по разливу на воду и разливу на сушу основаны на наиболее вероятном сценарии разлива этого материала; однако географические условия, ветер, температура могут в значительной степени повлиять на соответствующие действия, которые необходимо предпринять. По этой причине проконсультируйтесь с местными властями.

■ Утилизируйте масло:

Всегда сдавайте остатки и использованное масло уполномоченному подрядчику по утилизации отходов или обратитесь за помощью к дилеру.

Примечание!

Смазочные материалы содержат яды и экологически опасные вещества. В случае разлива или случайного выброса, уведомьте соответствующие органы в соответствии со всеми правилами и законами.

2.3 Хранение смазочного масла

■ В контейнере:

- ◆ Храните смазочное масло в правильно маркированных контейнерах вдали от посторонних лиц.
- ◆ Храните в оригинальной упаковке или одобренной альтернативной, изготовленной из совместимого материала, плотно закрытой.
- ◆ Не храните в открытых или немаркированных емкостях.
- ◆ Храните и используйте только в оборудовании/емкостях, предназначенных для смазочного масла.
- ◆ Открытые емкости должны быть тщательно запечатаны и храниться в вертикальном положении, чтобы предотвратить утечку.
- ◆ Держите емкость плотно закрытой и запечатанной непосредственно до заправки.

■ Требования к среде:

- ◆ Хранить при следующих температурах: от 5 до 25°C (от 41 до 77 F).
- ◆ Храните смазочное масло в прохладном, сухом и хорошо проветриваемом месте, вдали от несовместимых материалов.
- ◆ Хранить вдали от источников тепла и прямых солнечных лучей.
- ◆ Держитесь подальше от источников воспламенения, таких как источники тепла/искр/открытого пламени. Не курить.
- ◆ Держите емкость подальше от дождя или воды. Если емкость для смазочного масла необходимо хранить на открытом воздухе, накройте емкость водонепроницаемым материалом, чтобы избежать попадания воды/дождя на/в заливную горловину емкости.
- ◆ Концентрация тумана и паров в закрытых помещениях может привести к образованию взрывоопасной атмосферы. Следует избегать чрезмерного разбрызгивания, перемешивания или нагрева.
- ◆ В местах хранения этого материала следует запретить прием пищи, питье и курение.

Примечание!

Храните смазочные масла в соответствии с местными правилами и законами!

2.4 Функции смазочного масла

Основные функции смазочного масла включают смазку, контроль износа, очистку, защиту от коррозии, контроль окисления, охлаждение, герметизацию.

■ Смазывающая способность

Основная функция моторного масла - смазывать движущиеся части. Масло образует защитную пленку между металлическими поверхностями, предотвращая контакт металла с металлом и уменьшая трение и нагрев. Когда масляной пленки недостаточно, может произойти полировка, потертость, истирание или стопорение.

■ Контроль степени износа по анализу масла (металлические частицы)

Современные смазочные материалы содержат присадки для защиты от экстремального давления и износа. При высоком давлении эти добавки образуют химически связанную молекулярную пленку на поверхности металла, предотвращающую прямой контакт и износ при ее отсутствии.

■ Очистка поверхностей

Моющие средства в масле действуют как чистящее средство в двигателе. Они помогают уменьшить образование нагара и окисления на поршнях, кольцах, штоках клапанов и уплотнениях, что может привести к серьезным повреждениям двигателя. Масло с оптимальными присадками удерживает загрязнения во взвешенном состоянии до тех пор, пока они не будут удалены системой фильтрации масла или во время замены масла.

■ Защита от коррозии

Предотвращающие коррозию, добавки обеспечивают защитный барьер, изолируя металлы для предотвращения коррозии. Некоторые металлы, такие как медь, бронза и свинец, подвержены коррозии. Коррозия может привести к удалению металла с деталей двигателя, что может привести к дальнейшему износу. Кроме того, в состав масел входят нейтрализующие присадки, которые нейтрализуют кислоты, образующиеся при сгорании и термической деструкции.

■ Контроль окисления

Антиоксидантные присадки предотвращают окисление базового нефтяного масла. Окисление может привести к образованию кислот, повышенной вязкости и образованию отложений.

■ Охлаждение

Смазочное масло действует как теплоноситель и помогает охлаждать внутренние компоненты двигателя, так как основная система охлаждения двигателя это сделать не может. Тепло передается маслу при контакте с различными компонентами, а затем передается в водомасляный радиатор (ВМР) для последующего охлаждения.

■ Герметизация

Масло действует как уплотнение, заполняющее поверхности гильз цилиндров, поршней, штоков клапанов и других внутренних компонентов двигателя.

2.5 Категории смазочных масел

2.5.1 Классы вязкости по SAE

Надлежащая степень вязкости масла SAE определяется минимальной температурой окружающей среды при холодном запуске двигателя и максимальной температурой окружающей среды во время работы двигателя.

Используйте смазочное масло с самой высокой вязкостью, когда оно соответствует требованиям к температуре окружающей среды. В соответствии со стандартом SAE с акцентом на класс вязкости масла, категория выглядит следующим образом.

Таблица 6 Классы вязкости масла по SAE

Номер категории	Класс вязкости по SAE	Температура окружающей среды	
		Минимум	Максимум
1	30	5°C	35°C
2	40	10°C	40°C
3	0W-20	-35°C	20°C
4	0W-30	-35°C	30°C
5	0W-40	-35°C	40°C
6	0W-50	-35°C	45°C
7	5W-30	-30°C	30°C
8	5W-40	-30°C	40°C
9	5W-50	-30°C	45°C
10	10W-30	-25°C	30°C
11	10W-40	-25°C	40°C
12	10W-50	-25°C	45°C
13	15W-30	-20°C	30°C
14	15W-40	-20°C	40°C
15	20W-20	-15°C	20°C
16	20W-40	-15°C	40°C

2.5.2 Категории масел для дизельных двигателей

Техническая информация, приведенная в этой главе, соответствует использованию дизельного двигателя большой мощности. Следующие категории основаны на качестве смазочного масла.

2.5.2.1 Категории смазочных масел по стандарту API

The **American Petroleum Institute** является институтом по исследованию смазочных масел. API имеет долгую историю исследования смазочных масел на основе характеристик и качества. Также API является профессиональным отделом лицензирования и сертификации моторных масел.

Категории масла API устанавливаются при содействии ASTM и SAE. Первый стандарт API был опубликован в 1924 году. Ниже приведено базовое введение в историю выпуска стандартов API.

■ CF-4

Смазочное масло марки CF-4 применяется для высокоскоростных четырехтактных дизельных двигателей, выпущенных после 1990 года. Его показатели по предотвращению потребления и отложений лучше, чем у категории CE.

■ CG-4

Стандарт CG-4 был выпущен в 1995 году для двигателей, использующих топливо с низким содержанием серы.

■ CH-4

Стандарт CH-4 был выпущен в 1998 году для дизельных двигателей с турбонаддувом, использующих топливо с низким содержанием серы (менее 5000 мг/кг)..

■ CI-4

Стандарт CI-4 был выпущен в 2002 году и применяется для дизельных двигателей с EGR и SCR.

■ CJ-4

Смазочное масло марки CJ-4 предназначено только для двигателей, работающих на топливе со сверхнизким содержанием серы, и может использоваться в двигателях с DPF.

■ CK-4, FA-4

Стандарт CK-4 и FA-4 был выпущен в 2016 году. Он обладает лучшей экономичностью, чем CJ-4, применяется для двигателей, использующих топливо со сверхнизким содержанием серы. Его можно использовать в двигателе с DPF. По сравнению с классом CK-4, смазочное масло класса FA-4 имеет очень низкую вязкость для снижения расхода топлива и может использоваться только в новых двигателях.

2.5.2.2 Система сертификации API

API имеет профессиональную тестовую систему для оценки смазочных масел. Система тестирования API включает в себя лабораторные испытания и испытания двигателя.

- Лабораторные испытания включают в себя тесты на вязкость, стендовые испытания на высокотемпературную коррозию, испытания на пену, устойчивость к сдвигу, летучесть и т.д.
- Элементы испытаний двигателя включают Mack T-8E, Mack T-9, Cummins M-11, Caterpillar 1P, Caterpillar 1K, Испытание на износ роликовых толкателей, Испытание на аэрацию моторного масла, Последовательность IIIF/IIIG/IIIN и т. д.

Для справки подробные характеристики категории API CK-4 перечислены в следующем пункте.

Таблица 7 - Требования к маслам для дизельных двигателей большой мощности по API CK-4

Характеристика	Метод испытаний	Свойство	Единица	Значение		
1. Лабораторный тест для API CK-4						
1.1 Марки вязкости		SAE J300		xW-3, xW-40		
1.2 Высокая температура/сдвиг	ASTM D4683 or ASTM D4171 or ASTM D5481	Вязкость при 150°C Для xW-30 Для xW-40 Для xW-40	cP cP cP	3.5 мин. н/а аналогично SAE J300		
1.3 Устойчивость к сдвигу	ASTM D7109	KV после 90 прохода при, 100°C xW-30 0W-40 Прочие xW-40 HTHS Viscosity @150°C min xW-30 grades	cSt cSt cSt cSt	9.3 мин. 12.5 мин. 12.8 мин. 3.4 мин.		
1.4 Химический предел	ASTM D4951 ASTM D4951 ASTM D874	Доля фосфора массовая Доля серы массовая Доля сульфатированной серы массовая	% % %	0.12 макс. 0.4 макс. 1.0 макс.		
1.5 Волатильность топлива (тест на испарение)	ASTM D5800	Потери при испарении при 250°C	%	13 макс.		
1.6 Вспенивание	ASTM D892	Последовательность I Последовательность II Последовательность III	Тенд./ уда Р мл	10/0 макс. 20/0 макс. 10/0 макс.		
1.7 Вискозиметрический тест на коррозию, 135°C	ASTM D6594	Медь, отработ. масло Свинец, отработ. масло Медные полоски	ppm ppm -	20 макс. 120 макс. 3 макс.		
1.8 Совместимость с материалами уплотнений	ASTM D7216 Нитрил(NBR) Силикон(VMO) Полиакрилат(ACM) Флуорэластомеры(FKM) Vamax G	Эластичность, %	Твердость, pts	Предел прочности, %	Удлинение, %	
		+5/-3 +TMC 1006/-3 +5/-3 +5/-2 +TMC 1006/-3	+7/-5 +5/-TMC 1006 +8/-5 +7/-5 +5/-TMC 1006	+10/-TMC 1006 +10/-45 +18/-15 +10/-TMC 1006 +10/-TMC 1006	+10/-TMC 1006 +20/-30 +10/-35 +10/-TMC 1006 +10/-TMC 1006	
2. Испытания на двигателях для API CK-4		Номинальный параметр	Ед. изм.	Основные критерии эффективности		
				1 тест	2 тест	3 тест
2.1 Mack T-11	ASTM D7156	TGA%Soot @4.0 cSt TGA%Soot @12.0 cSt TGA%Soot @15.0 cSt	% % %	3.5 мин. 6.0 мин. 6.7 мин.	3.4 мин. 5.9 мин. 6.6 мин.	3.3 мин. 5.9 мин. 6.5 мин.
2.1a Sooted Oil MRV	ASTM D6896	Вязкость, 180 часов на двигателе Mack T-11 и T-11A Вязкость при @-20°C, предел текучести	cP Па	25,000 макс. <= 35 макс.		
2.2 Mack T-12	ASTM D7422	Потеря массы верхнего кольца поршневого Износ гильзы цилиндра	мг мм	<35 макс.	105 макс. 24.0 макс.	105 макс. 24.0 макс.
2.3 Cummins ISB	ASTM D7484	Потеря массы толкателя, среднее Износ кулачков, среднее Потеря массы траверсы, среднее	мг мм мм	100 макс. 55 макс. Отчет	108 макс. 59 макс. Отчет	112 макс. 61 макс. Отчет
2.4 Cummins ISM	ASTM D7468	Merit rating Потеря массы верхнего кольца поршневого	Merits мг	1000 мин. 100 макс.	1000 мин. 100 макс.	1000 мин. 100 макс.
2.5 Caterpillar 1N	ASTM D6750	Взвеси(WDN) Заполнение верхней канавки (TGF) Верхний слой с углеродом (TLHC) Расход масла (0-252h) Потертости поршня, колец, вкладышей Запирание поршневых колец	Demerits % % г/кВт*ч	286.2 макс. 20 макс. 3 макс. 0.54 макс.	311.7 макс. 23 макс. 4 макс. 0.54 макс.	323.0 макс. 25 макс. 5 макс. 0.54 макс.
2.6 Caterpillar C13	ASTM D7549	Merit rating Перегрев поршневых колец	Merit	1000 мин. нет	1000 мин. нет	1000 мин. нет
2.7 COAT	ASTM D8047	Средняя азрация, от 40 до 50 часов	%	11.8 макс.	11.8 макс.	11.8 макс.
2.8 Roller Follower Wear Test	ASTM D5966	Износ штифтов, среднее	mil(s(мм))	0.30 макс. (7.6 макс.)	0.33 макс. (8.4 макс.)	0.36 макс. (9.1 макс.)
2.9 Volvo T-13	ASTM D8048	T-13 FTIR окисление при EOT, Abs. Кинематическая вязкость при 40°C (300 h-360 h) макс. Расход масла, от 48 до 190 часов, макс.	см ² % г/ч	125 75 Отчет	130 85 Отчет	133 90 Отчет

2.5.2.3 Категории смазочных масел по ACEA

ACEA это аббревиатура “European Automobile Manufacturers Association” (Европейская ассоциация производителей)

Классы ACEA включают 3 класса последовательностей:

- **Бензиновые и легкие дизельные двигатели;**
(A3/B3, A3/B4&A5/B5) для бензиновых и легких дизельных двигателей
- **Бензиновые и легкие дизельные двигатели с устройствами для последующей обработки**
(C1, C2, C3, C4, C5) специально для двигателей с устройствами для последующей обработки
- **Дизельные двигатели большой мощности**
(E4, E6, E7, E9) для дизельных двигателей большой мощности.

Последовательности масел определяют минимальный уровень качества продукта для самосертификации в EELQMS (Европейская система управления качеством моторных смазочных материалов) и представления членам ACEA. Отдельные компании - члены могут указывать параметры производительности, отличные от тех, которые охватываются показанными тестами или ограничениями.

Каждый набор последовательностей масел предназначен для использования потребителем с помощью кода из 2 частей, содержащего букву для определения КЛАССА и число для определения КАТЕГОРИИ (например, С1).

КЛАСС указывает масло, предназначенное для общего типа двигателя - в настоящее время существуют: A/B=Бензиновые и легкие дизельные двигатели

C=Масла, совместимые с катализаторами для бензиновых и легких дизельных двигателей с устройствами для последующей обработки.

E=Дизельные Двигатели Большой мощности

Таблица 8 – Тестовые задания для категорий ACEA E

Свойство	Метод испытаний	Характеристика	Ед.изм.	Предл.значение			
				E4	E6	E7	E9
1. Лабораторный тест							
1.1 Вязкость		SAE J300 Активный пуск последний		Никаких ограничений, кроме как в соответствии с требованиями к устойчивости к сдвигу и НТНС. Производители могут указывать конкретные требования к вязкости, связанные с температурой окружающей среды.			
1.2 Устойчивость к сдвигу	CEC L-014-93 or ASTM D6278 or ASTM D7109	Кинематическая вязкость при 100°C после 30 циклов	мм ² /сек	Принадл.класс			
	ASTM D7109	Кинематическая вязкость при 100°C после 90 циклов	мм ² /сек		Принадл.класс		
1.3 НТНС Вязкость	CEC L-036-90	Динамическая вязкость при 150°C при последнем активном пуске 10 ⁵ s ⁻¹	мПа*с	≥3.5			
		Динамическая вязкость при 100°C при последнем активном пуске 10 ⁵ s ⁻¹	мПа*с	Отчет			
1.4 Потери при испарении	CEC L-040-93 (Noack)	Максимальная потеря веса через 1 час при 250°C	%	≤13			
1.5 Зола сульфатированная	ASTM D874		% м/м	≤2.0	≤1.0	≤2.0	≤1.0
1.6 Содержание фосфора	ASTM D5185		% м/м	≤0.08			≤0.12
1.7 Содержание серы	ASTM D5185		% м/м	≤0.3			≤0.4
1.8 Совместимость масла и материалов уплотнений (эластомеров)	CEC L-112-16	Максимальное изменение характеристик после погружения в течение 7 дней в свежее масло без предварительной выдержки -Предел прочности -Удлинение при разрыве -Изменение объема		RE6	RE7	RE8	RE9
			%	Отчет	Отчет	Отчет	Отчет
			%	-70/+20	-65/+15	-51/+9	-65/+19
			%	-5.5/+2.1	-1.8/+8.9	0.0/+12	-2.5/16
1.9 Вспенивание	ASTM D892 Без варианта А	Стабильность	мл мл мл	Последовательность I (24°C) 10-ml Последовательность I (94°C) 50-ml Последовательность I (24°C) 10-ml			Seq I 10/0 Seq II 20/0 Seq III 10/0
1.10 Вспенивание при воздействии высокой температуры	ASTM D6082	Стабильность	мл	Последовательность IV (150°C) 200-50			
1.11 Окисление	CEC L-085-99 (PDSC)	Время окисления	Мин.	≥65			
1.12 Коррозия	ASTM D6594	Медь	ppm	Отчет		Отчет	≤20
		Свинец	ppm	Отчет		≤100	≤100
		Медные полоски	Макс.	Отчет		Отчет	3
1.13 TBN	ASTM D2896		мг KOH/g	≥12	≥7	≥9	≥7
1.14 Прочиваемость при низкой температуре	CEC L-105-12	MRV Предел текучести (MRV по SAE J3000 Температура Прим. Для свежего масла)	мПа*с Па	Согласно SAE J300 для свежего масла			
1.15 Окисление масла при смешивании с биодизелем	CEC L-109-16	Окисление после 168 часов KV100 (увеличение после 168 часов)	А/см %	≤90 ≤130	≤80 ≤130	≤120 ≤300	≤90 ≤150
2. Испытания на двигателях							
2.1 Износ	OM646LA	Вып. отверстие кулачка	мкм	≤140	≤140	≤155	≤155
2.2 Наличие сажи в масле	Mack T-8E	Продолжительность испытания 300 часов		≤	≤	≤	≤
		Отн. вязкость при 4,8% сажи и 50% потере на сдвиг 1 Исп.1/Исп.2/Исп.3 в среднем		2.1/2.2/2.3	2.1/2.2/2.3	2.1/2.2/2.3	2.1/2.2/2.3
2.3 Чистота поршней	OM501LA	Чистота поршня средняя полировка отверстия. Среднее	Merit	≥26	≥26	≥17	≥17
		Расход масла двигателя, среднее	%	≤1.0	≤1.0	≤2.0	≤2.0
			кг/Test Merit	≤9 Отчет	≤9 Отчет	≤9 Отчет	≤9 Отчет
2.4 Износ, вызванный сажей	Cummins ISM	Merit					
		Потеря веса траверсы Исп.1/Исп.2/Исп.3 в среднем	мг			≤7.5/7.8/7.9	≤7.1
		Осадок двигателя Исп.1/Исп.2/Исп.3 в среднем	г/Па Merit			≤55/67/74	≤19
		Прил. потеря веса винта	мг			≥8.1/8.0/8.0	≥8.7 ≤49
2.5 Гильзы-кольца-подшипники	Mack T12	Merit		≥1000	≥1000	≥1000	
		Потеря веса гильзы цилиндра	мкм	≤26	≤26	≤24	
		Потеря веса верхнего поршневого кольца	мг	≤117	≤117	≤105	
		Конец исп. провод	ppm	≤42	≤42	≤35	
		Изм. свинца 250-300 час.	ppm	≤18	≤18	≤15	
		Расход масла	г/час	≤95	≤95	≤85	

2.5.4 Разновидности масла для газопоршневых двигателей

■ Сульфатированная зола:

Отложения от сгорания присадок, по-другому называются зола/нагар.

Если уровень золы слишком высок, на клапанах, свечах зажигания и камере сгорания образуются чрезмерные отложения. Чрезмерные отложения могут привести к разрушению клапанов, преждевременному открытию/закрытию и аномальному износу.

Поэтому очень важно использовать масло с надлежащим уровнем зольности.

■ Классификация масел по содержанию золы:

Based on the sulfated ash mass percent, the gas engine oil can be classified as following.

Таблица 9 Классификация масел по содержанию золы

№	Уровень золы (% от веса)	TBN, классификация (м г КОН/г)
1	≤0.15%	1~3
2	0.15%~≤1.0%	3~9
3	>1.0%	9~12

2.5.5 Базы смазочного масла

Процент базы в готовой смазке составляет около 70%~95% по весу.

API разделил базы на пять групп. Группы идентифицируются по индексу вязкости и химическому составу. Различные группы обеспечивают различную производительность готовых смазочных материалов. Обмен баз между этими группами не рекомендуется. Группу API нелегко обнаружить в описании готовой смазки. Поэтому нефтяная компания должна проинформировать клиента о типе базового масла готовой смазки.

Таблица 10 Классификация базового уровня

№	Категория	Способ получения
1	Группа I	Получается из нефти
2	Группа II	
3	Группа III	Очищенный от нефти и обработанный добавлением химических веществ
4	Группа IV	Изготовлен из различных видов химических материалов
5	Группа V	

2.6 Рекомендации по выбору смазочного масла

Примечание!

Рекомендуется использовать масло, разработанное для газопоршневых двигателей большой мощности. Не используйте масло, разработанное для бензиновых или дизельных двигателей.

Используйте только масло, рекомендованное в данном руководстве. Никогда не используйте масло, отличное от указанного в данном руководстве. Использование неподходящего масла приведет к залеганию поршневых колец, преждевременному износу подшипников и движущихся частей, а также значительно сократит срок службы двигателя.

2.6.1 Уровень вязкости

■ Определение вязкости масла:

Для выбора надлежащей степени вязкости SAE см. таблицу 6.

■ Влияние вязкости:

Масла с более высокой вязкостью поддерживают максимально возможную толщину масляной пленки. Однако чрезмерно высокая вязкость масла приводит к потере мощности и аномальному повышению температуры масла, в то время как чрезмерно низкая вязкость масла ускоряет износ из-за недостаточной смазки.

■ Масла одного сорта:

Для стационарных газопоршневых двигателей Компания рекомендует клиентам выбрать однокомпонентное смазочное масло для двигателей, работающих на природном газе. Для температуры окружающей среды от 5°C до +35°C рекомендуется смазочное масло SAE 30. Для температуры окружающей среды от +10 °C до +40°C рекомендуется смазочное масло SAE 40. Не используйте однокомпонентное моторное масло SAE40 при низких температурах.

■ Мульти-сортовое масло:

При низких температурах окружающего воздуха для выбора масла, клиент выбирает один из типов смазочных мульти-сортовых масел в соответствии с таблицей 6.1.

2.6.2 Рекомендации по выбору масел для дизельных двигателей

Рекомендуется использовать смазочное масло для дизельных двигателей следующей категории API в вашем дизельном двигателе.

■ Рекомендации для применения масла в коммерческом транспорте

Таблица 11 Рекомендации по выбору масла для двигателей коммерческого транспорта

№	Уровень выбросов	Системы двигателя	Рекомендованная категория API	Примеч.
1	EU II	MP	CF-4	
2	EU III	CR	CH-4	
3		MP+EGR	CI-4	
4	EU IV	CR+SCR	CI-4	
5		CR+EGR+DOC+POC	CI-4	
6		CR+EGR+2-DOC	CI-4	
7	EU V	CR+SCR	CI-4	
8		CR+EGR+DPF	CK-4	
9		CR+EGR+DOC+DPF	CK-4	
10	EU VI	CR+EGR+DOC+DPF+SCR	CK-4	
11		CR+DOC+DPF+SCR	CK-4	

Примечание:

Сокращения в таблице:

MP - Mechanical Fuel Pump – Механический топливный насос

CR-Common Rail system – Топливная система Common Rail

EGR - Exhaust Gas Recirculation – Система EGR (Рециркуляции отработавших газов)

SCR - Selective Catalytic Reduction – Система SCR (Селективного каталитического восстановления)

DOC - Diesel Oxidation Catalyst – Система DOC (Катализатора дизельного топлива)

POC -Particulate Oxidation Catalyst – Система POC (Катализатор твердых частиц)

DPF – Diesel Particulate Filter – Система DPF (Сажевого фильтра)

■ **Рекомендации по выбору масла для внедорожной техники**

Таблица 12 Выбор масла для двигателей, установленных на внедорожной технике

№	Стандарт по выбросам	Системы двигателя	Рекомендованная категория API	Примеч.
1	EU Stage IIIA	MP+EGR	CI-4	
2		CR	CH-4	
3		MP+EGR	CI-4	
4	EU Stage IIIB or EPA Tier 4I	CR+SCR	CI-4	
5		CR+EGR+DOC	CI-4	
6	EU Stage IV or EPA Tier 4F	CR+DOC+SCR	CI-4	
7		CR+EGR+DOC+DPF	CK-4	
8	IMO Tier2	MP	CF-4	
9		CR	CH-4	
10	IMO Tier3	MP+SCR	CF-4	
11		CR+SCR	CH-4	

В независимости от выбранного типа топлива CH-4 может заменить CF-4, CI-4 может заменить CF-4, CH-4 независимо от того, какое топливо вы используете.

CK-4 не всегда может заменить CF-4, CH-4 и CI-4. Следует отметить, что категория API CK-4 разработана только для двигателей, работающих на топливе с низким содержанием серы. Если ваше топливо - дизельное топливо с очень низким содержанием серы, вы также можете использовать дизельное моторное масло API CK-4 для вашего двигателя.

Поставщик масла несет ответственность за соответствие масла стандартам.

2.6.3 Рекомендации по выбору масла для газопоршневых двигателей

■ **Требования к газу:**

Топливные газы - трубопроводный природный газ, сжиженный или сжатый природные газы, с содержанием сероводорода (H_2S) в районе $\leq 0.43 \text{ мг}H_2S/\text{МДж}$, должны быть отфильтрованы и подготовлены перед использованием.

■ **Смазочное масло для природного газа:**

Смазочное масло с содержанием сульфатной золы $\leq 1,0\%$ рекомендуется для использования при применении в двигателях, используемых в качестве топлива природный газ. Типичное содержание сульфатной золы в смазочном масле для газопоршневых двигателей составляет не более 0,9%.

■ **Требования к биогазу:**

Биогаз, свалочный и реакторный газы, обычно содержат большое количество соединений серы с более чем $0.43 \text{ мг}H_2S/\text{МДж}$.

Соединения серы могут сократить срок службы двигателя и моторного масла. При объединении этих соединений с водой/влажгой в моторном масле образуются кислоты. Эти кислоты воздействуют на материалы компонентов системы смазки двигателя.

Для минимизаций воздействий этих соединений рекомендуется использовать оборудование для обработки газообразного топлива.

■ **Смазочное масло для двигателей, работающих на биогазе:**

Обратитесь за помощью к вашему дистрибьютору двигателей в случае, если ваш газ относится к биогазу.

2.6.4 Рекомендации по выбору коммерческого смазочного масла

■ Коммерческое смазочное масло для дизельных двигателей

Чтобы получить доступ к информации о коммерческом смазочном масле, сертифицированном API, выполните поиск по следующей ссылке:

<https://engineoil.api.org/Directory/EolcsSearch>

■ Коммерческое смазочное масло для газопоршневых двигателей

Обратитесь к Вашему поставщику двигателя.

2.6.5 Ограничения/Запреты

■ Присадки для вторичного использования масла

Запрещается использование в масле присадок для вторичного использования.

Полностью готовые масла состоят из базового сырья и коммерческих пакетов присадок. Эти пакеты присадок смешиваются с базовым сырьем в точном процентном соотношении, для обеспечения требуемых характеристик, соответствия отраслевым стандартам.

Присадки для вторичного использования могут быть несовместимы с пакетом присадок используемых при производстве масла. Это может снизить производительность масла, привести к выпадению осадка в картере и последствиям.

■ Масла для обкатки двигателей

Во всех типах двигателях запрещено использовать масла для обкатки. Эти масла не соответствуют стандартам по износу и могут негативно повлиять на долговечность.

■ Модификаторы трения

Не следует использовать моторное масло, содержащее модификаторы трения. Модификаторы трения могут противодействовать противоизносным присадкам в вашем моторном масле, снижая износостойкость.

■ Повторно очищенные масла

Запрещается использование повторно-очищенного масла во всех типах двигателей.

2.7 Интервалы замены масла

Примечание!

В очень тяжелых, пыльных, влажных или морозных условиях эксплуатации может потребоваться более частая замена масла, чем указано в Руководстве по техническому обслуживанию.

Обратитесь к Руководству по эксплуатации и техническому обслуживанию вашего двигателя, чтобы определить интервал замены масла. Фактическое время работы двигателя также определяет график интервалов слива.

■ Увеличение интервалов для замены масел

◆ Основные требования:

Анализа масла недостаточен для определения скорости образования лака и/или углерода на поршнях и других поверхностях двигателя.

Для снижения потенциального риска отказов, связанного с длительными периодами замены масла, рекомендуется увеличивать интервал замены только на основе анализа масла и последующих осмотров двигателя.

Следование этой рекомендации поможет избежать чрезмерного износа компонентов. В программе оптимизации замены масла настоятельно рекомендуется, чтобы продление было ограничено интервалом в 100 часов (500 -> 600 -> 700 и т.д.).

◆ Ссылки:

Подробную информацию об отборе проб и анализе масла см. в п. 2.8 и 2.9.

Примечание!

Неисправности, вызванные длительным периодом замены масла, не являются заводскими дефектами и не покрываются гарантией.

2.8 Отбор проб масла

2.8.1 Требования к отбору проб

- Отбор пробы делается в чистую сухую емкость.
- Необходимо отобрать не менее 118 мл масла.
- Пробы берутся перед добавлением свежего масла.
- Перед отбором пробы необходимо довести двигатель до рабочей температуры.
- Пробы должны браться одним способом из одного места.

2.8.2 Информация, подлежащая регистрации

За счет постоянной циркуляции масла в двигателе частицы металлов и загрязняющих веществ накапливаются с постоянной частотой. Количество загрязняющих веществ в масле во время отбора проб обычно зависит от времени, прошедшего с момента последней замены масла. Чтобы обнаружить изменения в характере износа двигателя, при сборе пробы масла необходимо регистрировать продолжительность работы масла.

- **Информация, подлежащая регистрации при отборе проб масла:**

Таблица 13 Регистрируемая информация

№	Пункты для регистрации
1	Дата
2	Серийный номер двигателя
3	Применяемость двигателя
4	Наработка двигателя, час
5	Наработка масла, час
6	Марка используемого масла, категория, класс вязкости и пр.
7	Количество масла, долитого с момента предыдущей замены, л
8	Указания о проведении предыдущих технических обслуживаниях

2.8.3 Методика отбора проб

- **Метод 1, Отбор проб при работающем двигателе, на холостом ходу:**

Будут использоваться следующие инструменты, см. рисунок 3:

- Клапан слива масла, артикул 1003459514
- Трубка масла, артикул 1003566026
- Штуцер, артикул 1003499898
- Кронштейн, артикул 1003499897
- Чистый и сухой контейнер/емкость/банка

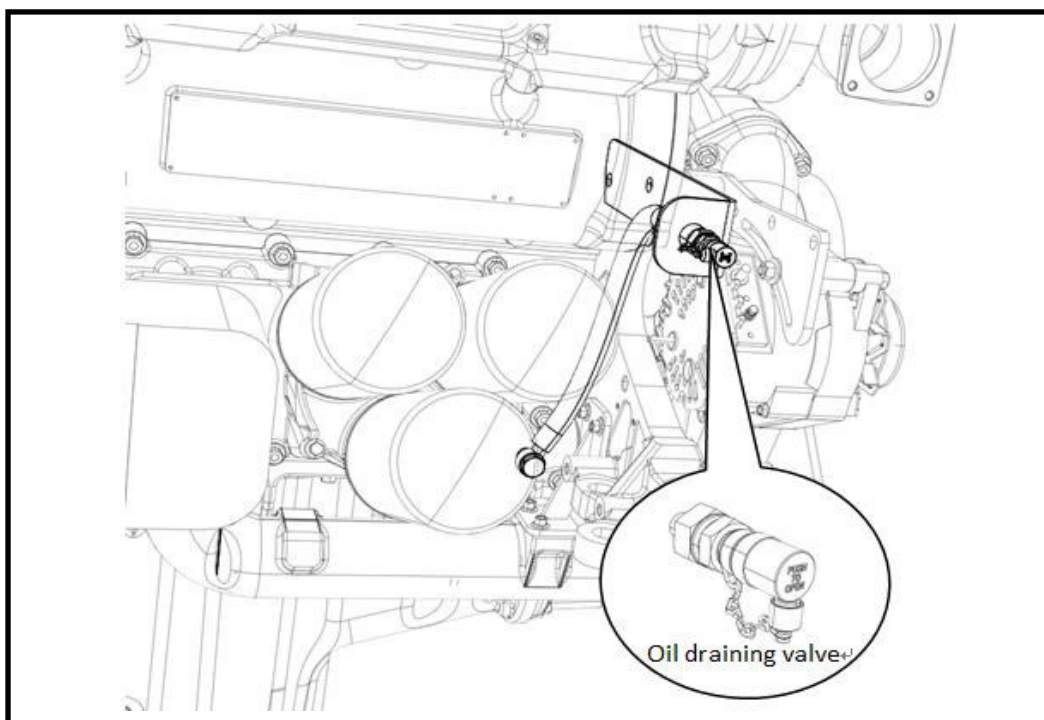


Рисунок 3 Монтаж элементов для отбора проб масла

- Шаг 1** Запустите двигатель на холостом ходу и доведите его до рабочей температуры.
- Шаг 2** Очистите внешнюю часть пробоотборного клапана, протерев его чистой сухой тряпкой.
- Шаг 3** Очистите отверстие для отбора проб, пропустив небольшое количество масла через клапан, а затем верните масло в поддон через трубку для заливки масла.
- Шаг 4** Соберите образец в чистую сухую емкость.
- Шаг 5** Заполните таблицу информацией, указанной в табл.13, нанесите стикер с информацией на емкость.

■ **Метод 2, Отбор проб при неработающем двигателе:**

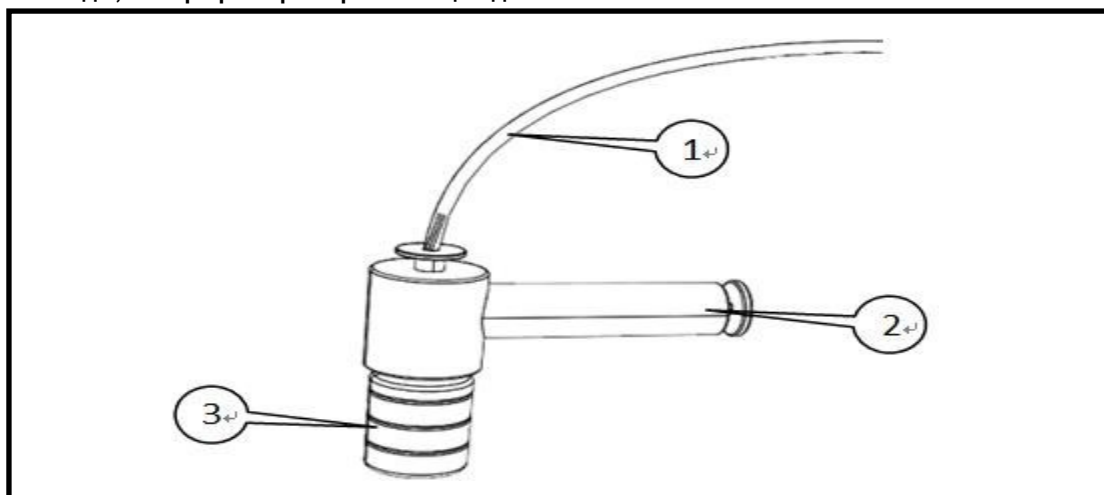


Рис. 4 Монтаж дополнительных элементов для отбора проб

1 - Шланг для отбора проб масла, 2 - Вакуумный насос, 3 - Чистый и сухой контейнер/емкость

- Шаг 1** Приложите чистый кусок трубки к щупу и отметьте на трубке место, где находится щуп. Отрежьте трубку так, чтобы она была на 25-50 мм ниже уровня масла в масляном поддоне. См. рисунок 5
- Шаг 2** Вставьте полученную трубку для отбора пробы в трубку щупа до отметки, упомянутой в предыдущем шаге.
- Шаг 3** Используйте ручной вакуумный насос для перекачки масла в чистую сухую емкость.
- Шаг 4** Заполните таблицу информацией, указанной в табл.13, нанесите стикер с информацией на емкость.

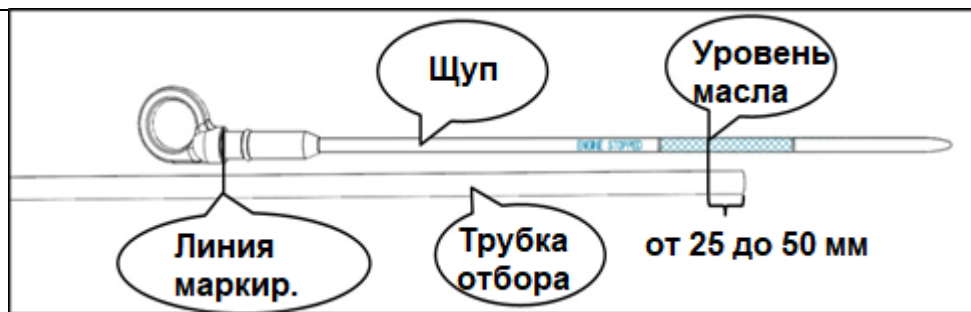


Рисунок 5 Способ изготовления трубки для отбора пробы масла

Примечание!

Образец необходимо получить сразу после остановки двигателя, в противном случае после отбора пробы масло может не содержать осадка механических примесей. Не отбирайте масло со дна картера/поддона двигателя. Анализ такой пробы может показать избыточное содержание примесей в масле, что приведет к неправильным выводам.

2.9 Анализ масла

Примечание!

Для определения базы необходимо провести анализ нового масла. Образцы для анализа нового масла должны отбираться каждый раз при смене типа масла или поставщика масла, либо как минимум, два раза в год. Пробы должны быть взяты непосредственно из емкостей хранения для определения состава масла, а также из двигателя, чтобы подтвердить, что система хранения или транспортировки не содержит загрязняющих веществ.

2.9.1 Цели анализа масла

- Анализ масла проводится по следующим причинам:
 - ◆ Для контроля уровня загрязнения моторного масла
 - ◆ Для выявления неисправностей систем фильтрации воздуха, охлаждающей жидкости или повышенного износа компонентов
 - ◆ Увеличение срока/интервала замены масла
- Анализ масла полезен для выявления ранних признаков износа, существуют некоторые ограничения на то, что может обнаружить анализ масла.
 - ◆ Крупные частицы могут быть не обнаружены.
 - ◆ Быстро развивающиеся неисправности могут быть не обнаружены. Для выявления потенциальной проблемы, проба масла должна быть взята непосредственно после выявления неисправности. Некоторые неисправности развиваются так быстро, что их невозможно выявить при анализе масла.

2.9.2 Анализ показателей масла дизельных двигателей

Правильный анализ проб масла важен для поддержания срока службы и эксплуатации двигателя. Износостойкие металлы, нефтяные загрязнения и свойства масла, которые обеспечивают наиболее надежные показатели для выявления потенциальных проблем, приведены в таблице 16. Ограничения, указанные в таблице 14, предназначены для выявления неблагоприятных тенденций в анализе нефти, которые требуют дальнейшего изучения. Ограничения основаны на лабораторных данных и не должны использоваться для увеличения интервалов замены масла. Если ограничение достигнуто, обратитесь к Вашему дилеру.

Таблица 14 Анализ показателей масла дизельных двигателей

Категория	Параметр (характеристика)	Показатель	Метод испытаний
Состояние масла	Общее базовое число(мг КОН/г)	>2 до 50% от показателя нового масла	ASTM D4739
	Общее кислотное число (мг КОН/г)	<2.5	ASTM D664
	Оксидация (абс/см)	<16.2	ASTM E2412
	Нитрование (абс/см)	<7.8	
	Вязкость при 100°C(сСт)	±20% от показателя нового масла	ASTM D445
Загрязнения	Содержание топлива (процент от массы)	<5%	ASTM D8004
	Содержание гликоля/ОЖ (процент от массы)	0	ASTM E2412M
	Содержание воды/влаги (процент от массы)	<0.2%	ASTM D6304
	Содержание сажи (процент от массы)	<2.5%	TGA Hot Weight Analysis
	Содержание пентанов (процент от массы)	<2%	ASTM D893
	Натрий (ppm)	<30	ASTM D6595
	Калий (ppm)	<20	ASTM D6595
	Кремний (ppm)	<30	ASTM D6595
	Ванадий (ppm)	<50	ASTM D6595
Металлы	Железо (ppm)	<100	ASTM D6595
	Свинец(ppm)	<20	ASTM D6595
	Медь (ppm)	<50	ASTM D6595
	Алюминий (ppm)	<30	ASTM D6595
	Олово (ppm)	<50	ASTM D6595
	Хром (ppm)	<20	ASTM D6595
Примечание!			
Используйте стандарт ASTM D7720-11. Таблицу следует использовать в качестве справочной только в том случае, если пределы не могут быть установлены с помощью статистического анализа.			

2.9.3 Анализ показателей смазочного масла газопоршневых двигателей

Таблица 15 Анализ показателей масла газопоршневых двигателей

Категория	Параметр(характеристика)	Значение	Метод определения
Состояние масла	Общее базовое число(мг КОН/г)	>2 до 50% от показателя нового масла	ASTM D2896
	Общее кислотное число (мг КОН/г)	<2	ASTM D664
	Оксидация (абс/см)	<20	ASTM E2412
	Нитрование (абс/см)	<20	
	Вязкость при 100°C(сСт)	±20% от показателя нового масла	ASTM D445
Загрязнения	Содержание гликоля/ОЖ (процент от массы)	0	ASTM E2412M
	Содержание воды/влаги (процент от массы)	<0.2%	ASTM D6304
	Содержание сажи (процент от массы)	<2.5%	ASTM E1131
	Содержание пентанов (процент от массы)	<1.5%	ASTM D893
	Натрий (ppm)	<30	ASTM D6595
	Калий (ppm)	<20	ASTM D6595
	Кремний (ppm)	<30	ASTM D6595
Металлы	Железо (ppm)	<80	ASTM D6595
	Свинец (ppm)	<20	ASTM D6595
	Медь (ppm)	<50	ASTM D6595
	Алюминий (ppm)	<30	ASTM D6595
	Олово (ppm)	<50	ASTM D6595
	Кремний (ppm)	<20	ASTM D6595

2.9.4 Результаты анализа

В таблице 16 представлена информация, позволяющая понять основные технические характеристики масла и потенциальные источники распространения загрязняющих веществ.

Таблица 16 Описание параметров масла для анализа

№	Параметр	Описание
1	Вязкость	Свойство масла, измеряемое при определенной температуре, которое препятствует течению масла. Вязкость увеличивается после термической деструкции и может уменьшаться при механическом сдвиге.
2	TAN (кислотное число)	Общее Кислотное Число. Показатель кислотности масла. Новое масло имеет определенный уровень кислотности. Значение увеличивается с увеличением времени работы.
3	TBN (Базовое число)	Общее базовое число - показатель способности масла нейтрализовывать кислоту. Новое масло имеет определенный уровень. Значение уменьшается со временем из-за контакта с кислотой
4	Наличие сажи	Чрезмерное количество сажи может указывать на проблемы с сгоранием топлива.
5	Разбавление топливом	Несгоревшее топливо в смазочном масле, форсунках или топливном насосе может быть источником загрязнения. Частые пуски, чрезмерная работа на режиме холостого хода, работа в холодное время года, также могут привести к разбавлению масла топливом.
6	Оксидирование	Общая мера разрушения масла из-за возраста и воздействия высокой температуры. Высокое число окисления указывает на то, что срок службы масла истек.
7	Нитрование	Указывает на чрезмерный "удар", а также указывает на наличие азотной кислоты, образующейся оксидом азота. Азотная кислота может воздействовать на металлические поверхности двигателя и приводить к коррозионному износу. Азотная кислота может ускорить окисление масла.
8	Алюминий	Упорные подшипники коленчатого и распределительного валов, втулки распределительного вала, трубки охладителей/теплообменников, шатуна, втулки зубчатой передачи, поршни (некоторые области применения).
9	Медь	Шатунные и основные подшипники, подшипники турбокомпрессора, втулки шатунов, втулки распределительных валов, втулки шестерен привода и дополнительных приводов, упорные шайбы/подшипники, штифты кулачкового толкателя, втулки коромысла, втулки масляного насоса, трубки теплообменников/охладителей
10	Железо	Гильза цилиндра, поршни (некоторые области применения), шестерни, коленчатый вал, распределительный вал
11	Свинец	Шатунные и основные подшипники, подшипники турбокомпрессора, втулки распределительного вала, втулки шестерен привода и дополнительных приводов и упорные шайбы, втулки смазочных насосов
12	Калий	Элемент, содержащийся в некоторых пакетах присадок к охлаждающей жидкости, который указывает на загрязнение масла охлаждающей жидкостью
13	Кремний	Элемент, содержащийся в некоторых пакетах присадок к охлаждающей жидкости, который указывает на загрязнение масла охлаждающей жидкостью
14	Натрий	Элемент, содержащийся в некоторых пакетах присадок к охлаждающей жидкости, который указывает на загрязнение масла охлаждающей жидкостью

2.9.5 Сопоставление ряда анализов

На рисунке 6 приведен пример графика сопоставления анализа масла по износу. Сопоставление анализов масла показывает уровень различных характеристик масла, который может помочь в определении проблем/неисправностей.

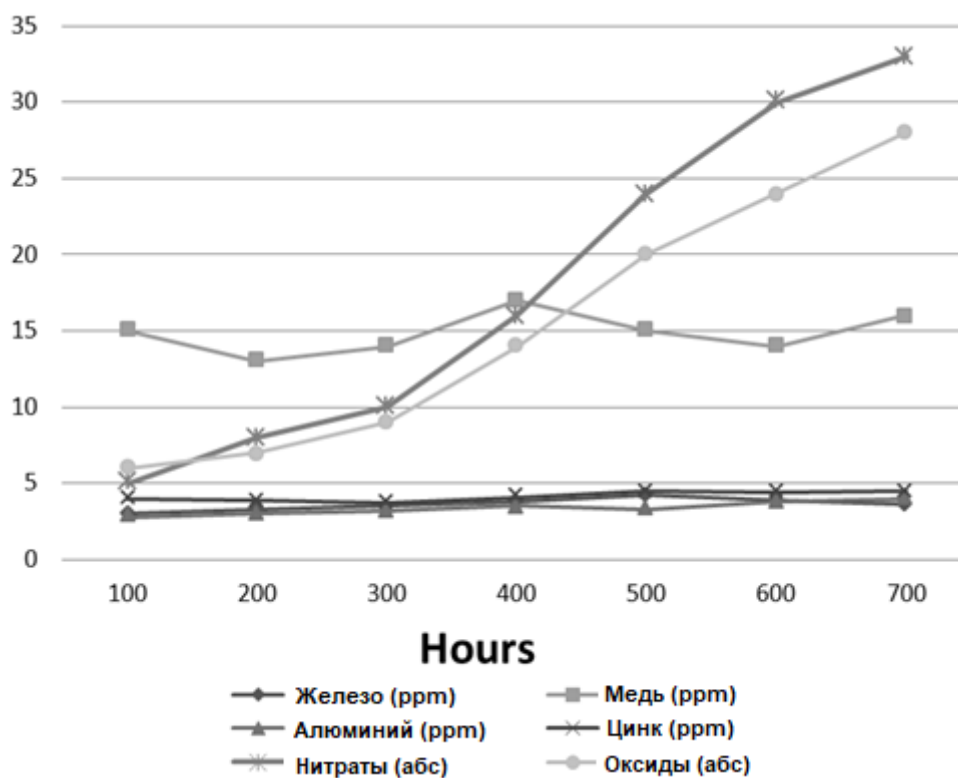


Рисунок 6 Сопоставление анализов

3 – Охлаждающая жидкость

3.1 Общие сведения об охлаждающей жидкости

■ Важность охлаждающей жидкости

Около 30 процентов тепла, вырабатываемого двигателем, передается в атмосферу охлаждающей жидкостью. Более 20% отказов двигателя напрямую связаны с неисправностями системы охлаждения. В двигателях большой мощности более 40% рекламаций/остановов/ремонтов двигателя напрямую связано с неисправностью системы охлаждения.

Следующие проблемы связаны с неисправностями системы охлаждения:

- ◆ Перегрев
- ◆ Утечки из водяных насосов, трубопроводов и т.д.
- ◆ Засорение радиаторов/теплообменников
- ◆ Коррозия гильз цилиндров

Этих сбоев можно избежать при правильном обслуживании системы охлаждения. Техническое обслуживание системы охлаждения так же важно, как техническое обслуживание топливной системы и системы смазки. Качество охлаждающей жидкости так же важно, как качество топлива и смазочного масла.

ВНИМАНИЕ!

- Система охлаждения работает под давлением, которое регулируется клапаном в крышке радиатора.
- Снятие крышки во время нагрева охлаждающей жидкости может привести к выходу горячей охлаждающей жидкости и пара, это может привести к серьезным ожогам.
- Прежде чем снять крышку радиатора, дайте ОЖ остыть. Используйте толстую ткань и медленно поверните крышку радиатора до упора, чтобы сбросить давление, прежде чем полностью демонтировать крышку.
- Избегайте контакта с охлаждающей жидкостью.
- Никогда не добавляйте охлаждающую жидкость в радиатор нагретого двигателя. Это нанесет вред двигателю, подождите, пока двигатель остынет.
- В системе охлаждения могут образоваться воздушные карманы/пробки, если скорость заполнения охлаждающей жидкостью превышает 20 литров в минуту. После заправки охлаждающей жидкости дайте двигателю поработать без крышки заливной горловины радиатора до тех пор, пока уровень охлаждающей жидкости не стабилизируется, убедитесь, что уровень охлаждающей жидкости соответствует требуемому.
- Если двигатель должен храниться или транспортироваться в зону с температурой ниже нуля, система охлаждения должна быть либо защищена от самой низкой наружной температуры, либо полностью опорожнена, чтобы предотвратить повреждение.
- Никогда не эксплуатируйте двигатель без термостата в системе охлаждения. Термостат помогает поддерживать охлаждающую жидкость двигателя при требуемой рабочей температуре. В противном случае это может повлечь за собой выход из строя двигателя и его компонентов.

3.2 Функции охлаждающей жидкости

Охлаждающая жидкость непрерывно циркулирует в системе охлаждения во время работы двигателя. Она отводит тепло, выделяющееся во время работы двигателя, обеспечивает работу двигателя в требуемом диапазоне температур. Охлаждающая жидкость эффективно предотвращает повреждение внутренних частей двигателя, вызванное высокой температурой, тем самым продлевая срок службы двигателя.

В то же время антифриз обладает антикоррозийными и другими функциями, обеспечивая безопасную эксплуатацию двигателя с жидкостным охлаждением в различных условиях экстремально низких и высоких температур.

■ Отвод тепла

Когда двигатель работает, температура газа в цилиндре может достигать 2500 С. Если его вовремя не охладить, температура деталей двигателя достигнет опасных значений, что приведет к износу и выходу из строя компонентов и всего двигателя. Детали, находящиеся в непосредственном контакте с высокотемпературным газом, будут подвержены тепловому расширению, что приведет к заклиниванию или даже слипанию движущихся деталей. Кроме того, высокая температура также приведет к снижению механической прочности деталей двигателя.

Охлаждающая жидкость циркулирует и охлаждает водяную рубашку двигателя, охладитель EGR, турбокомпрессор, интеркулер (ОНВ), промежуточный охладитель масла с водяным охлаждением (ВМР) и другие узлы, передавая тепло и кинетическую энергию и поддерживая температуру.

■ Защита от замерзания

Антифриз предотвращает замерзание охлаждающей жидкости при низкой температуре, отличное приводит к расширению объема и повреждению соответствующих деталей.

Температура замерзания воды составляет 0 градусов, при замерзании (увеличении объема) это приведет к разбуханию и растрескиванию системы охлаждения двигателя. Антифриз, содержащийся в охлаждающей жидкости двигателя, такой как этиленгликоль или пропиленгликоль, может снизить температуру замерзания охлаждающей жидкости и гарантировать, что охлаждающая жидкость не замерзнет при определенной низкой температуре. В настоящее время основным антифризом на рынке является охлаждающая жидкость на основе этиленгликоля.

■ Защита от закипания

Предотвращает закипание охлаждающей жидкости, кипение может создать большое количество пара и пузырьков, пузырьки разрушаются при вибрации и наносят ущерб поверхности металла, образуя локальные повреждения.

Охлаждающая жидкость может не только предотвратить замерзание зимой, но и предотвратить закипание летом. Температура кипения охлаждающей жидкости может достигать 106-110 градусов.

■ Защита от коррозии

Элементы системы охлаждения двигателя обычно состоят из шести различных металлов: чугуна, алюминия, железа, латуни, меди. Очевидно, что высококачественная охлаждающая жидкость может замедлить коррозию различных металлов. Композиция ингибитора коррозии, содержащаяся в охлаждающей жидкости, может образовывать защитный пленочный слой на поверхности различных металлических материалов, при этом металлические поверхности оказываются изолированы от агрессивной среды, тем самым ингибируя процесс коррозии.

■ Предотвращение кавитации

Кавитация - это своего рода коррозия, принудительная циркуляция охлаждающей жидкости, обычно образующая пузырьки. Пузырьки воздуха лопаются и ударяются о металлические поверхности с образованием кавитации. Два места, где проще всего кавитации произойти: мокрые гильзы цилиндра, рабочее колесо водяного насоса и корпус насоса. Кавитация является врагом срока службы двигателя, охлаждающая жидкость, добавляющая высококачественный ингибитор коррозии, обладает отличной кавитационной коррозионной стойкостью, может продлить срок службы двигателя.

■ Предотвращение накипи

Ионы кальция и магния в воде легко образуют неорганическую накипь в системе охлаждения. Когда накипь покрывает водяные рубашки блока цилиндров и головки, она снижает эффективность теплопередачи системы охлаждения двигателя, вызывая повышение локальных температур, плохую смазку и ускоренный износ двигателя.

Ингибитор накипи в охлаждающей жидкости может избежать образования отложений накипи и предотвратить затруднение теплопередачи и локальный перегрев.

■ Поддержание требуемого уровня кислотности (РН)

Охлаждающая жидкость двигателя может обеспечить эффективную защиту и ингибирование коррозии металла только в пределах соответствующего диапазона РН. Значение РН современной охлаждающей жидкости обычно составляет от 7,5 до 11. При снижении РН до определенной степени – охлаждающая жидкость потеряет свою антикоррозионную способность.

Причины снижения значения РН хладагента, используемого в течение длительного времени:

- ◆ Этиленгликоль и другие антифризы в охлаждающей жидкости окислялись растворенным

кислородом, что приводит к образованию кислот, соответственно приводит к снижению значения pH;

- ◆ Охлаждающая жидкость поглощает кислые выхлопные газы двигателя в течение длительного времени, что приведет к снижению значения pH. Высококачественная охлаждающая жидкость может регулировать значение pH и задерживать снижение значения pH в течение длительного времени.

■ Предотвращение пенообразования

Пена обычно образуется, когда охлаждающая жидкость принудительно циркулирует под действием высокоскоростного водяного насоса. Большое количество пены влияет на эффективность теплопередачи и усиливает кавитационную коррозию в алюминиевых водяных насосах. В охлаждающую жидкость необходимо добавить пеногаситель, который значительно уменьшает образование пены.

3.3 Состав охлаждающей жидкости

Охлаждающая жидкость в основном состоит из воды, антифриза и присадок. В соответствии с различными требованиями соотношение смешивания трех компонентов различно.

3.3.1 Вода

Вода в охлаждающих жидкостях вода/гликоль более эффективна при передаче тепла, чем только гликоль. Дистиллированную воду или деионизированную воду рекомендуется добавлять в гликоль или в охлаждающие жидкости на водной основе в системах охлаждения двигателей. Не используйте в системах охлаждения следующие разновидности воды: жесткая вода, умягченная вода, кондиционированная с добавлением соли, морская вода.

■ Функции воды

Объем воды в охлаждающей жидкости составляет примерно 50%, вода отвечает за:

- ◆ Передача тепла
- ◆ Растворение добавок/присадок
- ◆ Сохраняет текучесть охлаждающей жидкости, следовательно легкая прокачка через всю систему охлаждения

■ Требования к качеству воды

При приготовлении смесей охлаждающей жидкости, при невозможности использования дистиллированной или деионизированной воды, используйте воду, которая соответствует или превышает минимально допустимые требования к воде, перечисленные в таблице 17.

Таблица 17 Требования к базовой воде охлаждающей жидкости

Свойство (характеристика)	Значение	Метод испытаний
Общее количество твердых веществ, мкг/г(ppm)	340 (20) max	Fed Method 2540B
Общая твердость, мкг/г(ppm)	170 (10) max	ASTM D1126
Хлорид (Cl), мкм/ш (ppm)	40 (2.4) max	ASTM D4327
Сульфаты (SO ₄), мкм/ш (ppm)	100 (5.9) max	ASTM D4327
pH	5.5 to 9.0	ASTM D1293

Для анализа воды обратитесь к одному из следующих источников:

- ◆ Ваш дилер
- ◆ Местная организация по поставке воды потребителям
- ◆ Независимая лаборатория

Рекомендуется проводить периодический анализ воды, используемой для добавления в охлаждающую жидкость. На качество воды могут влиять различные факторы, включая неисправное очистное оборудование, землетрясения и засухи.

Примечание!

Never use water alone as a coolant. Water alone is corrosive at engine operating temperatures. In addition, water alone does not provide adequate protection against boiling or freezing!

Никогда не используйте в качестве охлаждающей жидкости только воду. Только вода вызывает коррозию при рабочих температурах двигателя. Кроме того, она не обеспечивает достаточной защиты от кипения или замерзания.

3.3.2 Защита от замерзания

■ Функция защиты от замерзания и закипания

Антифриз может снизить температуру замерзания, увеличить температуру кипения, распространенными антифризами являются этиленгликоль или пропиленгликоль.

Охлаждающая жидкость должна содержать от 40 до 60% гликоля по объему, в зависимости от условий эксплуатации двигателя.

■ Защита от замерзания

Защита от замерзания будет обеспечена концентрациями, указанными в следующей таблице.

Таблица 18 Требуемые концентрации этиленгликоля для защиты от замерзания и закипания

Содержание этиленгликоля, %	Минимальная критическая температура, °C (°F)	Максимальная критическая температура, °C (°F)
40	—24 (—12)	106 (223)
50	—37 (—34)	107 (225)
60	—52 (—62)	110 (230)

Таблица 19 Требуемые концентрации пропиленгликоля для защиты от замерзания и закипания

Содержание пропиленгликоля, %	Минимальная критическая температура, °C (°F)	Максимальная критическая температура, °C (°F)
40	—21 (—6)	104 (219)
50	—32 (—26)	105 (221)
60	—48 (—54)	107 (225)

Температура замерзания охлаждающей жидкости изменяется в зависимости от концентрации содержащегося в ней этиленгликоля. Когда объем концентрации ниже 60%, температура замерзания уменьшается с увеличением концентрации этиленгликоля. Однако после того, как концентрация превышает 60%, температура замерзания охлаждающей жидкости показывает тенденцию к повышению.

Этиленгликоль обладает хорошей текучестью, рекомендуется использовать охлаждающую жидкость типа этиленгликоля в холодной местности/регионе. Не используйте этиленгликоль в концентрациях, превышающих 60 процентов, из-за сниженной теплопередающей способности.

Соотношение между температурой замерзания охлаждающей жидкости и объемным содержанием этиленгликоля выглядит следующим образом:

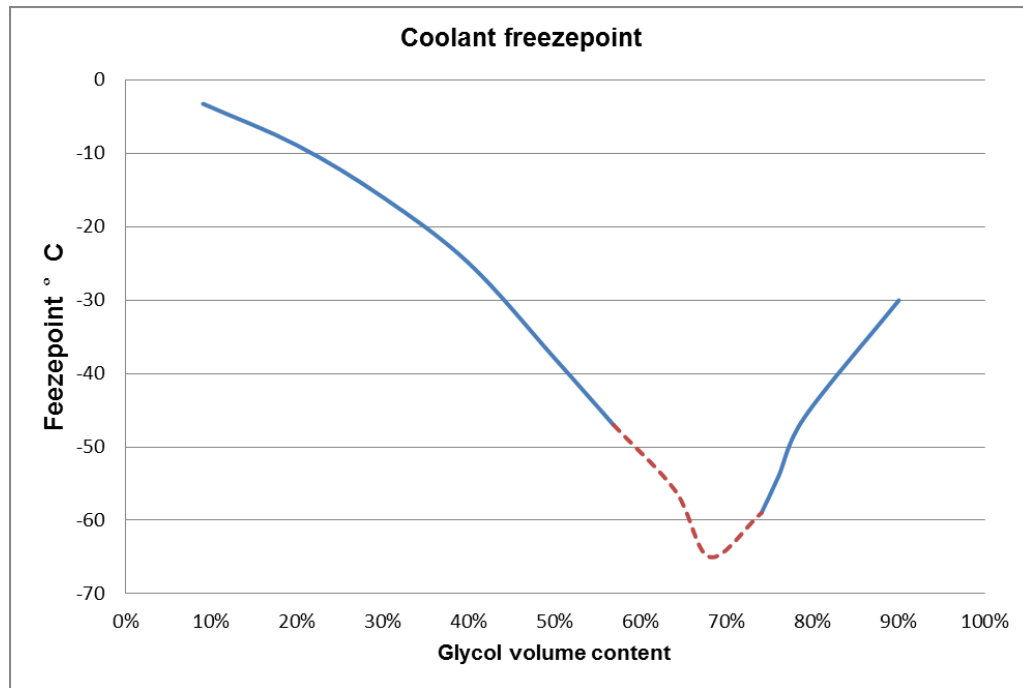


График 22 Температура замерзания охлаждающей жидкости с объемным содержанием этиленгликоля

■ **Пропиленгликоль:**

Также можно использовать пропиленгликоль, он обладает меньшей токсичностью. В 50% по объему гликоля в готовом охлаждающем средстве этилен и пропиленгликоль обеспечивают аналогичную защиту от замерзания и кипения. См. таблицы 18 и 19.

Не используйте пропиленгликоль в концентрациях, превышающих 50 процентов гликоля, из-за сниженной теплопередающей способности.

Соотношение между температурой замерзания охлаждающей жидкости и объемным содержанием пропиленгликоля выглядит следующим образом:

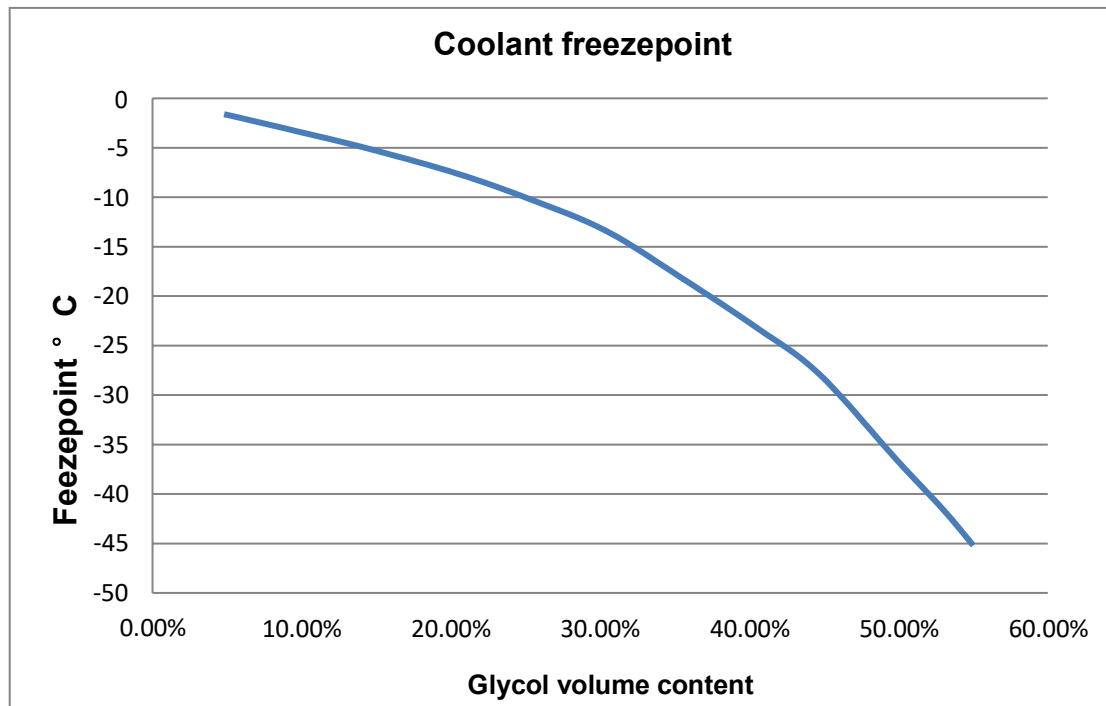


График 23 Температура замерзания охлаждающей жидкости с объемным содержанием пропиленгликоля

3.3.3 Присадки/добавки

■ Функции присадок

Объемное соотношение присадок должно составлять от 1% до 10%.

Функции присадок: антикоррозийная и антикавитационная, стабилизация уровня кислотности PH, защита от накипи.

Отсутствие присадок в охлаждающей жидкости, недостаточное количество или неправильно подобранные присадки могут привести к возникновению следующих условий:

- ◆ Коррозии
- ◆ Накипи
- ◆ Ржавчины
- ◆ Кавитации гильз цилиндров
- ◆ Вспениванию

Добавки должны быть добавлены в надлежащей концентрации. Чрезмерная концентрация добавок может привести к расслоению. Отложения при расслоении могут привести к возникновению следующих проблем:

- ◆ Образование гелевых соединений
- ◆ Снижение теплопередачи
- ◆ Износ и утечка из уплотнений водяного насоса
- ◆ Засорение радиаторов/теплообменников/трубопроводов

■ Материалы компонентов системы охлаждения двигателя:

Таблица 20 Основные материалы компонентов системы охлаждения двигателя

Наименование компонента	Материал
Насос водяной	Чугун, алюминиевый сплав, фенольные смолы, нейлон
Радиатор водо-масляный (ВМР)	Алюминиевый сплав, чугун, нержавеющая сталь
Головка блока цилиндра	Алюминиевый сплав, сталь, чугун, латунь
Термостатический клапан (термостат)	Латунь, алюминиевый сплав, чугун
Радиатор/Теплообменник	Алюминиевый сплав, латунь, олово
Шланги/патрубки и уплотнительные кольца	SBR, NBR, EPDM, VMQ, FPM

■ Важная информация/примечание

Таблица 21 Важная информация о присадках

Присадка/добавка	Подходящий металл	Уровень pH	Преимущества	Недостатки	Перспектива применения
Бор	Цинк, сталь	8-9.5	Низкая стоимость, изготовление	Способствуют коррозии алюминиевого сплава, токсичны	Это ограничено в некоторых охлаждающих жидкостях
Фосфат	Алюминий, сталь, чугун	Может использоваться в качестве ингибитора коррозии		Легко вступает в реакцию с ионами кальция и магния в воде, образует накипь	
Нитрит	Сталь, чугун	--	Дешево, легко достать, предотвращает образование кавитации	Токсичность при повышенной концентрации	Используется в сильно нагруженной охлаждающей жидкости
Нитрат	Сталь, чугун, алюминий	--	Сильная способность предотвращать коррозию алюминия	Сильное окисление	Это ограничено в некоторых охлаждающих жидкостях
Молибдат	Полиметаллы	--	Защита полиметаллов	Высокая стоимость	Используется в сильно нагруженной охлаждающей жидкости
Силикат	Алюминий, сталь, цветные металлы	>9	Специальные ингибиторы коррозии для алюминия и алюминиевых сплавов, снижающие коррозию при теплопередаче	Плохая стабильность при длительном хранении и использовании	В основном используется для решения проблем стабильности
МВ (пакет присадок)	Меди и сплавы на основе меди	>9	Ингибитор анодной коррозии	Выпадает в осадок, когда значение pH снижается, Окисление происходит в присутствии окислителя	Заменяется
ВТА (сбаланс. очищающая присадка)	Меди и сплавы на основе меди	--	Специальный ингибитор коррозии меди	Эффект ингибирования коррозии будет снижен в присутствии окислителя и хлора	При сервисном обслуживании
Соли кислот	Чугун	--	Отсутствие локальной коррозии	Смешивается с окислителем	Ограниченно
Органические кислоты	Полиметаллы	Может использ. в качестве корректора кислотности	Низкое потребление, лучшие характеристики теплопередачи для алюминиевого сплава	Нет	Увеличивает срок службы

◆ Бор (Borax)

Бор представляет собой бесцветный, полупрозрачный кристалл или белый кристаллический порошок. Растворим в воде и глицерине, водном растворе щелочи. При окислении бором образуется борная кислота, которая используется в охлаждающей жидкости двигателя для защиты железных металлов, олова и латуни от коррозии и нейтрализации кислоты, образующейся в результате окисления. На металлической поверхности образуется защитная пленка, которая может удалить продукты коррозии, существующие в системе охлаждения и предотвращает их дальнейшую коррозию. Но при высокой температуре бор будет способствовать коррозии алюминиевых сплавов при воздействии высоких температур.

◆ Фосфат

Фосфат является одновременно стабилизатором и ингибитором коррозии. Когда ионы кальция и магния (Ca^{2+} и Mg^{2+}) накапливаются в охлаждающей жидкости, образуются нерастворимые вещества. Поэтому использование фосфатов ограничено в Европе с высокой жесткостью воды. Неорганические фосфаты склонны к выпадению в осадок, в то же время органические фосфаты выполняют функцию стабилизатора жесткой воды, который может образовывать устойчивую защитную пленку с металлом и оказывать ингибирующее действие на коррозию. В охлаждающей жидкости двигателя он используется для предотвращения коррозии стали, чугуна и алюминия, его также можно использовать для предотвращения кавитационной коррозии алюминиевых сплавов.

◆ Нитрит

Нитрит в основном относится к NaNO_2 . Нитрит является эффективным ингибитором коррозии стали, который может эффективно предотвращать кавитационную коррозию железа в термонагруженной охлаждающей жидкости, но его необходимо контролировать выше определенной концентрации. При снижении концентрации будет происходить увеличение коррозии стали.

◆ Нитрат

В основном это нитрат натрия, нитрат калия, нитрат аммония, нитрат кальция, нитрат свинца и так далее. Нитрат является сильным окислителем в высокотемпературном или щелочном водном растворе, но он мало окисляется в щелочном или нейтральном водном растворе. Нитраты могут быть превращены бактериями в нитриты. Как нитрат, так и нитрит могут предотвратить коррозию железных металлов.

◆ Молибдат

Молибдат обладает низкой токсичностью, это неокислительный ингибитор коррозии, как правило, необходимо мешать с окислителем. Молибдат и нитрит обладают синергетическим эффектом, они применяются в двигателях с большой нагрузкой. Молибдат является ингибитором коррозии железа длительного действия в охлаждающей жидкости для предотвращения коррозии олова и кавитационной коррозии алюминиевых сплавов.

◆ Силикат

Силикаты - это соединения кремния, кислорода и других химических элементов. Это специальный ингибитор коррозии алюминия в охлаждающей жидкости двигателя, в основном используемый для предотвращения кавитационной коррозии алюминиевых сплавов, а также оказывает защитное действие на чугун и другие металлы. Однако он чувствителен к значению pH. Когда значение pH ниже 7, в процессе использования образуется гелеобразный осадок. Если в формулу будет включен фосфат, гелеобразование ускорится. Для предотвращения гелеобразования в систему охлаждения необходимо добавить стабилизаторы.

◆ MBT

Ингибитор коррозии меди MBT может быть использован в качестве присадки в системе охлаждения. Ингибитор коррозии меди MBT основан на химической адсорбции активных атомов/ионов меди на поверхности меди для образования плотной и прочной защитной пленки для защиты деталей из меди/медных сплавов.

MBT является ранним ингибитором коррозии, специфичным для меди, но его недостатком является то, что растворимость уменьшается с уменьшением значения pH. MBT может окисляться с образованием темных отложений, они могут вызвать засорение системы охлаждения. В Европе MBT не применяют.

◆ ВТА

Медно-серебряный ингибитор коррозии ВТА может адсорбироваться на поверхности металла с образованием очень тонкой пленки, защищающей медь и другие металлы от коррозии вредными средами. ВТА может использоваться со многими видами ингибиторов накипи, оказывает хорошее действие на элементы системы охлаждения.

◆ Соли кислот

Бензоат натрия – натриевая соль бензойной кислоты. Бензоат натрия, который используется в охлаждающей жидкости двигателя, является своего рода ингибитором неокислительной коррозии. Он демонстрирует лучшие показатели ингибирования коррозии в аэробных условиях и не вызывает локальной коррозии даже при низкой концентрации.

◆ Органические кислоты

В охлаждающей жидкости двигателя органическая карбоновая кислота оказывает защитное действие на сталь, алюминий, олово и другие металлы. Он может проникать внутрь металла с образованием комплекса и предотвращать коррозию металла, кавитационную коррозию и старение. Его следует использовать в сочетании с ингибиторами коррозии меди, недостатком которых является почернение алюминия. Развитием хладагентов является использование добавок органических кислот для замены неорганических солей, таких как силикат.

■ Другие присадки

◆ Стабилизаторы

Во время использования охлаждающей жидкости при высоких температурах в системе охлаждения двухатомный спирт будет выделять кислые вещества, а утечка кислого газа в систему охлаждения снизит значение pH охлаждающей жидкости. Для поддержания стабильного pH охлаждающей жидкости в пределах нормы необходимо добавить стабилизатор pH.

Резервная щелочность охлаждающей жидкости зависит от pH-стабилизатора в добавке. В диапазоне щелочности неорганические и органические соли и слабой кислоты в добавках могут играть роль стабилизатора, сохраняя стабильный pH охлаждающей жидкости. Это также может обеспечить функцию ингибиторов коррозии. Многие ингибиторы коррозии сами по себе являются солями и слабой кислоты и обладают эффектом стабилизации.

◆ Средства против образования накипи

Охлаждающая жидкость содержит ионы кальция и магния, поэтому на внутренней поверхности системы охлаждения образуется накипь, и накопление накипи приводит к сужению трубопроводов системы охлаждения, что влияет на нормальное рассеивание тепла. Средство против накипи может образовывать стабильный комплекс с ионами кальция и магния в воде, легко растворяется в воде, может разрыхлять или отслаивать ранее образовавшуюся накипь.

◆ Средства против вспенивания

При высокой частоте вращения циркуляционного насоса охлаждающей жидкости в системе охлаждения может образовываться пена. Большое количество пены негативно влияет на эффективность теплопередачи и увеличивает кавитационную коррозию рабочего колеса насоса. Для уменьшения пенообразования в охлаждающую жидкость добавляют специальные присадки.

◆ Цветовые/флуоресцентные добавки

Охлаждающие жидкости должны иметь яркий цвет, чтобы было легко диагностировать места утечек в системе охлаждения.

◆ Стабилизатор силикатов

Силикат является ингибитором коррозии алюминия и алюминиевых сплавов. Он обладает определенной защитной способностью для стали и цветных металлов.

Основная проблема силиката в процессе использования заключается в том, что его стабильность ухудшается после определенного периода хранения и использования, и в нем легко образуется осадок. Это не только приводит к ухудшению ингибирования коррозии, но и в последствии засоряет/блокирует каналы охлаждающей жидкости двигателя и внутренних каналов радиатора, снижая эффект теплопередачи. Наиболее эффективным способом ингибирования силикатных гелей является использование силикатных стабилизаторов.

◆ Вкусовые добавки

Этиленгликоль - токсичное химическое вещество с естественным сладким вкусом. Чтобы избежать случайного чрезмерного проглатывания людьми или животными, охлаждающие жидкости могут содержать отравляющие вещества, которые делают охлаждающую жидкость неприятной на вкус.

3.4 Классификация охлаждающей жидкости

■ По типу

В зависимости от типов антифриза охлаждающая жидкость подразделяется на охлаждающую жидкость на основе этиленгликоля и охлаждающую жидкость на основе пропиленгликоля и т.д.

■ В зависимости от концентрации

В зависимости от концентрации антифриза охлаждающая жидкость делится на концентраты и предварительно разбавленную готовую жидкость. Концентрация антифризов составляет от 40 до 60% по объему в зависимости от температур эксплуатации.

Охлаждающие жидкости двигателя на основе предварительно разбавленного гликоля (минимум 50% объема) используются без дальнейшего разбавления, они эффективно функционируют как зимой, так и летом, обеспечивая защиту от коррозии, кавитации, замерзания и кипения.

Стандарт ASTM D6210 описывает составы охлаждающей жидкости на основе гликоля для двигателей большой мощности, этот стандарт классифицирует охлаждающую жидкость согласно таблице 22.

Таблица 22 Классификация охлаждающих жидкостей

Тип охлаждающей жидкости	Описание
I-FF	Концентрат на основе этиленгликоля
II-FF	Концентрат на основе пропиленгликоля
III-FF	Готовая жидкость на основе этиленгликоля (50 об.%)
IV-FF	Готовая жидкость на основе пропиленгликоля (50 об.%)

■ По типу добавок

В зависимости от типов присадок охлаждающая жидкость подразделяется на неорганический тип, гибридный тип и органический тип.

- ◆ Неорганический тип: Добавка в охлаждающую жидкость представляет собой ингибиторы коррозии неорганических солей. Силикаты и нитриты являются примерами неорганических ингибиторов.
- ◆ Гибридный тип: Добавка в охлаждающую жидкость включает ингибиторы коррозии неорганических солей и ингибиторы коррозии солей органических кислот.
- ◆ Органический тип (OAT): Добавки в охлаждающую жидкость представляют собой ингибиторы коррозии солей органических кислот. Карбоксилат является примером органических ингибиторов коррозии и кавитации.

3.5 Стандарт охлаждающей жидкости

Существует четыре стандарта охлаждающей жидкости. Стандартами охлаждающей жидкости двигателей являются национальный стандарт Китая (GB29743), стандарт нефтехимической промышленности Китая (SH/T0521) и американский ASTM D6210:

- Американский стандарт по испытанию материалов, компонентов (ASTM D6210)
- Стандарт автомобильной промышленности (SAEJ034)
- Японский национальный стандарт (JISK 2234)
- Британский национальный стандарт (BS6580)
- Китайский национальный стандарт (GB29743)
- Стандарт нефтехимической промышленности (SH/T0521)

3.6 Стандарт по классификации охлаждающей жидкости

Охлаждающая жидкость, соответствующая стандарту ASTM D6210, может использоваться в двигателях. Охлаждающая жидкость, используемая в двигателях серии M, не должна содержать 2-этилгексаноат, который негативно влияет на детали из силикона/силиконсодержащего материала.

3.6.1 Физические и химические требования

Таблица 23. Физические и химические требования к концентратам

Свойство	Тип I	Тип II	ASTM Метод испытаний
Относительная плотность 15.5/15.5°C (60/60°F)	От 1.110 до 1.145	От 1.030 до 1.065	D1122, D5931
Температура замерзания, °C (°F), 50 vol % в дистиллированной воле	-36.4 (-33.5) макс.	-31.0 (-23.8) макс.	D1177, D6660
Температура кипения, °C (°F), 50 vol % в дистиллированной воле	108 (226) мин.	104 (219) мин.	D1120
Зольность, % от массы	5 макс.	5 макс.	D1119
pH, 50 vol % в дистиллированной воле	От 7.5 до 11	От 7.5 до 11	D1287
Хлориды, мг/г	25 макс.	25 макс.	D3634, D5827E
Water, mass %	5 макс.	5 макс.	D1123
Щелочность резервная, мл	По согласованию	По согласованию	D1121

Таблица 24. Физические и химические требования к готовым жидкостям

Свойство	Тип I	Тип II	ASTM Метод испытаний
Относительная вязкость 15.5/15.5°C (60/60°F)	1.065 мин.	1.025 мин.	D1122, D5931
Температура замерзания, °C (°F), неразбавленная	-36.4 (-33.5) max	-31.0 (-23.8) max	D1177, D6660
Температура кипения, °C (°F), неразбавленная	108 (226) мин.	104 (219) мин.	D1120
Зольность, % от массы	2.5 макс.	2.5 макс.	D1119
pH, неразбавленная	7.5 to 11	7.5 to 11	D1287
Хлориды, мг/г	25 макс.	25 макс.	D3634, D5827E
Вода, % от массы	Не нормируется	Не нормируется	D1123
Щелочность резервная, мл	По согласованию	По согласованию	D1121

3.6.2 Требования к производительности

Таблица 25. Требования к производительности охлаждающей жидкости в концентрированном и готовом видах

Свойство	Значение	ASTM Метод испытания	Концентрация, % от объема
1) Коррозия в стеклянной пробирке		D1384B	33
Потеря веса, мг/образец			
Медь	10 макс.		
Олово	30 макс.		
латунь	10 макс.		
Сталь	10 макс.		
Чугун	10 макс.		
Алюминий	30 макс.		
2) Имитационный тест		D2570C	44
Потеря веса, мг/образец			
Медь	20 макс.		
Олово	60 макс.		
латунь	20 макс.		
Сталь	20 макс.		
Чугун	20 макс.		
Алюминий	60 макс.		
3) Коррозия деталей из алюминиевых сплавов, изготовленных методом литья, мг/см²/неделя	1.0 макс.	D4340D	25
4) Пенообразование		D1881E	33
Объем, мл	150 макс.		
Пауза, сек	5 макс.		
5) Кавитация-Эрозия		D2809F	17
Оценка кавитации и эрозии рабочего колеса водяного насоса	8 мин.		

3.6.3 Примечание по охлаждающей жидкости для двигателей большой мощности

Охлаждающая жидкость, соответствующая требованиям п. 6.1 и п. 6.2, может использоваться на двигателях малой мощности, а для двигателей большой мощности, в дополнение к выполнению вышеуказанных требований, существует еще одно требование к защите гильзы цилиндра от кавитации; охлаждающая жидкость, соответствующей стандартам п. 6.3.1 и п. 6.3.2, считается защищающей гильзу цилиндра и может использоваться на двигателях большой мощности.

3.6.3.1 Рекомендуемое содержание нитритов и молибдатов в добавках

Надлежащее количество нитритных и молибденовых добавок может сдерживать кавитацию гильзы цилиндра. Можно использовать нитрит или комбинацию нитрита и молибдата в следующих количествах:

Таблица 26 Содержание нитритов и молибдатов в присадках

Химический состав	Готовый состав либо концентрат	Значение
Нитрит	Готовый состав	Нитрит (NO_2^-) не менее 1200 мг/г (ppm) мин.
Нитрит	Концентрат	Нитрит (NO_2^-) не менее 2400 мг/г (ppm) мин.
Комбинированный состав нитрита и молибдата	Готовый состав	Комбинированная концентрация нитрита (NO_2^-) и молибдата (MoO_4^{2-}) не менее 780 мг/г (ppm) мин.; Не менее 300 мг/г (ppm) каждого NO_2^- и MoO_4^{2-}
Комбинированный состав нитрита и молибдата	Концентрат	Комбинированная концентрация нитрита (NO_2^-) и молибдата (MoO_4^{2-}) не менее 1560 мг/г (ppm) мин.; Не менее 600 мг/г (ppm) каждого NO_2^- и MoO_4^{2-}

Охлаждающие жидкости, соответствующие стандарту ASTM D6210, должны соответствовать следующим пунктам:

- Пункт 6.1 Физические и химические требования
- Пункт 6.2 Требования к производительности
- Пункт 6.3.1 Рекомендованное содержание нитритов и молибдатов

3.6.3.2 ASTM D7583 Метод тестирования

Если охлаждающая жидкость не содержит в присадках нитритов и молибдатов, она также может соответствовать стандарту пройдя метод испытаний ASTM D7583 (ИСПЫТАНИЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ JOHN DEERE на КАВИТАЦИЮ).

Метод испытаний ASTM D7583 разработан для оценки способности охлаждающей жидкости дизельного двигателя большой мощности обеспечивать защиту от повреждений, вызванных кавитационной коррозией гильзы цилиндра. Охлаждающие жидкости, прошедшие метод испытаний D7583 с максимальным количеством повреждений (ямок) 200, считаются соответствующими стандарту ASTM D6210.

Охлаждающие жидкости, соответствующие стандарту ASTM D6210, должны соответствовать следующим пунктам:

- Пункт 6.1 Физические и химические требования
- Пункт 6.2 Требования к производительности
- chapter 6.3.2 ASTM D7583 Метод тестирования

3.6.4 Рекомендации по выбору охлаждающей жидкости

Гарантия не распространяется на неисправности, возникшие в результате использования нерекомендованного типа охлаждающей жидкости. Охлаждающие жидкости, рекомендуемые или приемлемые для использования в дизельных двигателях, приведены в таблице 27 ниже:

Таблица 27 Охлаждающие жидкости, рекомендованные к применению на двигателях

Производитель	Марка
CALTEX	Caltex Extended Life Coolant Pre-Mixed
Castrol	Castrol Radicool NF Premix
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant
ExxonMobil	Mobil Antifreeze Advanced
ExxonMobil	Mobil Antifreeze Extra
ExxonMobil	Mobil Antifreeze Special
BASF-SE	Glysantin G40
BASF-SE	Glysantin G48
BASF-SE	Glysantin G30
Petronas Lubricants International	ACTIFULL OT
Valvoline	Zerex G05
Valvoline	Zerex Extended Life Heavy Duty (618-1)
Valvoline	Zerex G40
Valvoline	Zerex Nitrite Free Extended Life (640-1)
CCI Corporation	L415

3.7 Замена охлаждающей жидкости

Таблица 28 График замены охлаждающей жидкости

Тип охлаждающей жидкости	Обычный	Гибридный	ОАТ (органический тип)
Срок использования:	Короткий	Средний	Длительный
Требования к замене:	Высокие	Средние	Низкие
Характеристики Продукта:	Необходимо использовать дополнительные присадки к охлаждающей жидкости (SCA).	Возможность увеличения интервала обслуживания при соблюдении рекомендуемых методов технического обслуживания. Необходимость использования SCA для восполнения.	Возможность увеличения интервала обслуживания без добавления продуктов SCA.
Рекомендуемый интервал замены	4000 мч или 2 года	6000 мч или 2 года	9000 мч или 4 года

Интервалы технического обслуживания охлаждающей жидкости разных производителей должны выполняться в соответствии с конкретными правилами производителей.

Таблица 29 Предельные значения характеристик охлаждающей жидкости

Свойство	Значение	Метод тестирования
РН (25°C)	6.0 мин. 12.0 макс.	SH/T 0069, ASTM D1287
Щелочность резервная Мл (0.1molHCl/L)	2 мин.(для жидкостей органического типа), <50% Для новой жидкости(для жидкостей органического типа)	SH/T 0091, ASTM D1121
Температура кипения (°C)	По сравнению с новой охлаждающей жидкостью ±0.5	SH/T 0089, ASTM D1120
Температура замерзания (°C)	По сравнению с новой охлаждающей жидкостью ±5.0	SH/T 0090, ASTM D1177
Хлориды (ppm)	110 макс.	SH/T 0621, ASTM D3634
Нитриты (NO ₂)	390 мин.	HJ/T84, ASTM D5827
Молибдаты (MoO ₄)	150 мин.	NB/SH/T 0621, ASTM D6130

Примечание!

- НЕ добавляйте неразбавленный концентрат охлаждающей жидкости в жидкости типов I-FF и II-FF.
- НЕ добавляйте обычную воду в качестве охлаждающей жидкости.
- НЕ превышайте концентрат охлаждающей жидкости 60 % в охлаждающих жидкостях типа I-FF и типа II-FF. Уровень концентрата охлаждающей жидкости, превышающий 68%, фактически снижает защиту от замерзания охлаждающих жидкостей на основе этиленгликоля. Максимальный рекомендуемый уровень концентрата охлаждающей жидкости составляет 60 %, что обеспечивает защиту от замерзания.
- НЕ используйте повторно охлаждающую жидкость, которая была слита.
- Смешивание различных охлаждающих жидкостей может привести к критическому истощению присадок и непредсказуемым характеристикам. В случае переключения с одного типа охлаждающей жидкости на другую полностью слейте воду из системы охлаждения и заправьте требуемой охлаждающей жидкостью.

ООО «ВОЛЖСКИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Российская Федерация, Ярославская область, город Тутаев,

Улица Строителей д.12

Департамент продаж и сервиса: sales@volga-ind.ru

+7 (4852) 20-51-17

©2023 ООО «ВОЛЖСКИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Все права защищены

All Rights Reserved