



Судовые двигатели

Руководство по применению и монтажу

- **Смазочные системы**
- **Топливные системы**

Материалы и технические характеристики
могут быть изменены без предварительного
уведомления

© 2000 Caterpillar Inc.
Отпечатано в России



Смазочные системы

Общая информация

Масла, рекомендуемые для изделий фирмы Caterpillar

Загрязнение

Замена смазочного масла

Схема смазки двигателя

Замена масляного фильтра

Подогреватели смазочного масла

Аварийные смазочные системы

Сдвоенные фильтры

Дополнительный масляный отстойник

Предварительная смазка

Специальные метки на маслоизмерительном щупе

Синтетические и специальные смазочные масла

Общая информация

Обычными признаками отказа двигателя из-за неисправностей смазочной системы являются разрушение подшипников, пригорание поршневых колец и увеличенный расход смазочного масла. Избежать этих проблем можно различными способами, наиболее эффективными из которых являются плановый отбор проб масла по программе (S · O · S), регулярное техническое обслуживание смазочной системы и использование рекомендованных смазочных материалов. Если строго соблюдать эти меры, можно обеспечить эффективную и максимальную работу двигателя, избежав его отказов из-за неисправностей смазочной системы.

Приведенная ниже информация познакомит читателя со свойствами смазочного масла - из чего оно состоит, каковы его функции, как определить, что масло загрязнено и что его свойства ухудшились, и как это будет сказываться на работе узлов и деталей двигателя. Также указаны некоторые профилактические меры, которые помогут защитить двигатель от опасных повреждений из-за неисправностей смазочной системы.

Функции

Основные функции моторного масла:

Очищает двигатель, смывая частицы износа и другие загрязняющие материалы, которые задерживаются фильтрами смазочного масла и накапливаются в них до полного засорения фильтра.

Охлаждает двигатель путем отвода тепла от поршней, стенок цилиндров, клапанов и головок цилиндров, после чего горячее масло охлаждается в охладителе смазочного масла.

Защищает подшипники двигателя от ударного воздействия, являющегося результатом сгорания топливной смеси в цилиндрах.

Уменьшает изнашивание деталей и узлов, снижая трение.

Нейтрализует агрессивные продукты сгорания.

Предохраняет металлические поверхности деталей двигателя от коррозии.

Присадки

Смазочное масло состоит из смеси базового компонента и присадок. В зависимости от вида базового компонента, который может иметь парафиновое, асфальтовое, нефтяное или смешанное основание, используются различные составы присадок.

Виды присадок

Наиболее широко используются такие присадки, как моющие, противоокислительные, диспергирующие, щелочные, противоизносные, понижающие температуру застывания, сохраняющие вязкость.

Моющие присадки помогают очищать двигатель путем вступления в реакцию с продуктами окисления, этим прекращая образование и отложение нерастворимых соединений.

Противоокислительные присадки помогают предотвратить повышение вязкости, увеличение массовой доли органических кислот и углеродистых веществ.

Диспергирующие присадки помогают предотвратить образование осадка путем поддержания загрязняющих веществ во взвешенном состоянии.

Щелочные присадки помогают нейтрализовывать кислоты.

Противоизносные присадки снижают трение путем образования тонкой пленки на металлических поверхностях.

Присадки, понижающие температуру застывания, поддерживают текучесть масла при низких температурах, препятствуя росту и скоплению кристаллов воска.

Присадки, сохраняющие вязкость, не дают маслу стать очень жидким при высокой температуре.

Общее щелочное число (ОЩЧ)

Чтобы понять, что такое ОЩЧ, необходимо знать то, что большинство видов дизельного топлива содержат серу. Одна из функций смазочного масла заключается в нейтрализации кислотных продуктов сгорания (сернистых соединений), которые вызывают коррозию в двигателе. Присадки к маслу содержат щелочные соединения, состав которых рассчитан на то, чтобы нейтрализовать эти кислотные продукты. Показателем резервной щелочности масла является ОЩЧ. Чем выше значение ОЩЧ, тем большее значение резервной щелочности имеет масло.

Вязкость

Вязкость является свойством смазочного масла, которое определяет его загущенность или сопротивление действию внешних сил, вызывающих его течение. Вязкость имеет самое прямое отношение к качествам масла, обеспечивающим смазку и защиту трущихся поверхностей. Независимо от температуры, должна быть обеспечена достаточная подача масла ко всем движущимся деталям. Чем выше вязкость (загущенность) масла, тем прочнее пленка, которую оно образует на поверхностях деталей.

Чем толще пленка масла, тем лучше она держится на смазываемых поверхностях. Но слишком загущенное масло имеет очень большое сопротивление текучести при низких температурах, поэтому его подача к деталям, требующим смазки, может быть затруднена. Поэтому, очень важно выбрать требуемую вязкость масла для самой высокой и самой низкой температуры, при которой будет работать двигатель. С повышением температуры текучесть масла возрастает. Относительная величина, показывающая степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры называется индексом вязкости масла (ИВ). Новые методы очистки и применение специальных присадок повышают индекс вязкости масла, помогают замедлить процесс повышения текучести.

Стандартная система классификации масел Общества автотракторных инженеров (SAE) разделяет масла по их качеству.

Чистота масла

При обычной работе двигатель вырабатывает различные загрязняющие вещества - от микроскопических частиц металла до агрессивных химических составов. Очистка смазочного масла путем его фильтрации устраняет перенос этих загрязняющих веществ к деталям двигателя.

Масляные фильтры рассчитаны на задержание этих загрязняющих веществ в смазочной системе. Превышение срока службы масляного фильтра может привести к его засорению.

Засорение фильтра вызывает открывание перепускного клапана, через который будет проходить не-отфильтрованное масло. В этом случае частицы износа в масле будут попадать в двигатель. Если перепускной клапан открыт, частицы, ранее удерживаемые фильтром, могут вымываться из него и попадать в двигатель через открытый перепускной клапан. Засорение фильтра также приводит к изменению геометрии фильтроэлемента. Это происходит, когда перепад давления внутри и снаружи фильтра возрастает. Изменение геометрии фильтроэлемента приводит к сминанию или разрыву бумаги, что позволит частицам износа попасть в двигатель и повредить его детали.

Масла, рекомендуемые для изделий фирмы Caterpillar

Смотрите инструкции по смазке в Руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию.

Загрязнение

Загрязнением масла называется присутствие в нем нежелательных или загрязняющих материалов. Обычно в смазочном масле можно выделить несколько видов загрязняющих веществ.

1. Продукты износа

Продуктами износа являются частицы материала, присутствие которых в масле указывает на деталь, поверхность которой подвергается разрушению или повреждена. Продуктами износа могут являться частицы меди, железа, хрома, алюминия, свинца-олова, молибдена, кремния, никеля и магния.

2. Грязь и нагар

Грязь может попадать в масло с воздухом, проходящим вниз по кольцам. Она оседает на масляной пленке и удаляется поршневыми кольцами со стенок цилиндров. Несгоревшее топливо является причиной нагара. На его наличие указывают черный дым и грязный воздушный фильтр. Цвет масла изменяется на черный.

3. Топливо

4. Вода

Вода является побочным продуктом сгорания и обычно выходит из двигателя через выхлопную трубу. Она может конденсироваться в картере, если рабочая температура двигателя небольшая.

5. Этиленгликоль (антифриз)

6. Вещества, содержащие серу (кислоты)

7. Продукты окисления

Продукты окисления вызывают загущение масла; процесс окисления ускоряется высокой температурой всасываемого воздуха.

Диагностические проверки

Плановый отбор проб масла по программе S · O · S фирмы Caterpillar представляет собой последовательность диагностических проверок, направленных на то, чтобы определить и измерить загрязнение и ухудшение свойств масла. Она включает в себя следующие основные виды проверок:

1. Анализ износа.
2. Химико-физические анализы.
3. Анализ состояния масла.

Краткое описание каждого из этих анализов следует ниже.

Анализ износа

Анализ износа выполняется с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра. В ходе данной проверки контролируется степень износа конкретной детали путем определения и измерения концентраций продуктов износа в масле. На основании известных данных о нормальной концентрации определяются максимально допустимые значения концентрации продуктов износа. Потенциальные отказы могут быть выявлены, когда значения концентрации не соответствуют нормальным.

Анализ износа проводится только в отношении выявления изнашивающейся детали и степени загрязнения масла. Этот вид проверки не может определить усталость детали, внезапную потерю смазки или внезапное попадание грязи, поскольку эти процессы идут очень быстро.

Химико-физические анализы

Химико-физические анализы позволяют определить, присутствуют ли в масле вода, топливо и антифриз и соответствует ли их концентрация установленным предельным значениям.

Наличие и приблизительный объем воды определяется методом вскипания. Капля масла помещается на пластину, нагретую до 110 °C (230 °F). Появление пузырьков свидетельствует о присутствии воды в масле (приемлемое содержание 0,1 - 0,5 %).

Наличие топлива определяется с помощью испытательного устройства Setaflash. Устройство калибруется для определения процентного содержания топлива в масле.

Наличие антифриза в масле можно определить любым химическим методом. (Положительный результат проверки свидетельствует о непригодности масла.)

Анализ состояния масла

Анализ состояния масла проводится с помощью инфракрасной спектроскопии. В ходе этой проверки определяется наличие нагара и измеряется содержание таких загрязняющих веществ, как сера, продукты окисления и азотирования. Также с помощью инфракрасной спектроскопии можно опре-

делить наличие воды и антифриза в масле, наряду с этим видом проверки необходимо всегда проводить анализ износа и химико-физические анализы, чтобы получить точные результаты. Метод инфракрасной спектроскопии также можно использовать для точного определения (уменьшения, увеличения или сохранения) рекомендованных периодов между заменой масла в отношении конкретного двигателя или условий эксплуатации.

Выявление причин и последствий загрязнения

Плановый отбор проб масла по программе S · O · S помогает выявить наличие и измерить содержание различных металлов в масле, после чего определить неисправную деталь, которая может привести к отказу двигателя. Например, высокое содержание меди указывает на износ упорной шайбы или втулки. Высокая концентрация хрома указывает на повреждение поршневых колец (за исключением колец с покрытием, нанесенным плазменным методом). Плановый отбор проб масла по программе S · O · S дает возможность проверить состояние этих деталей и, при необходимости, принять меры против дальнейшего их разрушения. Ниже приведены примеры типичных частиц износа металлов и указано то действие, которое они оказывают на состояние двигателя.

Кремний

Превышение нормальных значений содержания кремния может указывать на существенный дефект. Повышенное содержание кремния превращает смазочное масло в шлифующий состав, который может удалять металл с поверхности деталей при работе двигателя.

Натрий

Внезапное увеличение содержания натрия в смазочном масле указывает на утечку антиоксиданта из системы охлаждения. Это значит, что в масле смазочной системы содержится антифриз, который вызывает загущение масла и образование осадка, что приводит к пригоранию поршневых колец и засорению фильтра.

Кремний, хром, железо

Это сочетание металлов свидетельствует о попадании частиц износа в двигатель через систему всасывания, что может привести к износу поршневых колец и гильзы цилиндра.

Кремний, железо, свинец, алюминий

Это сочетание металлов указывает на наличие частиц износа в нижней части двигателя, что может привести к износу коленчатого вала и подшипников.

Алюминий

Очень опасно. Повышенное содержание алюминия предполагает износ подшипников. При появлении первых признаков увеличения содержания алюминия в масле необходимо сразу же принять меры к устранению причин этого, так как с началом быстрого износа коленчатого вала в масле появляются крупные металлические частицы, которые улавливаются масляным фильтром.

Железо

Железо в масле может появляться из нескольких источников, включая ржавчину после длительного хранения двигателя. Часто увеличение содержания железа в масле сопровождается повышенным расходом масла, что указывает на сильный износ гильзы цилиндра.

Нагар

Появление нагара обычно не является непосредственной причиной отказа двигателя, но нерастворимые в масле твердые частицы могут засорять масляный фильтр и обеднять диспергирующие присадки. Присутствие нагара указывает на грязный воздушный фильтр, нестабильную работу двигателя, чрезмерную подачу топлива или на неоднократное, резкое увеличение частоты вращения двигателя при неправильной установке регулирующей зубчатой рейки топливного насоса (ограничение дымности). Причиной нагара может стать плохое качество топлива.

Вода

Наличие воды в масле приводит к образованию эмульсии, которая засоряет масляный фильтр. Вода с маслом также могут образовывать кислоту, вызывающую коррозию металла. В большинстве случаев вода попадает в масло в результате конденсации паров влаги в картере. Более серьезное загрязнение происходит в результате утечки в системе охлаждения и попадания охлаждающей жидкости в масло смазочной системы.

Топливо

Попадание топлива в масло снижает его смазочные свойства. Прочность пленки масла снижается, и она не может предотвращать контакт металлических поверхностей друг с другом. Это может приводить к разрушению подшипников и прихвату поршней.

Сера

Наличие серы в масле может стать причиной повреждения любых деталей двигателя. Высокое содержание серы в масле свидетельствует о коррозионном износе, который также приводит к повышенному расходу масла. Чем больше топлива попадет в масло в период времени до очередной замены масла, тем больший объем кислот образуют окислы серы. Поэтому, если двигатель работает с

большими нагрузками, его необходимо проверять чаще. Также необходимо сократить период времени между проверками на ОЩЧ. Коррозия, вызванная серой, содержащейся в топливе, может привести к пригоранию поршневых колец, износу металлических поверхностей направляющих клапана, поршневых колец и гильз цилиндров.

На вид и степень загрязнения масла также влияют условия эксплуатации двигателя. Сухой окружающий воздух будет, например, влиять на содержание кремния в масле. Еще одним примером является двигатель, который простаивает в течение длительных периодов времени. Гильзы цилиндров у таких двигателей будут очень быстро ржаветь; в пробах масла будет высокое содержание железа.

Замена смазочного масла

Операцию замены смазочного масла можно упростить, если следовать нижеприведенному порядку.

Установите переходник* с метрической резьбы на трубную на патрубок поддона картера.

Соедините отрезок гибкого масло- и термостойкого шланга с переходником. Если использовать жесткую трубку, то дренажный патрубок поддона картера может быстро сломаться из-за вибрации работающего двигателя.

Соедините другой конец шланга с впускным отверстием небольшого насоса с приводом от электродвигателя. Двигатель насоса должен включаться и выключаться ключом, чтобы избежать несанкционированных действий.

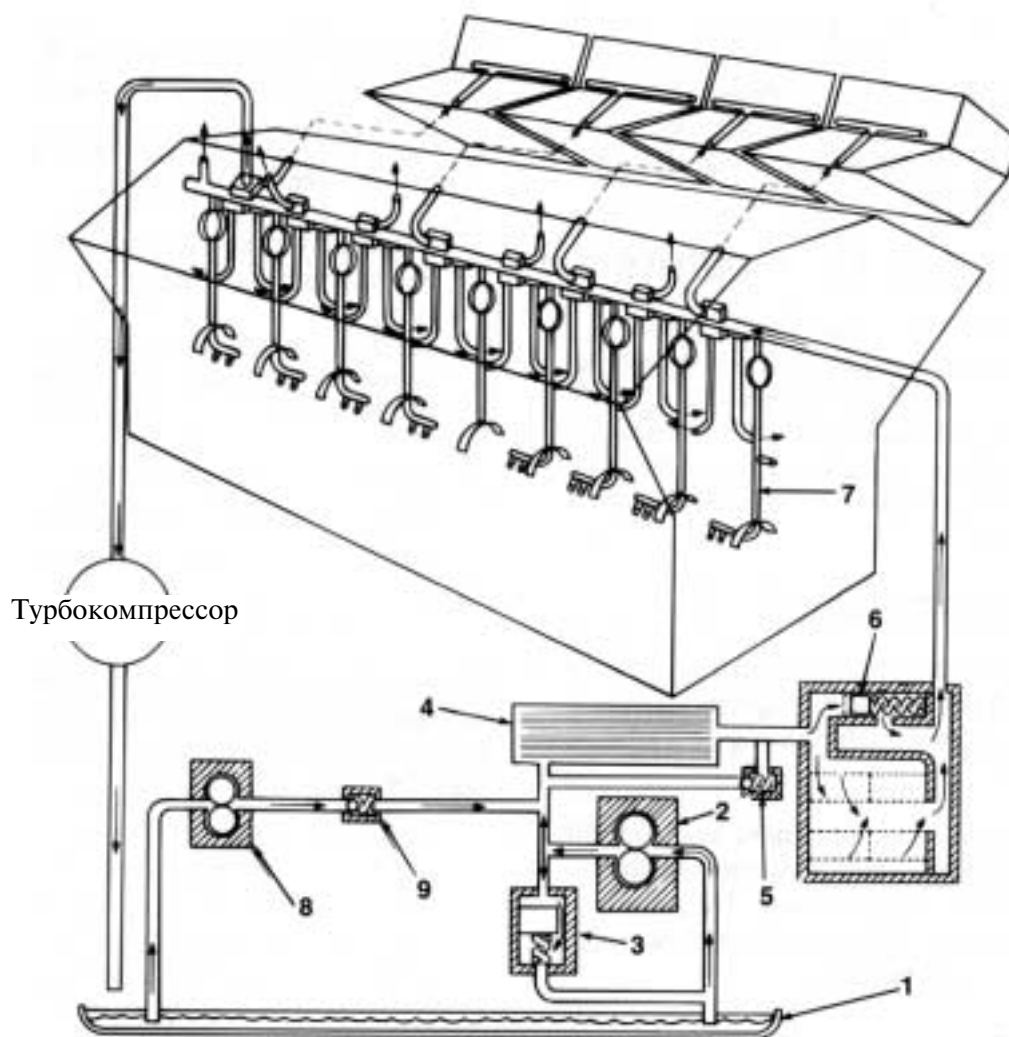
Соедините спускное отверстие насоса с резервуаром для грязного масла, в котором отработанное масло будет храниться до его надлежащей утилизации.

Ключ для пуска двигателя насоса должен храниться на связке ключей капитана судна.

Проверяйте уровень масла перед каждым пуском двигателя.

* Переходник 6L-6155 предназначен для перехода с метрической резьбы патрубка поддона картера на внутреннюю нормальную трубную резьбу 1/2-14 для слива масла на расстоянии из судовых двигателей 3304B, 3306B, 3406B и 3408B. Уплотнение 8M-4432 и шайба 1S-3889 устанавливаются между бобышкой дренажного отверстия и переходником.

Переходник 3N-9442 и прокладка 3B-1925 предназначены для перехода с метрической резьбы на внутреннюю нормальную трубную резьбу 1/2-14 на судовых двигателях 3208.



1. Отстойник - смазочное масло поступает из отстойника через фильтр грубой очистки во впускное отверстие масляного насоса
2. Масляный насос - объем смазочного масла, подаваемого масляным насосом, превышает потребности нового двигателя. Когда зазоры между деталями двигателя увеличиваются вследствие нормального износа, поток масла начинает соответствовать потребностям двигателя
3. Регулировочный клапан давления масла - этот клапан регулирует давление масла в двигателе и направляет избыточное масло обратно в отстойник
4. Охладитель смазочного масла - масло, подаваемое в двигатель, охлаждается с помощью охлаждающей жидкости из рубашки двигателя в охладителе моторного масла
5. Перепускной клапан охлаждителя масла - когда вязкость масла вызывает существенный перепад давления в охладителе масла, перепускной клапан открывается, направляя поток масла в обход охлаждителя, пока масло не нагреется настолько, что весь поток будет направляться через охлаждитель
6. Масляный фильтр - в двигателях фирмы Caterpillar используются полнопоточные масляные фильтры с перепускным клапаном, который обеспечивает надлежащий поток масла при полном засорении фильтра. В фильтре могут использоваться сменные элементы, или фильтр может относиться к типу фильтров-патронов. Перепускной клапан масляного фильтра обеспечивает подачу масла в двигатель, если фильтр будет полностью засорен
7. Масляные каналы в двигателе - основной поток масла распределяется по каналам, проходящим к деталям двигателя. Поток масла выносит тепло и продукты износа и возвращается в отстойник под силой тяжести
8. Насос предварительной смазки - используется только при пуске на двигателях большой мощности
9. Обратный клапан

Рис. 1.1 Схема смазки двигателя

Замена масляного фильтра

Фильтр-патрон смазочного масла можно легко удалить, накрыв ослабленный использованный фильтр пластиковым пакетом. После удаления использованного фильтра пакет можно употреблять для слива масла, которое может загрязнить моторный отсек.

Подогреватели смазочного масла

Фирма Caterpillar не рекомендует использовать подогреватели смазочного масла погружного типа из-за того, что они перегревают масло, контактирующее с нагревательным элементом. Это вызывает старение масла и образование осадка и может привести к преждевременному износу деталей двигателя.

Аварийные смазочные системы

Некоторые судовые двигатели должны быть снабжены аварийным масляным насосом, соединенным со смазочной системой.

Этого, в частности, требуют некоторые Морские классификационные общества от морских судов, имеющих один тяговый двигатель. Такой аварийный насос предназначен для обеспечения давления и циркуляции масла в смазочной системе при отказе основного масляного насоса.

Требования к работе аварийной смазочной системы:

1. Перепады давления должны быть сведены к минимуму путем использования коротких, низкорасположенных ограничительных линий.
2. Диаметр трубопроводов линии должен быть таким же, как диаметр отверстия на двигателе, к которому она подсоединяется.
3. Установите низкорасположенный ограничительный фильтр перед аварийным масляным насосом.
4. Установите низкорасположенный обратный клапан между спускным патрубком аварийного насоса и впускным патрубком двигателя.
5. В аварийной системе должен использоваться ограничительный клапан, установленный на 8,8 кг/см² (125 фунтов на кв. дюйм).

Трансмиссия

Некоторые Морские классификационные общества требуют, чтобы на судовую трансмиссию были установлены аварийные масляные насосы. Это нужно для классифицирования таких судов без ограничений по виду услуг.

Сдвоенные фильтры

Система сдвоенного масляного фильтра Caterpillar, поставляемая по специальному заказу, отвечает всем требованиям, предъявляемым к стандартной системе фильтра, а также содержит дополнительную систему фильтра с необходимыми клапанами и трубопроводами. Система сдвоенного фильтра позволяет производить замену основного или дополнительного фильтроэлемента без отключения двигателя, работающего при любой нагрузке. Система также содержит индикатор, указывающий на необходимость замены основного фильтроэлемента.

Выпускной клапан позволяет удалять воздух, который попадает в основную или дополнительную системы при установке новых фильтроэлементов. *Необходимо удалить воздух из секции, где произошла замена фильтроэлемента, чтобы устранить возможность повреждения турбокомпрессора и подшипников.* **Дополнительная система способна обеспечивать фильтрацию всего объема масла в течение, по меньшей мере, 100 часов работы при полной нагрузке и заданной частоте вращения.**

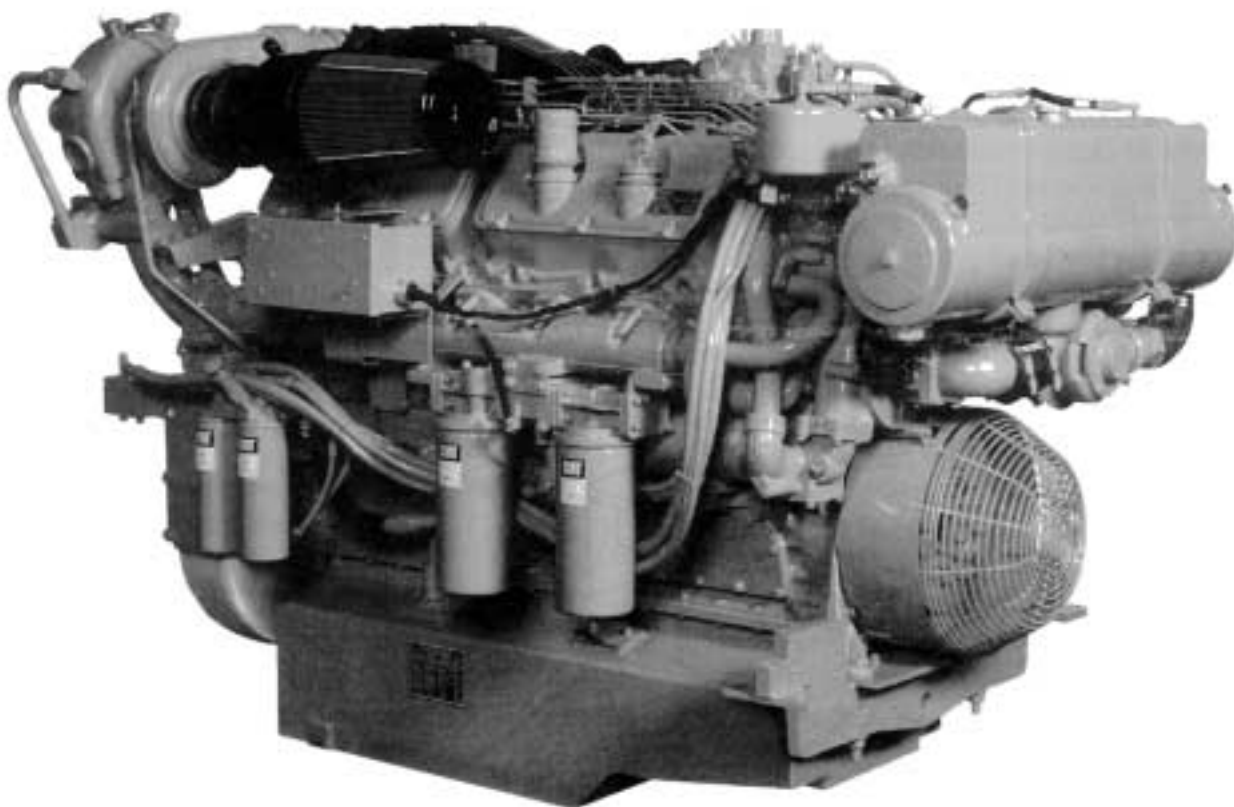


Рис. 1.2

Дополнительный масляный отстойник

Если желателен более продолжительный период времени между заменами масла, необходим дополнительный масляный отстойник. Период времени между заменами масла прямо пропорционален общему объему масла при неизменности всех остальных факторов. То есть, чтобы увеличить период времени между заменами масла в два раза, необходимо установить дополнительный отстойник масла, который имеет вместимость, равную вместимости масляного отстойника двигателя. Это удвоит объем масла, которое будет загрязняться/разбавляться/нейтрализовываться, и соответственно удлинит период времени между заменами масла. Необходимо соблюдать вышеприведенные рекомендации в отношении наличия серы в топливе, ОЩЧ масла и анализа масла. Определив базовый период времени между заменами масла, его можно увеличивать с помощью дополнительного масляного отстойника на основе показателей качества, ОЩЧ и анализа масла.

Рекомендации, касающиеся дополнительного масляного отстойника

1. Подсоедините линию подачи масла из дополнительного отстойника как можно ближе к масляному насосу двигателя. **Дополнительный масляный отстойник должен быть заполнен маслом перед пуском двигателя и оставаться полным постоянно.** Сразу же после пуска двигателя дополнительный масляный отстойник заполнится, возвращая в двигатель точно такой же объем масла, который был подан в дополнительный масляный отстойник по линии подачи.
2. В эту линию должен быть установлен клапан с дроссельной шайбой с диаметром прохода 1,5 - 1,8 мм (0,06 - 0,07 дюйма), чтобы расход масла составлял примерно 3,8 л/мин (1 галлон США в минуту).

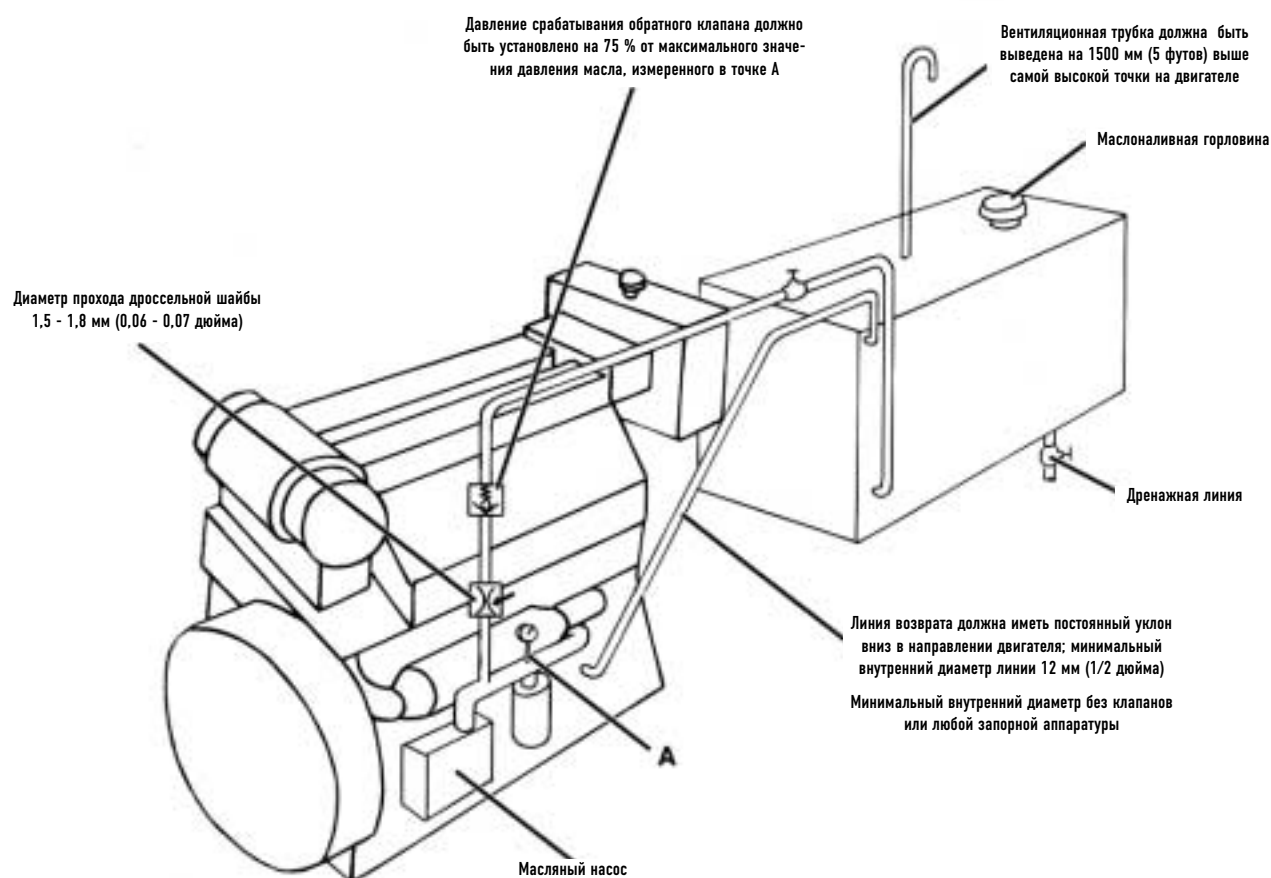


Рис. 1.3 Схема подсоединения дополнительного масляного отстойника

3. Установите обратный клапан в линию подачи масла и установите его давление срабатывания на 75 % от значения давления, измеренного в точке подсоединения линии при рабочей температуре двигателя и максимальной рабочей частоте вращения.

Предварительная смазка

Система предварительной смазки предназначена для предварительной подачи смазочного масла на шейки подшипников до подачи электропитания на пусковые двигатели.

Предварительную смазку можно осуществлять *автоматически*, используя насос малой мощности, который заполняет каналы в двигателе маслом из масляного отстойника, пока масло не появится в верхней части смазочной системы. На пусковые двигатели электропитание подается автоматически только после завершения операции предварительной смазки двигателя.

При *ручном* способе используется насос ручной подкачки масла из отстойника двигателя, что позволяет персоналу заполнять маслом все каналы в двигателе после замены масла, замены фильтра, периодов простоя и перед подачей электропитания на пусковые двигатели.

Любой способ предварительной смазки позволит персоналу заполнять маслом все каналы в двигателе после замены масла, замены фильтра и перед подачей электропитания на пусковые двигатели. Любой способ позволит владельцу двигателя свести к минимуму износ двигателя, связанный с его пуском после периодов простоя.

Специальные метки на маслоизмерительном щупе

Иногда судовые двигатели устанавливаются и эксплуатируются в наклонном положении. Если угол наклона значительный (5° или больше), объем масла, необходимый для заливки в картер двигателя до метки “максимум” на маслоизмерительном щупе (относящейся к работе без наклона), может быть больше или меньше объема масла, который может находиться в масляном картере, не обнажая колокол всасывания и не закрывая уплотнение коленчатого вала.

Максимальный угол безопасного наклона зависит от конструкции масляного отстойника, а также места размещения маслоизмерительного щупа, которые у разных моделей двигателя могут отличаться. Поэтому, если двигатель установлен с наклоном, рекомендуется проверить стандартный маслоизмерительный щуп и при необходимости нанести на него новые метки минимального и максимального объема масла для безопасной работы двигателя.

Обнажение колокола всасывания может приводить к потере давления масла, а подъем уровня масла выше верхней границы уплотнения коленчатого вала может вызывать утечки и вибрацию двигателя в результате погружения в масло противовесов коленчатого вала. Этих проблем можно избежать, если поддерживать в масляном отстойнике надлежащий объем масла.

Порядок замены масла

1. Слейте остаток масла из картера двигателя и снимите элементы масляного фильтра.
2. Установите элементы нового масляного фильтра.
3. Залейте в картер требуемый объем масла (V_f), который можно определить по формуле:

$$V_f = V_r - V_m$$

Где:

V_r = Объем масла, требуемый для пополнения до метки Full (Максимум) на маслоизмерительном щупе после замены фильтра.

V_m = Объем масла между метками add (Минимум) и Full (Максимум) на маслоизмерительном щупе для эксплуатации двигателя в ровном положении.

Примечание: Значения V_r и V_m для конкретных моделей двигателя опубликованы в TMI (Бюллетень технической и маркетинговой информации) Marine Engine Systems and Performance Specification Data.

К этому объему необходимо добавить масло в зависимости от наличия на стандартном двигателе дополнительных специальных фильтров, линий подачи или охладителей масла.

4. Замерьте уровень масла в картере с помощью маслоизмерительного щупа. Убедитесь, что маслоизмерительный щуп не упирается в дно картера и установлен правильно.
5. Запустите двигатель и поддерживайте его частоту вращения в интервале средних значений, пока масло не прогреется до нормальной рабочей температуры. Понижьте частоту вращения холостого хода двигателя и отметьте уровень масла на маслоизмерительном щупе. Этот уровень будет представлять нижний предел add (минимум) или метку add oil (долить масло).

6. Долейте масло до среднего уровня между метками “минимум” и “максимум” (значение Vm, которое указано в ТМІ) и дайте двигателю поработать еще по меньшей мере 5 минут, чтобы все масло прогрелось до нормальной рабочей температуры. Отметьте уровень масла на маслоизмерительном щупе. Этот уровень будет представлять метку “максимум”. Рекомендации по нанесению меток на маслоизмерительный щуп содержатся в Руководствах по эксплуатации и техническому обслуживанию.

Синтетические и специальные смазочные масла

Некоторые фирмы-изготовители синтетических смазочных масел заявляют, что их продукция обладает свойствами, продлевающими срок службы масел.

Фирма Caterpillar не может ни подтвердить, ни рекомендовать марку или тип моторного масла для своих двигателей, которое бы имело *увеличенный срок службы*.

Замена моторного масла производится потому, что оно стало загрязненным в результате попадания в него нежелательных веществ: частиц нагара (несгоревшего углерода), частиц износа, не полностью сгоревшего топлива, кислот, грязи и продуктов окисления. Присадки, добавленные в масло, потеряли свои свойства в результате диспергирования частиц нагара, предотвращения износа, окисления, пенообразования и т.д. Фирма Caterpillar рекомендует, чтобы моторные масла отвечали требованиям спецификаций API CF4.

Типы синтетического масла

В двух широко используемых типах синтетического масла используются базовые компоненты, изготовленные из синтетических углеводородов или производных двухосновных кислот. Оба типа синтетических базовых масел имеют высокий индекс вязкости, что дает им преимущества при работе в холодное время года. Использовать эти масла в других условиях необходимо с осторожностью.

Стоимость этих синтетических базовых масел в 4 - 8 раз превышает стоимость базовых масел на нефтяной основе, что делает вопрос их широкого применения спорным.

Еще один тип масла называется полусинтетическим. Это масло на нефтяной основе с добавлением синтетической основы, которое предназначено для работы в холодное время года.

Специальные масла

Фирма Caterpillar не рекомендует использовать присадки, увеличивающие срок службы масла. В маслах для дизельных двигателей Caterpillar, которые отвечают требованиям спецификаций API CF4, используются такие присадки, как графит, тефлон, дисульфид молибдена и др. Целью добавления этих присадок не является обеспечение нормального срока службы двигателя или его рабочих характеристик.

Нормальный срок службы или рабочие характеристики двигателя могут быть обеспечены путем правильной эксплуатации двигателя, надлежащего технического обслуживания при замене масла, применением масла с требуемой вязкостью, использования масла, отвечающего требованиям спецификаций API CF4, эксплуатации и технического обслуживания двигателя в соответствии с Руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию.

Фирма Caterpillar не рекомендует использовать в моторном масле присадку-модификатор трения на основе дитиофосфата молибдена. Эта присадка вызывает быструю коррозию бронзовых деталей в дизельных двигателях Caterpillar.



Топливные системы

Общая информация

Очистка топливной системы

Конструкция топливного бака

Топливопроводы

Технические характеристики топлива

Фильтры

Топливные системы - Другие вопросы

Приложение

Общая информация

В двигателях Caterpillar используются три различных типа топливных систем.

В самой старой топливной системе используются насосы высокого давления (для всех цилиндров) в одном корпусе. Входной вал для этого типа корпуса приводится в движение зубчатой передачей двигателя. Топливный насос высокого давления обеспечивает подачу топлива под давлением в каждый цилиндр в надлежащее время и точными дозами. Конструкция топливных клапанов всех цилиндров простая и их можно легко заменять.

В более поздней конструкции насос высокого давления и топливный клапан каждого цилиндра объединены в одном блоке, который называется инжектором. Энергия для впрыска топлива под высоким давлением отбирается с кулачковых валов двигателя через толкатели и коромысла.

Для создания давления впрыска электронные блоки инжекторов используют кулачковый вал и толкатели. Электроника используется для синхронизации впрыска топлива и его дозирования.

Топливные системы дизельных двигателей Caterpillar рассчитаны на подачу в двигатель большего объема топлива, чем требуется для сгорания. Излишек возвращается в топливный бак.

Чистота топлива

Чистое топливо, отвечающее рекомендациям фирмы Caterpillar, обеспечивает максимальный срок службы двигателя и его установленные рабочие характеристики; любое другое топливо является компромиссом и может использоваться только под ответственность владельца двигателя. Грязное топливо и топливо, не отвечающее минимальным техническим требованиям фирмы Caterpillar, будет неблагоприятно влиять на:

- Установленные рабочие характеристики системы сжигания топлива и топливных фильтров.
- Срок службы системы впрыска топлива, клапанов, поршней, колец, гильз и подшипников.

Температура топлива

Излишек топлива, возвращаемый в топливный бак, уносит с собой тепло от двигателя и поднимает температуру топлива в баке.

Чтобы избежать сокращения срока службы инжектора, температура топлива в двигателе не должна превышать 66 °C (150 °F). При повышении температуры топлива также увеличивается его удельный объем, что приводит к потере энергии на 1 % для каждые 6 °C (10 °F) выше 38 °C (100 °F).

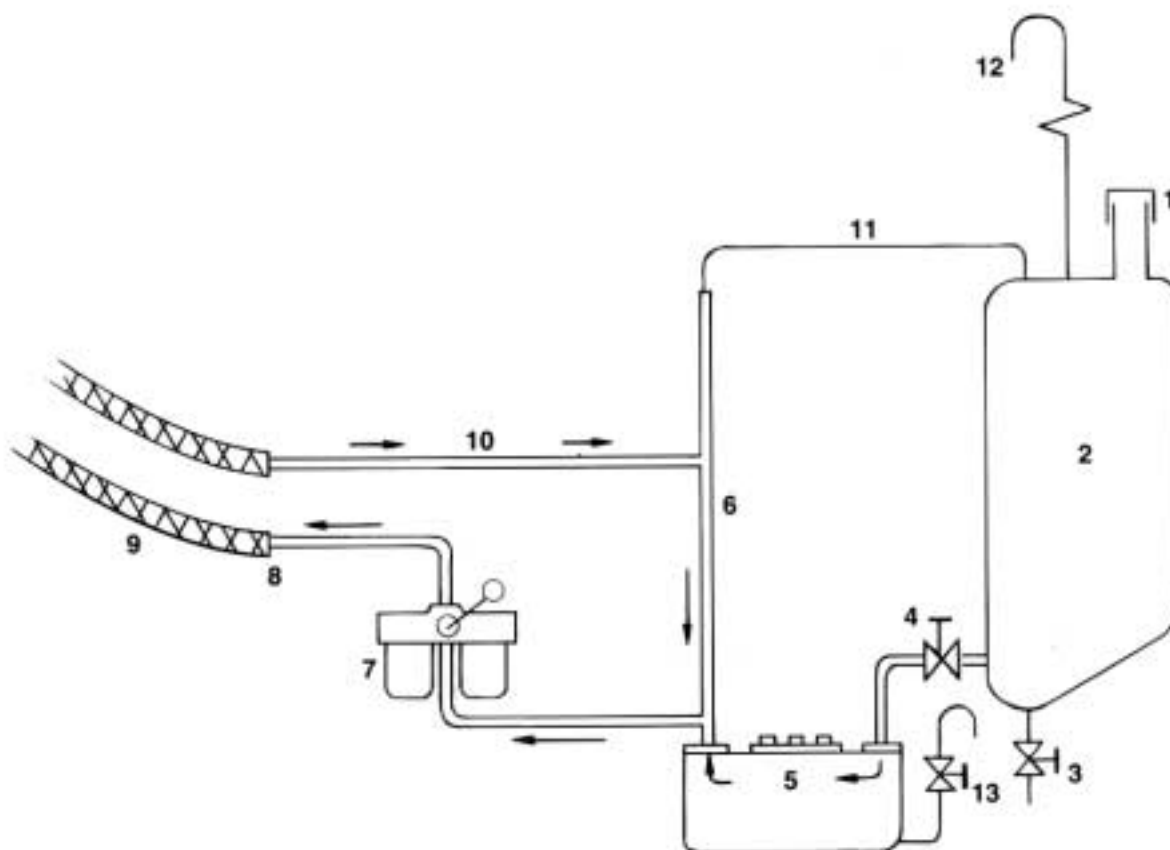
Если топливный бак установлен в таком месте, что накопившееся тепло не будет представлять проблемы после стабилизации температуры, то ничего больше делать не нужно. Если температура топлива в баке после стабилизации все еще высокая, возвращаемое топливо необходимо охлаждать. Смотрите раздел об охладителях топлива.

Воздух в топливе

Газы, попавшие в подаваемое топливо, выходят из двигателя вместе с возвращаемым излишком топлива. Эти газы (обычно воздух, попавший в топливо в результате утечек во всасывающих топливопроводах) должны отводиться в атмосферу, чтобы не допустить потерю мощности двигателем.

Системы стояков

Простейшим методом избежания проблем с воздухом является установка стояка между топливным баком и двигателем. Топливо будет проходить из бака в нижнюю часть стояка к точке смазывания под силой тяжести. Точка смазывания - это точка, откуда топливо поступает в двигатель. Линия возврата излишка топлива должна входить в стояк в точке, которая на несколько дюймов выше, чем линия подачи или линия возврата (в зависимости от того, какая из них расположена выше на стояке). Верхняя часть стояка для отвода газов может сообщаться с верхней частью топливного бака или с атмосферой. Эта система удовлетворительно работает с любым количеством топливных баков. В трубопроводах между топливным баком и стояком не должно быть изгибов, чтобы избежать воздушных пробок, которые могут блокировать поток топлива.



- | | | | |
|----|--|-----|--|
| 1. | Топливоналивная горловина | 8. | Линия подачи топлива в двигатель |
| 2. | Топливный бак или бак дневного запаса | 9. | Гибкие топливопроводы к основной системе подачи топлива |
| 3. | Сливной кран - устанавливается в самой нижней точке бака для того, чтобы сливать воду и осадок. Выходное отверстие крана обычно должно быть закрыто пробкой, чтобы не допускать подтекания топлива | 10. | Возврат излишка топлива от двигателя к стояку |
| 4. | Кран подачи топлива | 11. | Линия отвода газов из верхней части стояка в верхнюю часть топливного бака |
| 5. | Емкость для отделения воды и осадка - должна быть расположена в самой нижней точке системы | 12. | Линия отвода газов из верхней части топливного бака в атмосферу - должна располагаться на достаточной высоте над палубой судна, чтобы вода, захлестывающая палубу, не попадала в эту линию |
| 6. | Стояк возврата излишка топлива | 13. | Линия слива воды и осадка с краном, расположенная ниже линии подачи топлива из топливного бака, чтобы позволить слив воды и осадка под силой тяжести |
| 7. | Первичный топливный фильтр - должен иметь возможность очистки без остановки двигателя | | |

Рис. 2.1 Топливная система с одним баком или баком дневного запаса

Охладители топлива

Излишек топлива, возвращаемый из двигателя, оснащенного инжекторной системой впрыска (1,7 л, двигатели серий 3500 и 3600), может поглощать существенную долю тепла от инжекторов и окружающей двигатель водяной рубашки. Охладители топлива могут потребоваться для обеспечения рабочих характеристик двигателя. Нижеперечисленные факторы влияют на установку необходимого оборудования для охлаждения топлива:

- **Продолжительность непрерывной работы** - Если периоды эксплуатации двигателя короткие, то доля тепла в топливе, возвращаемом в топливный бак, будет относительно невелика. Для двигателей, работающих с высокими нагрузками, охладителей топлива обычно не требуется.

- **Продолжительность времени простоя между периодами эксплуатации** - Если продолжительность времени простоя между периодами эксплуатации большая, то появляется возможность рассеяния тепла.
- **Вместимость топливного бака** - Если вместимость топливного бака большая (больше 11 000 л [3000 галлонов США]), то для того, чтобы температура топлива на выходе из бака существенно повысилась, потребуется большая доля тепла.
- **Способность топливных баков рассеивать тепло содержащегося в них топлива** - Если топливо в баке контактирует с теплопоглощающей облицовкой*, тепло будет рассеиваться, и температура топлива в баке будет оставаться в пределах плюс-минус несколько градусов от температуры охлаждающей жидкости.

Баки дневного запаса (дополнительные топливные баки)

Дополнительные баки или баки дневного запаса потребуются, если основные топливные баки расположены:

- на расстоянии более 15,25 м (50 футов) от двигателя;
- над двигателем;
- более чем на 3,65 м (12 футов) ниже двигателя.

Дополнительные баки или баки дневного запаса также являются емкостями-отстойниками, в которых воздух, вода и осадок могут отделяться от топлива.

Дополнительный бак или бак дневного запаса должен располагаться так, чтобы уровень топлива не был выше инжекторных клапанов двигателя. Если уровень топлива будет выше, то статическое давление может позволить топливу протекать в камеры сгорания, когда двигатель не эксплуатируется. *Наличие жидкого топлива в камере сгорания в момент пуска двигателя с большой вероятностью вызовет отказ двигателя.* Бак должен располагаться достаточно близко к двигателю, чтобы общая высота всасывания была меньше 3,65 м (12 футов). Чем меньше эта высота, тем легче будет запускаться двигатель.

* Площадь теплопоглощающей облицовки должна составлять примерно 10 % от площади внутренней поверхности топливного бака.

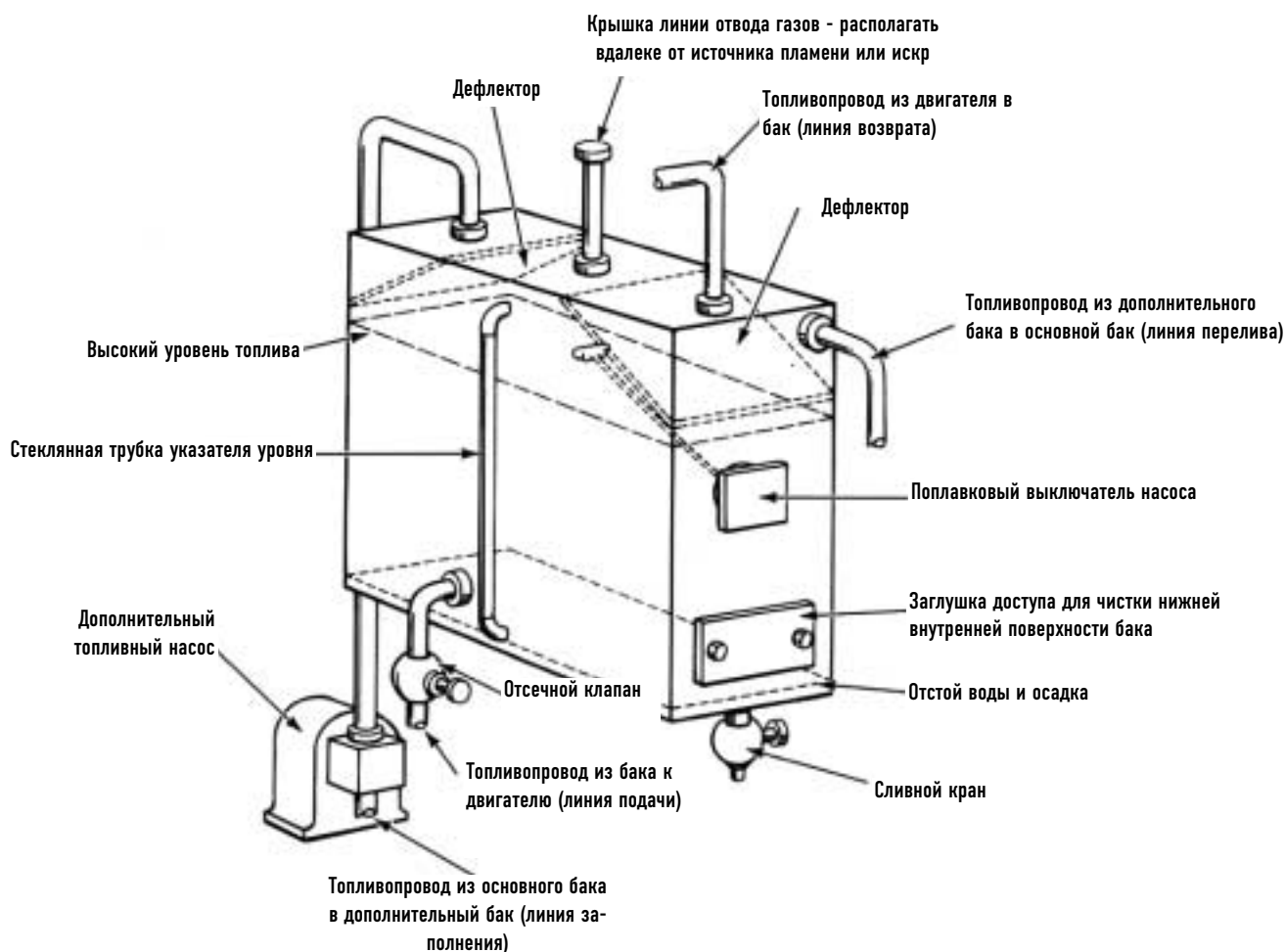


Рис. 2.2 Дополнительный топливный бак

Предельные значения давления топлива в линии возврата

Давление топлива, измеренное в линии возврата от двигателя, должно быть ниже 27 кПа (4 фунта на кв. дюйм), за исключением двигателей серии 3300 (20 кПа или 3 фунта на кв. дюйм) и серии 3600 (350 кПа или 51 фунт на кв. дюйм). Линия возврата топлива должна быть по меньшей мере такого же сечения, что и линия подачи топлива. Использовать в ней отсечной клапан не рекомендуется.

Очистка топливной системы

Перед тем, как подсоединить топливную систему к двигателю, необходимо тщательно очистить все топливопроводы, клапаны и баки. Перед пуском двигателя необходимо промыть всю топливную систему.

Конструкция топливного бака

Материал

Топливные баки лучше всего изготавливать из низкоуглеродистой катаной стали. Покрытие цинком деталей бака или применение цинка в качестве легирующей добавки не допускается для баков, предназначенных для работы с дизельным топливом. Цинк неустойчив в присутствии серы, особенно если в топливе есть влага. Осадок, образующийся в результате химической реакции, исключительно вреден для внутренних деталей двигателя. Необходимо избегать применения цинка в деталях, которые находятся в непрерывном контакте с дизельным топливом.

Вместимость

Необходимую вместимость топливного бака или системы баков можно получить, если умножить среднюю мощность в лошадиных силах на количество часов работы между заправками и разделить полученное таким образом произведение на 16 для

измерения в галлонах США или для измерения на 4 в литрах.

Вышеприведенный расчет не учитывает резервную емкость, которую необходимо добавить к этому базовому показателю.

Заземление/Шина (Электрические соединения)

Патрубок топливноналивной горловины и бак должны быть соединены линией заземления, если они уже не соединены по схеме электрических соединений. Баки также должны быть соединены с шиной заземления судна.

Это необходимо, чтобы снизить опасность воспламенения от искр, образующихся в результате разрядов статического электричества, накапливающегося при заправках топливом.

Сливные патрубки

Все топливные баки должны иметь сливные патрубки с легким доступом к ним. Вода и осадок, который скапливается на дне бака, должны регулярно удаляться.

Для периодического удаления осадка и мусора из топливных баков они должны быть снабжены отверстием для доступа к внутренней полости бака.

Это отверстие должно быть достаточно большим, чтобы обеспечивать доступ чистящих приспособлений к нижней внутренней поверхности бака.

Топливопроводы Материал

Для изготовления топливопроводов дизельного двигателя лучше всего подходит труба из темно-серого чугуна. При диаметре топливопровода 13,0 мм (0,5 дюйма) вместо темно-серого чугуна можно использовать медь. Запорная аппаратура и фитинги могут быть изготовлены из чугуна или бронзы (но не латуни). Для топливопроводов дизельного двигателя нельзя использовать материал, содержащий цинк, или цинковое покрытие. Цинк неустойчив в присутствии серы, особенно если в топливе есть влага. Осадок, образующийся в результате химической реакции, исключительно вреден для внутренних деталей двигателя.

Прокладка топливопроводов

По возможности топливопроводы должны проходить под механизмами, чтобы протечки попадали непосредственно на днище. Утечки из компонентов топливной системы, расположенной над оборудованием, могут попасть на горячие детали, что может привести к пожару.

Диаметр

Диаметр топливопроводов определяется диаметрами трубопроводов линий подачи и возврата топлива. Максимально допустимые значения содержатся в публикациях Engine Performance (Рабочие характеристики двигателя), имеющих зеленую обложку. Диаметр трубопроводов линий подачи и возврата не должен быть меньше диаметра патрубков на двигателе.

Технические характеристики топлива

Дизельные двигатели Caterpillar могут работать на различных видах топлива. Рекомендации, какое топливо можно использовать, Вы можете получить у Вашего регионального дилера фирмы Caterpillar. Говоря в общем, можно использовать самое дешевое дистиллятное топливо, которое отвечает указанным ниже требованиям.

Свойства

Цетановое число

Цетановое число является показателем воспламеняемости топлива, который влияет на пуск и набор необходимой частоты вращения двигателя.

Поставщик топлива должен знать цетановое число каждой партии топлива.

Топливные системы форкамеры требуют, чтобы цетановое число не было меньше 35.

Для легкого пуска инжекторных двигателей необходимо, чтобы цетановое число было не меньше 40.

Влияние цетанового числа на работу двигателя

Применение топлива с низким цетановым числом обычно является причиной позднего зажигания. Это вызывает трудности при пуске и детонацию двигателя. Позднее зажигание также вызывает повышенный расход топлива, потерю мощности и, в отдельных случаях, повреждение двигателя. Топливо с низким цетановым числом также может приводить к появлению определенного запаха и белого дыма при пуске двигателя в холодную погоду. Если двигатель работает на топливе с низким цетановым числом, то для его пуска и остановки возможно придется использовать хорошее дистиллятное топливо.

Цетановое число топлива можно изменить путем добавления присадок или использования смеси разных видов топлива. Для смеси топлива цетановое число установить трудно, так как для этого потребуется провести сложный анализ, который к тому же весьма дорогостоящий.

Выхлопные газы приобретают белый цвет из-за присутствия в них паров топлива и альдегидов в результате неполного сгорания топлива в двигателе. Часто причиной этого является позднее зажигание в холодное время года. Поэтому топливо сгорает неполностью.

Использование присадки, повышающей цетановое число, часто может уменьшить количество белого дыма во время пуска двигателя в холодную погоду. Присадка повышает цетановое число дизельного топлива, что улучшает воспламеняемость и способствует полному сгоранию топлива. Информацию о присадках, повышающих цетановое число, можно получить у Вашего регионального дилера фирмы Caterpillar.

Чувствительность двигателя к цетановому числу может быть снижена путем повышения температуры всасываемого воздуха.

Цетановое число обычно рассчитывается по цетановому показателю, так как более точный анализ стоит весьма дорого. С осторожностью относитесь к значениям цетанового числа, получаемым у поставщиков топлива.

Температура воспламенения

Температура воспламенения является температурой, при которой пары топлива в смеси с воздухом могут воспламениться от источника огня. Температура воспламенения определяется видом топлива и воздушно-топливным отношением. Она имеет большое значение в смысле безопасности работ, а не для технических характеристик двигателя.

Минимальная температура воспламенения для большинства видов дизельного топлива примерно равна 38 °C (100 °F).

ОСТОРОЖНО! В целях безопасности поддерживайте температуру емкостей-хранилищ, отстойников и топливных баков двигателя по меньшей мере на 10 °C (18 °F) ниже температуры воспламенения топлива. Необходимо знать температуры воспламенения топлива для того, чтобы обеспечить его безопасное хранение и использование, особенно при работе с тяжелыми видами топлива, которые требуют нагрева до повышенной температуры для приобретения надлежащей текучести.

Температура помутнения

Температура помутнения топлива является температурой, при которой топливо теряет прозрачность, появляется муть или дымка. Это является следствием снижения температуры ниже температуры плавления парафинов, присутствующих в нефтяном топливе.

Влияние температуры помутнения на работу двигателя

Температура помутнения двигателя должна быть по меньшей мере на 6 °C (10 °F) ниже самой низкой окружающей температуры. В противном случае топливные фильтры могут засориться.

Температура помутнения и текучести топлива определяет предприятие по переработке нефти. Обычно температура помутнения имеет для владельца двигателя большее значение, так как при этой температуре фильтры начинают засоряться и препятствовать потоку топлива, поступающему в двигатель.

Как решить проблему с высокой температурой помутнения

Если топливо имеет высокую температуру помутнения, можно воспользоваться тремя способами.

1. Используйте подогреватель топлива, когда окружающая температура ниже температуры помутнения топлива. Так как температура помутнения также является температурой плавления парафинов, последние останутся в топливе в жидком состоянии. Подогреватель топлива должен быть установлен перед фильтрами. Часто в подогревателях топлива используется охлаждающая жидкость из двигателя для нагрева топлива и недопущения образования кристаллов парафинов. Убедитесь, что мощность подогревателя соответствует максимальному потоку топлива. Когда окружающая температура станет достаточно низкой, и потребуется использовать подогреватель топлива, запускайте и эксплуатируйте двигатель на низкой частоте вращения, пока топливо не нагреется до температуры, при которой станет невозможным образование кристаллов парафинов в топливном фильтре двигателя. В противном случае высокий расход холодного топлива повысит опасность засорения фильтра.

Примечание: Не давайте топливу чрезмерно нагреваться, так как температура выше 52 °C (125 °F) будет влиять на выходную мощность двигателя. Температура прямогонного дистиллятного топлива не должна превышать 75 °C (165 °F). При более высокой температуре топлива также изменится его

вязкость. Если вязкость топлива станет меньше 1,4 сСт, топливный насос может выйти из строя.

2. Вы можете также разбавить топливо с высокой температурой помутнения топливом с низкой температурой помутнения, например керосином.
3. Изготовитель топлива также может добавлять к топливу присадки, повышающие текучесть (модификаторы кристаллов парафинов). Эти присадки не изменяют температуру помутнения топлива, но они не дают образовываться крупным кристаллам парафинов, которые не пройдут через топливный фильтр.

Фирма Caterpillar не рекомендует использовать имеющиеся в продаже присадки, повышающие текучесть топлива, так как в отдельных случаях они могут быть несовместимы с имеющимся у Вас топливом.

Температура текучести

Температурой текучести топлива является температура, которая на 3 °C (5 °F) выше температуры, при которой топливо загустевает и утрачивает текучесть. Обычно температура текучести определяется содержанием парафинов в топливе.

Как решить проблему с топливом, имеющим высокую температуру текучести

Для решения проблемы с топливом, имеющим высокую температуру текучести, в топливо можно добавить присадки, повышающие текучесть, или керосин. Подогреватели топлива этой проблемы не решают.

Вязкость

Вязкость является показателем сопротивления жидкости действию внешних сил, вызывающих ее течение. Высокая вязкость означает, что топливо загущенное, и его течение затруднено. Применение топлива с неправильным значением вязкости (слишком высокая или слишком низкая вязкость) может привести к отказу двигателя.

При сравнении значений вязкости различных видов топлива пробы топлива должны отбираться при одинаковой температуре. Если на двигателе установлен насос впрыска топлива, то фирма Caterpillar рекомендует применять топливо с вязкостью от 1,4 до 20 сСт. У инжекторных двигателей подъем температуры между перекачивающим насосом и инжектором может достигать 20 °C (68 °F).

Влияние вязкости топлива на работу двигателя

Топливо с высокой вязкостью повышает износ зубчатой передачи, кулачка и толкателя топливного насоса из-за высокого давления впрыска. Топливо распыляется менее эффективно, и запустить двигатель будет трудно.

Топливо с низкой вязкостью может не обеспечить достаточную смазку для поршней, втулок и инжекторов. Возможность применения такого топлива должна быть тщательно рассмотрена.

Как устранить проблемы, вызываемые вязкостью топлива:

Вязкость топлива может меняться в зависимости от его температуры.

Для регулирования вязкости можно подогревать или охлаждать топливо.

Также можно смешивать разные виды топлива.

Вязкость тяжелого топлива

Двигатели Caterpillar серий 3500 и 3600 могут работать на смеси тяжелого и дистиллятного топлива. Основным фактором является вязкость. Тяжелое топливо необходимо разбавить или подогреть, чтобы перед попаданием в топливную систему его вязкость составляла 20 сСт или меньше. Если Вы не используете исключительно низкооборотный двигатель, обработка топлива с вязкостью выше 380 сСт малоэффективна с точки зрения экономической выгоды.

Как устранить проблемы, вызываемые вязкостью топлива

При работе двигателя на топливе с высокой вязкостью может потребоваться следующее дополнительное оборудование (в зависимости от точного значения вязкости):

- подогреватель топливного бака и топливопроводов;
- центрифуга и фильтр для топлива, возвращаемого в топливный бак;
- перекачивающие насосы с внешним приводом;
- дополнительный топливный фильтр;
- оборудование для промывки выходной турбины турбокомпрессора (двигатели серии 3600).

Плотность

Плотность дизельного топлива определяется отношением массы топлива к массе воды в том же объеме (при одинаковой температуре). Чем выше плотность, тем тяжелее топливо. Тяжелые виды топлива несут в себе больше энергии, которую может использовать двигатель.

Воздействие на двигатель

Легкое топливо

При сравнении расхода топлива или характеристик двигателя необходимо знать температуру топлива для правильного измерения плотности.

- Более легкие виды топлива, например керосин, не обеспечивают развитие двигателем номинальной мощности.
- Не регулируйте двигатель, чтобы компенсировать потерю мощности при использовании легких видов топлива (с показателем плотности выше 35 по API). Существует вероятность появления неточности в процессе компенсации (если регулировка проводится неквалифицированным персоналом), и срок службы двигателя с компенсацией может быть сильно сокращен, если в нем иногда будет использоваться тяжелое топливо.
- Срок службы компонентов топливной системы при использовании легких видов топлива сокращается в результате менее эффективной смазки (из-за низкой вязкости). Легкие виды топлива могут также являться смесью этанола или метанола с дизельным топливом. Подмешивание спирта (этанола или метанола) или бензина в дизельное топливо создает взрывоопасную атмосферу в топливном баке. Кроме того, конденсация влаги в топливном баке может вызвать отделение спирта и образование спиртовых слоев в баке. Фирма Caterpillar не рекомендует использовать такие смеси.

Тяжелое топливо

При использовании тяжелого топлива в камере сгорания образуются сильные отложения, которые могут явиться причиной повышенного износа гильз цилиндров и колец.

Изменение плотности

- Смешивание различных видов топлива является единственным способом устранить проблемы, связанные с плотностью топлива.

Загрязняющие вещества

Сера

Сера в дизельном топливе преобразуется во время сгорания в трехокись серы, которая, если она не растворится в воде, будет выходить из двигателя, не создавая серьезных проблем. При взаимодействии трехоксида серы с водой образуется серная кислота, которая представляет собой высокоагрессивное соединение, вредное для деталей двигателя.

Чтобы уменьшить конденсацию паров воды (образующихся в результате сгорания топлива), температура воды в рубашке двигателя должна быть больше 74 °C (165 °F).

В судовых двигателях фирмы Caterpillar может использоваться топливо с высоким содержанием серы при условии правильного выбора смазочного масла. Конкретные рекомендации можно найти в Руководстве по смазке и техническому обслуживанию.

Чтобы предотвратить конденсацию влаги в моторном масле, необходимо следить за состоянием сапуна картера. Такая конденсация может привести к быстрому снижению общего щелочного числа масла.

Необходимо выполнять плановый отбор проб масла по программе S • O • S. Для анализа масла полезно также использовать метод инфракрасной спектроскопии.

Если результаты планового отбора проб масла по программе S • O • S или известное содержание серы не требуют иного, заменяйте масло через стандартные периоды времени.

Устройство для анализа содержания серы в топливе

Устройство Caterpillar 8T-0910 для анализа содержания серы в топливе позволит персоналу судна провести мгновенный анализ топлива с содержанием серы до 1,5 %. Фирма Caterpillar рекомендует проверять каждую партию топлива, особенно если его качество вызывает сомнение.

Ванадий

Ванадий это металл, который присутствует в некоторых видах тяжелого топлива. На нефтеперерабатывающих заводах этот элемент не удаляется и его содержание в топливе не снижается из-за непрактичности процесса.

Соединения ванадия ускоряют образование отложений.

В дистиллятных видах топлива ванадий отсутствует.

Воздействие на двигатель

Ванадий, присутствующий в топливе, вызывает быструю коррозию горячих деталей. Следы коррозии часто впервые появляются в виде жидкого шлака на седлах выпускных клапанов.

Во время сгорания топлива ванадий образует высокоагрессивные соединения. Эти соединения вызывают коррозию горячих металлических поверхностей, например седел выпускных клапанов, наколенников инжекторов и лопаток турбокомпрессоров. Соединения ванадия расплавляют и удаляют окисное покрытие. Когда температура детали возрастает, коррозия проходит еще быстрее. Например, при высоком содержании ванадия в топливе выпускные клапаны могут изнашиваться всего за несколько сотен часов.

Как предотвратить коррозию, вызываемую ванадием

Соединения ванадия становятся активными при достижении ими температуры плавления. Лучшим методом предотвращения коррозии, вызываемой ванадием, является снижение температуры в системе выпуска отработавших газов. Более низкие температуры позволяют использовать в двигателе топливо с повышенным содержанием ванадия.

Некоторыми мерами для уменьшения воздействия на детали двигателя при использовании топлива с повышенным содержанием ванадия, являются:

- Использование специальных теплостойких материалов.
- Использование вращающихся выпускных клапанов (устанавливаются на двигатели Caterpillar стандартной комплектации).
- Снижение мощности двигателя для понижения температуры отработавших газов.
- Специальное охлаждение деталей, имеющих высокую температуру.
- Смешивание топлива с повышенным содержанием ванадия с топливом, имеющим низкое содержание ванадия.

Вода

Вода может попадать в топливо при его транспортировании, а также в результате конденсации влаги при хранении.

Воздействие на двигатель

Вода (пресная и соленая) может вызывать:

- Большие количества осадка в сепараторе после центрифугирования.
- Отложения в канавках под поршневые кольца.
- Износ узлов поршней и цилиндров в топливной системе.
- Потерю мощности из-за обеднения топлива; вода вызывает набухание фильтроэлемента, снижая подачу топлива в двигатель.

Как снизить воздействие воды на двигатель

- Воздействие воды, содержащейся в топливе, может быть снижено путем ежедневного слива отстоя воды из топливного бака.
- Топливо следует получать только от надежных поставщиков.
- Для того, чтобы удалить соленую воду, может потребоваться применение сепаратора.

Сепараторы

Существуют два типа сепараторов для воды.

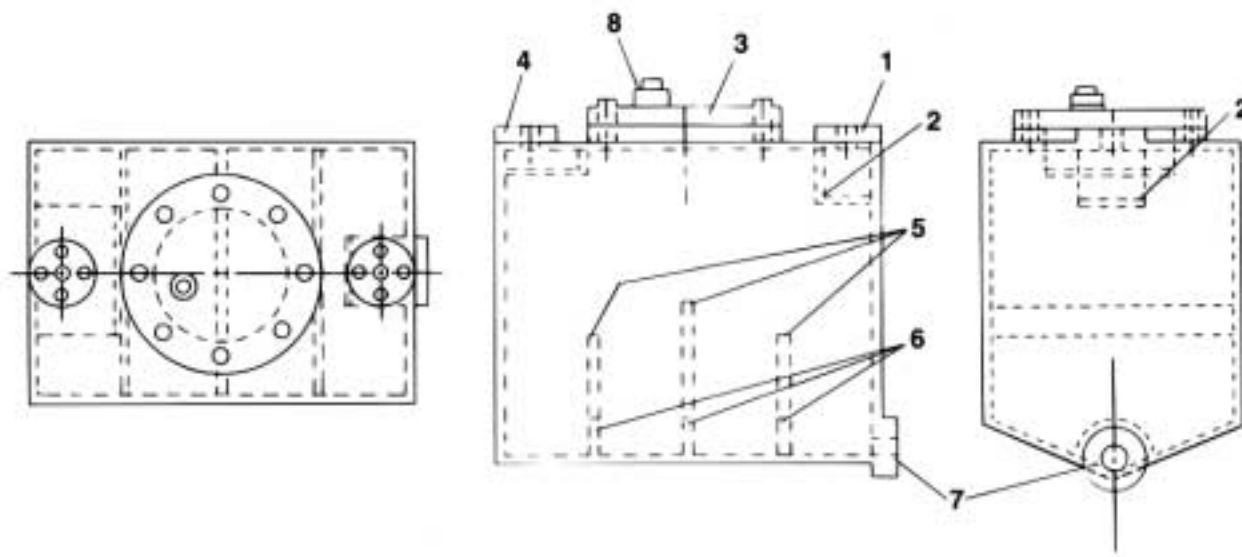
Сепаратор осадочного типа

Сепаратор этого типа устанавливается перед перекачивающим насосом для топлива. Для надлежащего отделения воды и осадка сепаратор не должен подвергаться вибрации.

В фильтроэлементе сепаратора осадочного типа нет наполнителя. Поэтому замены фильтроэлемента через определенные интервалы времени не требуется.

Отстойник для воды и осадка должен быть достаточно большим, чтобы снижать скорость потока топлива до значения меньше 0,61 м/с (2 фута в секунду). На такой скорости крупные частицы осадка и вода будут осаждаться в отстойнике.

Отстойник должен быть расположен как можно ближе к топливному баку. Это делается для того, чтобы максимально уменьшить протяженность топливопроводов, в которых может скапливаться вода и осадок. Также это устраним проблему замерзания воды в топливопроводах.



1. Топливоналивная горловина
2. Входной отбойник
3. Отверстие для доступа с крышкой
4. Отверстие для выпуска топлива
5. Отбойники
6. Отверстия для слива в нижней части отбойников
7. Отверстие для слива
8. Патрубок для продувки воздухом

$$\frac{\text{Вместимость отстойника}}{\text{Расход топлива}} = \frac{\text{Вместимость топливного бака}}{25} = \frac{\text{Вместимость топливного бака}}{5000}$$

Примечание: Предлагаемые минимальные размеры отстойника

Рис. 2.3 Вариант размещения отстойника для воды и осадка

Коалесцирующий сепаратор

Сепаратор коалесцирующего типа применяется в тех случаях, когда размер частиц воды в топливе настолько мал, что это вызывает помутнение топлива.

Сепаратор коалесцирующего типа отделяет от топлива всю воду. Он может быть установлен в любое место в топливной линии, например рядом с деталями, которые должны быть защищены от воздействия влаги. Его элементы представляют собой двухступенчатый сменный бумажный фильтр. О необходимости замены фильтроэлементов свидетельствует снижение давления подачи топлива.

Каталитический мелкодисперсный материал

Это мелкие твердые частицы, попавшие в топливо на нефтеперерабатывающем заводе. Обычно это частицы алюминия и кремния, которые могут вызывать быстрый абразивный износ.

Воздействие на двигатель

Каталитический мелкодисперсный материал может нанести серьезные повреждения инжекционным насосам, инжекторам, поршневым кольцам и гильзам цилиндров.

При надлежащей обработке топлива (центрифугирование и фильтрация) эти частицы будут удалены.

Летучие компоненты топлива

Некоторые жидкости присутствуют в топливе в парообразном или газообразном состоянии. Они могут вызывать перебои в подаче топлива в топливный насос.

Легкие виды топлива и сырая нефть обычно имеют большее содержание таких жидкостей, чем тяжелое топливо.

Для устранения перебоев из-за газовых пробок может использоваться вантуз или паровая ловушка.

Отделенные пары и горючие газы должны отводиться в соответствии с правилами техники безопасности.

Выброса в атмосферу может быть недостаточно, так как некоторые из таких паров и газов могут быть тяжелее воздуха и будут накапливаться в низких участках, образуя опасные скопления.

Асфальтены

Асфальтены - это компоненты битума, которые не растворимы в лигроине и горячих гептанах, но растворимы в сероуглероде и бензоле. Они представляют собой твердые, хрупкие вещества, которые составлены из длинных молекул с большой молекулярной массой. При высоких концентрациях асфальтенов они могут засорять фильтры. Часто они содержат тяжелые металлы, такие как никель, железо и ванадий. В дистиллятном топливе асфальтенов нет.

Микроорганизмы в топливе

Вода и топливо образуют среду для роста микроорганизмов. Их простые формы живут в воде и питаются топливом.

Воздействие на двигатель

Микроорганизмы в топливе вызывают коррозию деталей и засорение фильтров. Они могут быть любого цвета, но обычно они черные, зеленые или коричневые. Они растут в форме длинных цепочек и по виду напоминают слизь. Добавка в топливо биоцида убьет микроорганизмы, но не удалит из него остатки их тел. После применения биоцида необходимо тщательно профильтровать топливо, чтобы избежать засорения фильтра.

Как уменьшить проблемы, связанные с ростом микроорганизмов

- Избегайте длительных периодов хранения топлива.
- Ежедневно сливайте отстой воды из топливного бака.
- Покупайте топливо у надежных поставщиков.
- При первых признаках появления микроорганизмов добавьте биоцид во все хранящееся топливо.

Воздух

В топливе может присутствовать растворенный воздух, который может попадать в топливопроводы в результате утечек на стороне всасывания перекачивающего насоса.

Воздействие на двигатель

Воздух в топливе может вызывать проблемы при пуске двигателя, *перебои*, снижать мощность двигателя и приводить к образованию дыма. У некоторых двигателей наличие воздуха в топливе приводит к образованию густого белого дыма.

Снижение воздействия воздуха на топливную систему

Воздух можно удалить продувкой топливной системы. Наличие воздуха в топливе можно проверить с помощью расходомерной трубки 2P-8278. Устраните утечки в трубопроводах на стороне всасывания.

Фильтры

Технические характеристики первичного фильтроэлемента

Первичные фильтроэлементы должны иметь следующие характеристики:

Размер ячейки -	32 x 28 нитей на см (70 x 80 нитей на дюйм)
Элемент -	тканевый материал с медноникелевой проволочкой или аналогичный
Площадь фильтроэлемента -	645 см ² (100 кв. дюймов) или больше
Величина отверстия -	0,1778 x 0,2235 мм (0,007 x 0,0088 дюйма)

Сдвоенные топливные фильтры

Многие двигатели Caterpillar могут быть снабжены сдвоенными топливными фильтрами. Эти фильтры могут быть обслуживаемыми (замена элементов) без остановки двигателя. Существуют сдвоенные фильтры двух типов: *симметричный*, который имеет два одинаковых фильтра, и *основной-дополнительный*, который имеет основной фильтр и фильтр меньшей пропускной способности, называемый *дополнительным*. Фильтры каждого типа соединены специальным клапаном, который направляет поток топлива на один или оба фильтра.

Оба фильтра в сдвоенном фильтре могут использоваться одновременно, чтобы продлить время работы в чрезвычайной ситуации.

Размер задерживаемых частиц в микрометрах

Фирма Caterpillar не определяет фильтры или бумагу фильтроэлементов по размеру задерживаемых частиц в микрометрах.

Фирма Caterpillar определяет фактическую пропускную способность фильтра, прочность на разрыв, вместимость для загрязняющих частиц, сопротивление потоку, площадь фильтра и т.д.

Значения в микрометрах могут легко ввести потребителя в заблуждение по следующим причинам:

- При испытаниях в различных лабораториях результаты проверок различны. Один изготовитель может указать размер задерживаемых частиц в 10 мкм (0,00039 дюйма), другой в 2 мкм (0,000079 дюйма), а третий может указать значение для фильтрующей среды (бумаги) в 15 мкм (0,00059 дюйма).
- Не существует постоянного отношения значения в микрометрах и фактической эффективности фильтрации. Необходимо проверять весь фильтр, а не только фильтрующую среду (бумагу).
- Значение в микрометрах не дает оценки состояния фильтрующей среды по истечении некоторого времени. Проверка не дает информации о состоянии фильтра после продолжительного использования.

Значения в микрометрах часто переоцениваются - фильтр со значением 10 мкм не всегда будет задерживать частицы размером 10 мкм. Многие известные фирмы-изготовители фильтров переходят со значений в микрометрах на более надежные способы контроля функционирования фильтра.

Фильтры с меньшими значениями в микрометрах не всегда обеспечивают улучшенную фильтрацию.

При всех равных остальных факторах (площадь) фильтрующая среда с меньшим значением в микрометрах имеет один серьезный недостаток: меньше пропускная способность до засорения, в результате чего фильтроэлемент приходится чаще заменять. Необходимо искать разумный компромисс между размером пор в бумаге и стоимостью замены фильтроэлемента.

Обычно задаваемые вопросы:

- Каков максимальный размер частиц, которые могут проходить через фильтры Caterpillar?
- В чем разница между номинальным размером и абсолютным размером фильтров?

Например: фильтр с номинальным значением 10 мкм будет пропускать некоторые частицы размером до 50 мкм. Теоретически, номинальное значение 10 мкм указывает на то, что этот фильтр будет задерживать частицы размером больше 10 мкм. Фактически, фильтры с номинальным значением 10 мкм будут пропускать некоторые частицы с абсолютным значением больше 10 мкм из-за неравномерности

переплетения бумажных волокон. Новые фильтры могут пропускать более крупные частицы, чем те же фильтры через несколько часов работы.

Обычно, фильтрующая среда топливных фильтров Caterpillar имеет номинальное значение 3 мкм, а абсолютное - 20 мкм. Фильтрующая среда (бумага) для масляных фильтров имеет номинальное значение 10 мкм, а абсолютное - 50 мкм. Эти значения являются приблизительными.

Фильтры нельзя эффективно сравнивать только на основании значения в микрометрах. Их необходимо оценивать на основе их способности задерживать инородные частицы в целом.

Топливные системы - Другие вопросы Утилизация отработанного смазочного масла

Необходимо применять правильные методы сбора, хранения и утилизации отработанного моторного масла из двигателей. Нельзя сливать отработанное моторное масло в море, реки и гавани с судов и морских буровых и производственных платформ. Персоналу, работающему с двигателями, возможно необходимо обсудить вопрос сжигания отработанного моторного масла в двигателях Caterpillar. Это можно делать при условии, что будут соблюдаться меры предосторожности, указанные ниже.

- С топливом для дизельных двигателей можно смешивать только моторные масла для дизельных двигателей. Содержание отработанного масла в топливе не должно превышать 5 %. Если содержание будет больше, может произойти преждевременное засорение топливных фильтров. *Ни при каких обстоятельствах* нельзя смешивать с дизельным топливом моторное масло для бензиновых двигателей, трансмиссионные масла, гидравлические жидкости, консистентную смазку, чистящие растворители и т.д. Нельзя смешивать с топливом моторные масла, содержащие воду или антифриз.
- Необходимо обеспечить тщательное перемешивание. Смазочное масло и топливо после смешивания соединяются и разделяться не будут. Смешайте отработанное профильтрованное моторное масло с равным количеством топлива и добавляйте эту смесь в топливный бак перед следующей заправкой топливом (поддерживая 5 %-ное содержание отработанного масла в топливе). Этот порядок действий обычно обеспечивает достаточное перемешивание. Недостаточное перемешивание приводит к преждевременному засорению фильтра нерастворившимися скоплениями частиц масла.
- Профильтруйте отработанное масло или пропустите его через центробежный сепаратор перед тем, как добавлять в топливный бак, чтобы не допустить преждевременного засорения топлив-

ного фильтра, ускоренного износа или закупорки трубопроводов топливной системы. Эти способы обработки должны удалить нагар, грязь и частицы металлов и осадка, размером больше 5 мкм (0,000197 дюйма).

Если перед добавлением в топливо отработанного масла оно не было профильтровано или пропущено через центробежный сепаратор, установите первичные топливные фильтры на 5 мкм (0,000197 дюйма) в линию подачи топлива в двигатель. Эти фильтры требуют частого обслуживания.

- Необходимо соблюдать чистоту при хранении отработанного моторного масла и добавлении его в топливо, чтобы не допустить попадания загрязняющих веществ извне в топливный бак. Сбор, хранение и транспортирование отработанного моторного масла перед добавлением его в топливные баки должны осуществляться с соблюдением необходимых мер безопасности.

Стеклянные трубки для указания уровня на баках дневного запаса с дизельным топливом могут с течением времени потемнеть из-за присутствия углерода в моторном масле. Зола, содержащаяся в смазочном масле, которое добавляется в топливо, также может вызывать ускоренный рост отложений в турбокомпрессоре и клапанах.

Коррозия

Проверка с помощью медной полоски

Проверка топлива на агрессивность производится путем изучения изменений цвета на полированной медной полоске после того, как ее погрузили на три часа в топливо, имеющее температуру 100 °C (212 °F). Топливо, в котором произошло резкое изменение цвета полоски, к использованию непригодно.

Многие детали двигателя изготовлены из меди или медных сплавов. Очень важно, чтобы топливо, контактирующее с этими деталями, не было агрессивным по отношению к меди. Агрессивными компонентами топлива являются содержащиеся в нем производные серы.

Натрий или хлористый натрий (соль)

Натрий - это щелочной металл, химически очень активный. Наиболее известной формой натрия является поваренная соль.

Натрий часто попадает в топливо во время хранения или из-за неправильного обращения. Источником натрия может являться морская вода или конденсация воздуха, насыщенного парами морской воды, в топливных баках. Натрий также может присутствовать в сырой нефти в своем естественном состоянии.

Воздействие на двигатель

Натрий действует как катализатор при ванадиевой коррозии. При соединении натрия и ванадия они вступают в реакцию с образованием соединений, которые переходят в расплавленное состояние при нормальных температурах работающего двигателя.

Соединение натрия и ванадия вызывает высокотемпературную коррозию выпускных клапанов. Оно также может образовывать отложения в турбине турбокомпрессора и форсунках.

Как уменьшить воздействие натрия

Для снижения концентрации натрия можно применять смеси различных видов топлива.

Топливо, загрязненное натрием, можно *промыть* путем смешивания пресной воды с загрязненным топливом в одном центробежном сепараторе и последующего отделения воды (в которой уже растворился натрий) во втором центробежном сепараторе.

Необходимо хранить топливо и обращаться с ним так, чтобы максимально ограничить возможность попадания в него морской воды и воздуха с парами морской воды.

Сырая нефть

Описание

Термин *сырая нефть* используется для обозначения переработанных видов нефти/топлива. Сырая нефть - это практически нефть, полученная из скважины. Определенные виды сырой нефти могут сжигаться в двигателях Caterpillar. Смотрите таблицу "Свойства сырой нефти" (Допустимые значения для использования топлива в топливных системах) в Приложении к настоящему разделу.

Тяжелые/смешанные/нефтяные виды топлива

Описание

Тяжелое/смешанное/нефтяное топливо состоит из фракций, остающихся после переработки сырой нефти для получения дизельного топлива, бензина или смазочных масел. После отделения наиболее желательных продуктов остающиеся фракции (которые по виду напоминают деготь и содержат абразивные и агрессивные вещества) могут быть объединены с более легким топливом (дистиллятным продуктом) или растворены в нем, чтобы приобрести текучесть. Получившиеся продукты называются смешанными, тяжелыми или нефтяными видами топлива.

Двигатели Caterpillar серий 3500 и 3600 могут быть модифицированы для работы на топливе, которое отвечает характеристикам из таблицы "Свойства тяжелого/смешанного/нефтяного топлива", содержащейся в Приложении к настоящему разделу.

Дизельные двигатели Caterpillar серий 3500 и 3600 могут распылять многие виды тяжелого топлива, благодаря инжекторной топливной системе. Эта си-

стема не имеет топливопроводов высокого давления и может выдерживать повышенное давление впрыска. Двигатели серии 3500 способны работать на смешанных видах топлива с вязкостью до 180 сСт при температуре 50 °С с частотой вращения 1800 об/мин и меньше, обычно без изменения угла опережения зажигания. Однако, может потребоваться вентилирование двигателя, чтобы поддерживать температуру выхлопных газов ниже максимально допустимых значений. Двигатели серии 3600 способны работать на смешанных видах топлива с вязкостью до 380 сСт при температуре 50 °С.

Есть много других аспектов, которые следует учитывать при принятии решения о переходе на тяжелое топливо. Ввиду того, что тяжелое топливо является тяжелым остатком процесса переработки нефти, в нем скапливаются загрязняющие вещества. В лучшем случае использование тяжелого топлива увеличит нагрузку на обслуживающий персонал. В худшем случае использование тяжелого топлива приведет к резкому сокращению срока службы узлов и деталей двигателя. Чтобы Ваш двигатель хорошо работал на тяжелом топливе, вы должны разработать обширную программу технического обслуживания и иметь оборудование для качественной обработки топлива.

Когда Вы рассматриваете вопрос о переходе на другой вид топлива, рекомендуется во всех случаях консультироваться с Вашим региональным дилером фирмы Caterpillar.

Экономические аспекты использования тяжелого топлива

Низкая стоимость тяжелого топлива делает его применение привлекательным с экономической точки зрения. Применение смешанных видов топлива может снизить расходы некоторых владельцев двигателей, но часто им приходится идти на существенные компромиссы. Цена топлива должна оцениваться с точки зрения присутствия в топливе загрязняющих веществ, и как следствие станет причиной сокращения срока службы деталей двигателя, повышенных расходов на техническое обслуживание и обслуживающий персонал. До того, как Вы примете решение о переходе на тяжелое топливо, проведите тщательный анализ всех связанных с этим издержек.

Помощь в этом анализе Вам может оказать фирма Caterpillar или ее региональный дилер.

Также проанализируйте другие способы экономии топлива. Меры по экономии топлива могут заключаться в следующем:

- Использование более современных двигателей с меньшим потреблением топлива.
- Низкая частота вращения (двигатели могут работать на 1200 об/мин вместо 1800 об/мин, на 1000 об/мин вместо 1500 об/мин, и т.д.).
- Использование более эффективного гребного винта (увеличенного диаметра с уменьшенным шагом), генератора с повышенным КПД или другого приводного агрегата.

- Возврат отходящего тепла.
- Использование более легких топливных смесей.
- Использование сырой нефти вместо дизельного топлива.

Расходы на монтажные работы, связанные с использованием тяжелого топлива

Расходы на монтажные работы для двигателя, работающего на тяжелом топливе, могут быть на 25 - 85 % выше, чем для двигателя, работающего на дизельном топливе № 2 или на судовом дизельном топливе. Другие расходы связаны с необходимостью приобретения оборудования для подготовки топлива.

Время простоя обычно увеличивается. Обслуживающий персонал должен тратить больше времени на уход за двигателем и оборудованием для подготовки топлива. Эти лица должны знать устройство системы двигателя и пройти обучение на данном двигателе, а также на имеющемся оборудовании для подготовки топлива.

Гарантийные обязательства фирмы Caterpillar в случае использования Вами в двигателе тяжелого топлива

Если Вы примете решение о переходе на тяжелое топливо, оно будет носить компромиссный характер. Хотя Ваши расходы на топливо могут снизиться на 5 - 40 % по сравнению с использованием смешанного топлива, эта экономия не будет абсолютной. Из-за наличия загрязняющих веществ срок службы топливного инжектора, клапанов и поршневых колец может значительно сократиться. Возможно, эти изношенные детали придется заменять в течение гарантийного периода, но гарантийные обязательства фирмы Caterpillar на такие детали не распространяются.

Фирма Caterpillar не дает гарантии на детали, которые требуют замены раньше окончания их срока службы в результате использования тяжелого топлива. Условия гарантии для Вашего двигателя Вы можете получить у регионального дилера фирмы Caterpillar.

Смешивание разных видов топлива

Многие характеристики топлива могут быть достигнуты путем смешивания разных видов топлива. Смешанное топливо может облегчить пуск и прогрев двигателя, снизить объем отложений и износ, снизить токсичность выхлопных газов и в некоторых случаях оказать влияние на мощность и экономичность двигателя.

Говоря в общем, легкие виды топлива чище и облегчают пуск двигателя. Тяжелые виды топлива имеют более высокую теплоту сгорания (на объем), более хороший цетановый показатель и т.д.

Двигатели серий 3600 и 3500 могут экономно расходовать смешанное топливо, если есть соответст-

вующее оборудование для подготовки топлива и персонал, обученный работать на этом оборудовании.

Необходимо проводить анализ смешанного топлива

Анализ свойств топлива должна проводить химическая лаборатория. Услуги по анализу топлива также оказывают некоторые нефтяные компании и контролирующие органы.

Техническое обслуживание топливной системы

Техническое обслуживание фильтра

Сначала необходимо очистить корпус старого фильтра, затем отверните и снимите фильтр, соблюдая осторожность, чтобы внутрь корпуса не попала грязь.

Смочите прокладку нового фильтра *чистым* дизельным топливом и очистите ее.

Установите новый *сухой* фильтр.

Заправьте топливную систему.

Никогда не заливайте топливо в новый фильтро-элемент перед его установкой. Загрязненное топливо может повредить топливную систему.

Всегда продувайте топливную систему, чтобы удалить из нее пузырьки воздуха после замены топливного фильтра и перед пуском двигателя.

Проверьте перепад давления топлива на фильтре, который может указывать на то, что фильтр засорился.

Определите состояние новых фильтров (особенно резьбовые соединения на фильтрах-патронах), проверьте нет ли в них мусора или металлических опилок. Опилки, находящиеся в фильтре, попадут в топливный насос и инжектор.

Для того, чтобы обеспечить качество, бесперебойную подачу и чистоту топлива, используйте только подлинные топливные фильтры Caterpillar. Топливные фильтры сильно отличаются по своим характеристикам. Даже если фильтр подходит для Вашего двигателя, его характеристики могут не соответствовать требующимся. Существует много отличий между фильтрами Caterpillar и другими фильтрами. За информацией о различных топливных фильтрах и их применении обращайтесь к Вашему региональному дилеру фирмы Caterpillar.

Обеспечьте надлежащие условия хранения новых фильтров, чтобы не допускать попадания в них пыли.

Для тщательного осмотра использованного фильтра разрежьте использованный фильтр после его замены. Для резки фильтра необходимо использовать устройство для резки фильтра 6V-7905. Это позволит Вам осмотреть внутренние компоненты фильтра, увидеть присутствующие в топливе загрязняющие вещества, а также сравнить марки фильтров и определить качество и эффективность фильтрации.

Техническое обслуживание топливного бака

Заправляйте топливный бак после каждого рабочего дня, чтобы снизить возможность конденсации влаги в топливе. При заправке топливом влажный воздух вытесняется из бака. Однако, не заправляйте бак полностью; если температура повысится, топливо расширится и может вылиться из бака.

Сливайте воду и осадок из топливного бака в начале каждой смены или после заправки бака и отстоя топлива в течение 5 - 10 минут. Обязательно сливайте необходимое количество топлива в начале каждой смены для его проверки. Еженедельно сливайте отстой из емкостей для хранения топлива.

Перед первичным топливным фильтром установите сепаратор воды и регулярно проводите его обслуживание.

Периодические и разовые проверки

Проверяйте качество топлива после его получения. Сразу же определите уровень загрязнения и сообщите об этом обслуживающему персоналу.

Перед заправкой топлива в емкость для хранения проведите проверку совместимости топлива, оставшегося в емкости, и вновь приобретенного топлива. По возможности храните различные партии топлива в разных емкостях.

Регулярно проводите плановый отбор проб масла по программе S • O • S, чтобы определить общее щелочное число и есть ли в масле частицы износа. Обеспечьте проведение анализа отработанного масла методом инфракрасной спектроскопии, чтобы определить влияние сжигания тяжелого топлива на моторное масло.

Ежедневное обслуживание

Поддерживайте оборудование для подготовки топлива в надлежащем состоянии и осуществляйте контроль за его работой.

Записывайте температуру двигателя, чтобы следить за температурой воды в рубашке охлаждения, температурой охладителя наддувочного воздуха и температурой всасываемого воздуха.

Проверяйте термпары на выходе из двигателя и записывайте температуру отработавших газов. Проверяйте изношенность выпускных клапанов.

Примечание: Измерьте выступ стержня у нового клапана; в качестве справочной точки используйте фиксированную плоскость, например прокладку крышки клапанного механизма. Запишите результат измерения для каждого клапана, чтобы сравнивать результаты после последующих измерений. Если выступ стержня клапана перемещается более чем на 1,25 мм (0,050 дюйма), разберите клапан, чтобы найти причину. Контролировать износ седла клапана можно путем измерений и регистрации постепенных изменений в зазорах клапанов.

Публикации фирмы Caterpillar, относящиеся к топливу

Указанные ниже публикации можно получить через Вашего регионального дилера фирмы Caterpillar. За некоторые из них взимается номинальная плата. Некоторые публикации могут быть со временем изменены или аннулированы. Публикации следует заказывать непосредственно у Вашего регионального дилера, который также ответит на Ваши вопросы относительно видов топлива, имеющихся в Вашем регионе.

Все технические характеристики двигателя содержатся в публикации Caterpillar Engine Technical Manual, Volume I (Техническое руководство по двигателям фирмы Caterpillar, Том I), LEKQ2030.

Mixing Used Crankcase Oil With Diesel Fuel (Engine Data Sheet 62.0) (Добавление отработанного моторного масла в дизельное топливо (Технические характеристики двигателя, Лист 62.0)), LEKQ6070.

Fuel Recommendations for Caterpillar Diesel Engines (Engine Data Sheet 60.1) (Рекомендации по топливу для дизельных двигателей Caterpillar (Технические характеристики двигателя, Лист 60.1)), LEKQ4219.

Alcohol Fuels for Caterpillar Diesel Engines (Engine Data Sheet 61.2) (Виды спиртового топлива для дизельных двигателей фирмы Caterpillar (Технические характеристики двигателя, Лист 61.2)), LEKQ0287.

Fuel Heaters for Cold Weather Operation (Engine Data Sheet 64.5 for No. 1 and No. 2 Diesel Fuel Only) (Подогреватели топлива для эксплуатации двигателей в холодное время года (Технические характеристики двигателя, Лист 64.5, только для дизельного топлива № 1 и № 2), LEKQ4065.

Installation of 8N9754 Fuel Heater Group (Special Instruction) (Монтаж оборудования подогревателя топлива 8N9754 (Специальная инструкция), SEHS7653-02.

Fight Fuel Sulfur, Your Diesel's Silent Enemy (Борьба с серой в топливе, невидимым противником Вашего дизельного двигателя), SEBD0598.

Analyzing Fuel Nozzle and Fuel Line Failures (Анализ неисправностей топливных форсунок и топливopроводов), SEBD0639.

Oil and Your Engine (Масло и Ваш двигатель), SEBD0640.

Using Diesel Fuel Thermo-Hydrometers (Special Instruction) (Использование термогидрометров для проверки дизельного топлива (Специальная инструкция)), GMGO0977.

Using 2P-8278 Fuel Flow Tube to Check for Entrained Air in Diesel Fuel (Special Instruction) (Использование расходомерной трубки 2P-8278 для проверки наличия воздуха в дизельном топливе (Специальная инструкция)), GMGO0825.

Heavy Fuel Contaminant Levels for 3500 and 3600 Engines (Engine Data Sheet 61.1) (Уровни содержания загрязняющих веществ в тяжелом топливе для двигателей серий 3500 и 3600 (Технические характеристики двигателя, Лист 61.1)), LEKQ2314.

Sizing Fuel System Components for Heavy Fuels (Engine Data Sheet 61.3) (Определение размеров компонентов топливных систем при использовании тяжелого топлива (Технические характеристики двигателя, Лист 61.3)), LEKQ9173.

Heavy Fuel Operating Procedures for 3500 and 3600 Engines (Engine Data Sheet 61.4) (Порядок эксплуатации двигателей серий 3500 и 3600 на тяжелом топливе (Технические характеристики двигателя, Лист 61.4)), LEKQ1177.

Fuel Water Separator for Use With 3208 and 3300 Engines Equipped With Sleeve Metering Fuel System (Engine Data Sheet 64.1) (Отделитель воды от топлива для использования вместе с двигателями 3208 и 3300, оснащенными топливной системой с втулочным дозированием топлива (Технические характеристики двигателя, Лист 64.1)), LEKQ3383.

Fuel Conservation Practices (Engine Data Sheet 60.2) (Практические рекомендации по хранению топлива (Технические характеристики двигателя, Лист 60.2)), LEKQ3106.

Petroleum Engines Application and Installation Guide (April 1985 Version) (Руководство по монтажу и эксплуатации бензиновых двигателей (в редакции от апреля 1985 г.)), LEBW5119.

Другие публикации

ABS Notes on Heavy Fuel Oil (1984) (Разъяснения Американского бюро судоходства по использованию тяжелого топлива (1984)).

American Bureau of Shipping

45 Eisenhower Drive Paramus, NJ 07652

U.S.A. Телефон: (201) 368-9100

Attention: Book Order Department

Приложение

Таблица соотношения удельного веса и плотности			
Удельный вес		Плотность	
Градусов API при 15 °C (60 °F)	Удельный вес при 15 °C (60 °F)	кг/л	литров на галлон США
25	0,9042	0,902	7,592
26	0,8984	0,897	7,481
27	0,8927	0,891	7,434
28	0,8871	0,886	7,387
29	0,8816	0,880	7,341
30	0,8762	0,874	7,296
31	0,8708	0,869	7,251
32	0,8654	0,864	7,206
33	0,8602	0,858	7,163
34	0,8550	0,853	7,119
35	0,8498	0,848	7,076
36	0,8448	0,843	7,034
37	0,8398	0,838	6,993
38	0,8348	0,833	6,951
39	0,8299	0,828	6,910
40	0,8251	0,823	6,870
41	0,8203	0,819	6,830
42	0,8155	0,814	6,790
43	0,8109	0,809	6,752
44	0,8063	0,804	6,713
45	0,8017	0,800	6,675
46	0,7972	0,795	6,637
47	0,7927	0,791	6,600
48	0,7883	0,787	6,563
49	0,7839	0,782	6,526

Свойства сырой нефти		
Свойства и характеристики топлива	Допустимые значения для использования топлива в топливных системах	
Цетановое число или цетановый показатель (по ASTM D613 или расчетный показатель): для бензиновых двигателей	Минимум	35
для дизельных двигателей	Минимум	40
Вода и осадок в % объема (по ASTM D1796)	Максимум	0,5 %
Температура текучести (по ASTM D97)	Минимум	На 6 °C (10 °F) ниже окружающей температуры
Температура помутнения (по ASTM D97)		Не выше окружающей температуры
Содержание серы (по ASTM D2788 или D3605 или D1552)	Максимум	0,5 % - Смотрите порядок корректировки ОПЧ при повышенном содержании серы в топливе
Вязкость при 38 °C (100 °F)	Минимум	1,4 сСт
(по ASTM D445)	Максимум	20 сСт
Плотность, градусов API (по ASTM D287)	Максимум	45
	Минимум	30
Удельный вес (по ASTM D287)	Минимум	0,8017
	Максимум	0,875
Бензино-лигроиновая фракция (фракции, отогнанные при температуре ниже 200 °C)	Максимум	35 %
Керосино-дистиллятная фракция (фракции, отогнанные при температуре между 200 °C и точкой крекинга)	Минимум	30 %
Коксовый остаток (по ASTM D524)	Максимум	3,5 %
Перегонка - 10 % - 90 % - крекинг % - остаток (по ASTM D86, D158 или D285)	Максимум	282 °C (540 °F)
	Максимум	380 °C (716 °F)
	Минимум	60 %
	Максимум	10 %
Упругость паров по Рейду (по ASTM D323)	Максимум	20 фунтов на кв. дюйм (138 кПа)
Соль (по ASTM D3230)	Максимум	100 фунтов на 1000 баррелей
Резина и смола (по ASTM D381)	Максимум	10 мг/100 мл
Коррозия медной полоски через 3 часа при 100 °C (по ASTM D130)	Максимум	№ 3
Температура воспламеняемости °C (°F) (по ASTM D93)	Максимум	Должна находиться в установленных пределах
Зола, % масс. (по ASTM D482)	Максимум	0,1 %
Ароматические вещества в % (по ASTM D1319)	Максимум	35 %
Ванадий, частей на миллион (по ASTM D2788 или D 3605)	Максимум	4
Натрий, частей на миллион (по ASTM D2788 или D3605)	Максимум	10
Никель, частей на миллион (по ASTM D2788 или D3605)	Максимум	1
Алюминий, частей на миллион (по ASTM D2788 или D3605)	Максимум	1
Кремний, частей на миллион (по ASTM D2788 или D3605)	Максимум	1

Свойства тяжелого/смешанного/нефтяного топлива			
Свойства и характеристики топлива	Допустимые значения для использования топлива в топливных системах		
	Максимум	3500	3600
Вода и осадок, % объема (по ASTM D1796)		0,5	0,5
Содержание серы (по ASTM D2788 или D3605 или D1552), %	Максимум	4	5
Вязкость, сСт	Минимум	1,4	1,4
(Для инжектора) (по ASTM D445), сСт при 50 °C	Максимум	180	380
Коксовый остаток (коксовый остаток по Конрадсону) (по ASTM D189), %	Максимум	15	18
Ванадий, частей на миллион	Максимум	250	300
Алюминий, частей на миллион (по ASTM D2788 или D3605)	Максимум	1	2
Кремний, частей на миллион (по ASTM D2788 или D3605)	Максимум	1	2

Показатели вязкости тяжелого/смешанного/нефтяного топлива	
Вязкость при температуре 50 °C, сСт	Вязкость при температуре 100 °F, по Редвуду
30	200
40	278
60	439
80	610
100	780
120	950
150	1250
180	1500
240	2400
280	2500

