

Адрес: 197А, Восточная улица Фушоу,  
Высокотехнологичная экономическая зона  
261205 Вэйфан, Китай

**WEICHAI**

[www.weichai.com](http://www.weichai.com)

# Рабочие жидкости

## Полное руководство

*DL* *Power* *Plus Coolant*

Дизельное топливо

Моторные масла

Охлаждающие жидкости

# **Рабочие жидкости**

## Полное руководство

Дизельное топливо

Моторные масла

Охлаждающая жидкость

# Предисловие

Цель данного руководства – донести до конечного пользователя ясно и подробно основную техническую информацию о рабочих жидкостях, используемых в технике компании WEICHAИ. Она необходима как воздух для надежной и долговечной эксплуатации. WEICHAИ не берет на себя ответственность за возникновение проблем, причиной которых является нарушение правил эксплуатации, описанных в этом издании.

WEICHAИ оставляет за собой право не уведомлять каждого пользователя об изменениях в связи с постоянным техническим совершенствованием своей продукции. На момент ввода технических узлов и агрегатов в эксплуатацию в собственных интересах пользователя иметь на руках самую актуальную информацию, которую можно запросить у менеджера или представителя компании.

## ***Обратите внимание!***

***Данное руководство является дополнением к Руководству по эксплуатации (далее РЭ) и не отменяет порядок действий, которые необходимо проводить согласно РЭ для конкретного автомобильного узла. Информация о технических требованиях к рабочим жидкостям, изложенная в данном руководстве, является наиболее актуальной на момент подготовки и отправки данного издания в печать.***

## **ГАРАНТИЯ**

Выход из строя компонентов из-за халатности оператора не является заводским браком WEICHAИ и не является причиной для гарантийной замены.

Во избежание возможных повреждений и выхода из строя вашего автомобиля или двигателя, приобретайте рабочие жидкости только у официального дилера WEICHAИ и сертифицированных торговых представителей. Для получения списка сертифицированных поставщиков WEICHAИ обратитесь к представителю компании.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ**

подавляющее большинство несчастных случаев, связанных с эксплуатацией, вызваны нарушением основных правил безопасности или мер предосторожности. Из человеческого опыта известно, что большинство этих случаев можно предотвратить если вовремя распознать возможную опасность. Поэтому оператор или владелец, эксплуатирующий технику, должны обладать компетентными техническими знаниями для грамотного выполнения своих обязанностей.

Ни в коей мере Вы не должны эксплуатировать технику методами, отличающимися от тех, которые рассматриваются в наших Руководствах. Вам необходимо понимать то, что Вы учли все меры предосторожности и принимаете на себя всю ответственность за свои действия.

В случае использования инструментов, методов или особых технических приёмов, которые мы не можем Вам рекомендовать, Вы должны быть уверены, что Вы и ваш партнер будут находиться в безопасности, техника не будет повреждена и будет гарантированно безопасной для дальнейшей эксплуатации.

***ИЗУЧИТЕ ВНИМАТЕЛЬНО РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАШЕГО НОВОГО АВТОМОБИЛЯ ИЛИ ДВИГАТЕЛЯ. ПРОЧИТАЙТЕ И ТВЁРДО УСВОЙТЕ ДЛЯ СЕБЯ ОСНОВНЫЕ МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД ВЫПОЛНЕНИЕМ ЛЮБЫХ ДЕЙСТВИЙ, СОХРАНИВ ЖИЗНЬ СЕБЕ И СВОЕМУ НАПАРНИКУ.***

<b>1 – Дизельное топливо.....</b>	<b>1</b>
1.1 Рекомендации по хранению топлива в резервуарах.....	1
1.2 Общие сведения о дизельном топливе .....	2
1.3 Характеристики дизельного топлива .....	5
1.4 Рекомендации к применяемому топливу.....	10
1.5 Дистиллятное дизельное топливо .....	11
1.6 Биодизельное топливо.....	25
<b>2 – Моторное масло .....</b>	<b>34</b>
2.1 Основная информация о моторном масле.....	34
2.2 Защита окружающей среды.....	35
2.3 Хранение моторного масла .....	35
2.4 Назначение моторного масла.....	36
2.5 Категории моторного масла.....	36
2.6 Рекомендации по моторному маслу .....	44
2.7 Периодичность замены моторного масла .....	48
2.8 Отбор проб масла.....	49
2.9 Анализ проб .....	51
<b>3 – Охлаждающие жидкости.....</b>	<b>56</b>
3.1 Общая информация .....	56
3.2 Назначение охлаждающей жидкости.....	57
3.3 Состав охлаждающей жидкости.....	58
3.4 Классификация охлаждающих жидкостей.....	66
3.5 Стандарты качества охлаждающих жидкостей.....	67
3.6 Технические требования.....	68
3.7 Замена охлаждающей жидкости .....	71
<b>Сноски .....</b>	<b>73</b>

# 1 Дизельное топливо

## 1.1 Рекомендации по хранению топлива в резервуарах

Предварительно выясните у производителя топлива о всех возможных проблемах, связанных с хранением топлива. Закупайте топливо только у проверенного производителя.

Используйте топливо, которое соответствует нашим требованиям к дистиллятному дизельному топливу (**пункт 1.5**) данного руководства).

Следует убедиться, что модели фильтров и фильтроэлементов, которые вы заменяете на новые, взаимозаменяемы с теми, что предусмотрены для вашей системы и обладают соответствующей чистотой фильтрации.

Используйте техническую ёмкость для хранения топлива только надёжной и проверенной конструкции.

Удаление воды из топлива всегда положительно сказывается на его свойствах.

Регулярно проверяйте ёмкости хранения на наличие механических примесей и биологических загрязнений. Принимайте предупредительные меры.

Производите утилизацию топливных отходов в соответствии с регламентом вашей страны.

Каждые три месяца проводите технический анализ запасов топлива на предмет его соответствия требованиям к дистиллятному дизельному топливу, указанным в п. 1.5. По необходимости принимайте предупредительные меры, включающие в себя обработку топлива, очистку топливохранилища или замену проблемного топлива на новое.

Ёмкость с топливом должна эксплуатироваться без попадания внутрь воды, мусора или иных загрязнений. Сливайте воду перед заполнением резервуара топливом. При необходимости производите чистку внутренних стенок резервуара.

Рекомендуем устанавливать и использовать топливные сепараторы. Ежедневно сливайте воду из сепараторов.

Производите замену топливных фильтров в соответствии с регламентом обслуживания.

### ***Обратите внимание!***

***Данные рекомендации являются общими.***

***Обсудите с вашим поставщиком топлива все вопросы, касающиеся безопасного хранения, правил эксплуатации и обслуживания оборудования для хранения и транспортировки топлива. Следование данным советам не уменьшает ответственность за несоблюдение отраслевых стандартов хранения топлива и обращения с ним.***

***Фильтры производства WEICHAI сконструированы с целью обеспечить оптимальную производительность двигателя и защиты всех компонентов топливной системы.***

***Запрещается доливать в топливо моторное масло, если ваша модель двигателя не рассчитана на сжигание такой смеси.***

***Добавление масла в топливо может увеличить в нём концентрацию серы и серосодержащих соединений, что приведёт к загрязнению топливной системы и снижению её производительности.***

## 1.2 Общие сведения о дизельном топливе

### 1.2.1 Летнее и зимнее дизельное топливо (Топливо №1 и №2 по западной классификации)

Дизельное топливо получают из нефти, применяя метод перегонки. Нефть проходит нагревание в специальном технологическом комплексе, в результате чего из нее выпариваются летучие фракции, происходит отбор и конденсация. В конечном итоге получается прямогонное дизельное топливо высокого качества. Количество прямогонного топлива всегда ограничено, поэтому для увеличения КПД легкие и тяжелые фракции подвергаются переработке методом вакуумной очистки. Полученное в результате такой технологии дизтопливо смешивают с более качественным прямогонным горючим. Произведя еще некоторые химические операции, получают коммерческое ДТ, соответствующее отраслевым требованиям.

Существует две марки дизельного топлива: летнее (топливо №1 согласно западной классификации) и зимнее (топливо №2).

В летнем дизельном топливе содержится минимальное количество присадок, оно обладает химической стабильностью. Его получают после смешения дизельных фракций и изменения цетанового числа до определенного показателя (50-55). Летнее дизтопливо имеет достаточно длительный срок хранения, а температура его фильтруемости составляет 50°C ниже нуля.

Но в летнем дизельном топливе содержится большое количество серы и парафина, загустевающих при низких температурах, превращая топливо в тягучую смесь. Чтобы это устранить, его перегоняют при высоких температурах, получая зимнее топливо. За счет применения такой технологии зимнего дизеля на выходе получается вдвое меньше, а его себестоимость возрастает. Таким образом, зимнее ДТ, - это то же летнее, но с добавлением депрессорных присадок, которые придают топливу низкотемпературные свойства. Чем большее процентное содержание присадок в дизтопливе, тем ниже температура его фильтрации, а стоимость, соответственно, выше.

Летний дизель имеет температурный предел эксплуатации около 0°C, а зимний можно использовать до морозов в -30°C. Так же существует топливо с очень высоким содержанием депрессорных присадок, за счет чего горючая смесь не застывает при больших морозах.

Информация ниже пригодится для улучшения характеристик дизельного топлива. Есть несколько методов, которые помогут Вам при эксплуатации топлива в условиях холодной погоды. Этими методами являются **жидкости для запуска двигателя, предпусковые обогреватели, проточные подогреватели и депрессорно-диспергирующие присадки**. Иногда стоит учитывать, что для производства летнего и зимнего дизельного топлива производитель сам добавляет такие депрессорные присадки в различных соотношениях, ориентируясь на погодные условия региона.

#### **Жидкости для запуска двигателя**

Такие жидкости являются широко распространенным способом для запуска двигателя в условиях низких температур. Обширная линейка таких жидкостей доступна для двигателей WEICHAI. Следует всегда читать инструкции и рекомендации завода-производителя, указанные на емкости.

### **Предпусковые обогреватели**

Предпусковые обогреватели нагревают охлаждающую жидкость, циркулирующей в каналах блока цилиндров, тем самым обеспечивая его обогрев.

Такой двигатель заводится легче в холодную погоду. Обычно предпусковые нагреватели работают от цепи постоянного тока, чей запас должен обеспечиваться источником питания. В конструкциях других обогревателей источник тепла обеспечивается сгоранием топлива. С такими предпусковыми обогревателями внимание специальным жидкостям для запуска двигателя уделяется меньшее, однако их применение не решает проблему замерзания топливных фильтров, которые они обогреть не могут. Это следует учитывать для топливных фильтров, обдуваемых холодным воздухом в процессе эксплуатации. Эта проблема решается **проточными подогревателями**.

Проточные подогреватели устанавливаются для предотвращения закупоривания фильтров тонкой и грубой очистки из-за кристаллизации парафинов и превращения жидкого топлива в состояние желеобразной массы. Для летних сортов эта температура обычно составляет  $-5^{\circ}\text{C}$ , а для зимних – около  $-25^{\circ}\text{C}$ . Данные проточные подогреватели не дают закупориться таким основным элементам как топливные фильтры тонкой и грубой очистки, сепаратор, топливная магистраль и топливозаборник. По функциональному назначению обычно различают следующие типы нагревательных элементов: *бандажный* (для фильтров тонкой очистки), *проточный* (устанавливается перед фильтром в разрез топливопровода); *гибкий ленточный* (осуществляет нагрев фильтров и магистрали); *стержневой* (представляет собой ТЭН для последующей установки в сепаратор или топливозаборник), подогреваемые насадки (используется для нагрева сепараторов и топливозаборников). Некоторые из таких систем могут использовать выхлопные газы. Данные системы могут оказаться неэффективными при наличии в топливе загрязнений или воды.

**Депрессорно-диспергирующие присадки, т.н. «Антигель или Деайсер»** Депрессорно-диспергирующие присадки предназначены для снижения температуры застывания средних дистиллятов, а также для улучшения устойчивости при хранении, предотвращая выпадение парафинов в осадок.

#### ***Обратите внимание!***

*Если вы используете проточный нагреватель, убедитесь в том, что температура нагревательных элементов в процессе эксплуатации не превышает  $52^{\circ}\text{C}$ .*

*При достижении температуры  $75^{\circ}\text{C}$  значительно изменяется вязкость прямогонного дизельного топлива. Нужно учесть, что для избежания поломки топливного насоса вязкость топлива не должна быть менее 1.8 сСт.*

*Для того, что бы некомпетентные действия не повлекли за собой физические увечья или летальный исход к вопросу подогрева топлива необходимо подходить предельно внимательно.*

*Во избежание перегрева топлива отключайте такие подогреватели в теплую погоду.*

## **1.2.2 Содержание серы и её химических соединений в дизельном топливе**

Наличие серы и её соединений является для дизельного топлива естественным, но их допустимое количество строго ограничено и предусматривается международными регламентами,

поскольку в большом количестве они негативно влияют на экологическую обстановку и, кроме прочего, снижают ресурс двигателя. В зависимости от содержания сернистых соединений согласно европейскому стандарту **EN590**, российскому стандарту **ГОСТ Р 32511-2013** и таможенному регламенту **ТС 013/2011** дизельное топливо делится на три экологических класса:

**EURO-3, K3 (Низкое содержание серы)**

Массовая доля серы для такого топлива не превышает значения 0.035% (350 мг/кг)

**EURO-4, K4 (Крайне низкое содержание серы)**

Массовая доля серы для такого топлива не превышает значения 0.005% (50 мг/кг)

**EURO-5, K5 (Не содержит серы)**

Максимальное массовое содержание серы и серных соединений равняется 0.0010% (10 мг/кг)

Технологическое удаление серы и её соединений снижает электрическую проводимость топлива, тем самым увеличивая его электризацию, другими словами способность накапливать статический заряд. При превышении предела взрывоопасной концентрации паровоздушной топливной смеси перемешивание такого топлива, его некорректной налив или электрический разряд на корпусе обслуживающих технических устройств могут привести к пожару или взрыву.

Проконсультируйтесь с поставщиком топлива и убедитесь в корректности обслуживания резервуара для хранения топлива.

### 1.2.3 Топливные присадки

О добавлении присадок в дизельное топливо мы упомянули в п.1.2.1. Рассмотрим подробнее.

Предельная температура фильтруемости (сокр. ПТФ, западная аббревиатура: CFPP) — мера текучести дизельного топлива; самая высокая температура, при которой установленный объём топлива не протекает через стандартизованную фильтрующую установку в течение определённого времени в условиях пониженной температуры.

Есть множество присадок, которые добавляют в топливо, тем самым понижая значение предельной температуры фильтруемости. Химическим составом они представляют собой, в целом, депрессорные присадки или их смеси с диспергаторами парафинов.

При понижении температуры содержащиеся в топливе парафины начинают кристаллизоваться. Визуально это определяется помутнением топлива. При дальнейшем понижении температуры кристаллы парафинов растут и образуют пространственную структуру. В результате этого процесса топливо теряет подвижность и становится желеобразным.

Депрессорные присадки сорбируются на поверхности зарождающихся кристаллов и препятствуют их росту и соединению. Механизм действия депрессоров окончательно не изучен. Наиболее распространены два мнения. Одно предполагает сокристаллизацию парафина и депрессора; согласно другому, при адсорбции депрессора кристаллы приобретают звездообразную форму и не могут слиться в крупные образования. Важно, что в обоих случаях предполагается взаимодействие молекулы депрессора (или ее части) с растущим кристаллом. Поэтому, пока кристаллизация парафинов не началась, депрессоры не работают. Это объясняет, почему они не влияют на температуру помутнения. Наибольший размер кристаллов парафинов в присутствии депрессоров в топливе составляет десятки микрон.

Добавки **диспергатора парафинов** к депрессору позволяет на порядок снизить размеры кристаллов (например, с 50 мкм до 5 мкм). Характеристики изменения кристаллов зависят от типа и химического состава дизельного топлива.

Присадки значительно снижают температуру застывания жидкости ниже значения  $-1^{\circ}\text{C}$ , характерного для летнего дизельного топлива.

Перед приобретением подобных присадок рекомендуем обратиться к производителю топлива и узнать, есть ли необходимость в использовании таких присадок, так как зачастую они добавляются самим производителем топлива.

## 1.2.4 Топливные баки и их обслуживание

Основной обслуживающей операцией для топливных баков является их периодическая чистка. Чистка требует полный слив топлива и должна выполняться только компетентными в этом вопросе лицами. Она проводится не часто, обычно один раз в несколько лет. Грамотно и своевременно выполненная чистка бака гарантированно повышает срок его службы.

Другую операцию, которую необходимо выполнять – это периодическое удаление воды из топливного бака. Как правило, вода попадает в топливный бак вместе с топливом плохого качества. Максимально допустимое значение содержания растворенной воды в дизельном топливе: 200 промилле.

Воды в топливном баке приводит к коррозии его стенок. Нейтрализовать воду можно с помощью специальных присадок, обладающих направленным действием против влаги.

## 1.3 Характеристики дизельного топлива

Основными характеристиками дизельного топлива является его вязкость, цетановое число, плотность и др. Характеристики топлива разнятся, в зависимости от сферы его применения. Эти характеристики влияют на производительность двигателя и его топливной системы.

### **Вязкость**

Вязкость топлива является одной из самых важных характеристик, т.к. топливо для компонентов топливной системы является смазкой. Правильное значение вязкости обеспечивает прекрасные смазочные характеристики в экстремально холодных и жарких условиях окружающей среды. Низкая кинематическая вязкость топлива может гарантированно являться причиной ускоренного износа и выхода из строя ТНВД и топливных форсунок.

Для дизельных двигателей производитель WEICHAI рекомендует использовать дизельное топливо со значением вязкости в диапазоне 1.8...8.0 сСт.

### **Цетановое число**

Цетановое число – это характеристика воспламеняемости дизельного топлива, определяющая период задержки горения рабочей смеси (промежуток времени от впрыска топлива в цилиндр до начала его горения). Чем выше цетановое число, тем меньше задержка и тем более плавно горит топливная смесь, что является очень желательным при эксплуатации двигателя. Как правило, с увеличением октанового числа на значение 10 теоритически допустимая температура запуска понижается на  $7...8^{\circ}\text{C}$ . Большинство видов дизельного топлива имеет цетановое число выше 45, что позволяет приемлемо запускать двигатель при высоких и низких температурах окружающей среды. При эксплуатации транспортного средства на больших высотах и в холодную погоду рекомендуется дизельное топливо с повышенным цетановым

числом. Однако, при цетановом числе со значением больше 60 снижается полнота сгорания топлива, повышается его расход, возрастает дымность выхлопных газов.

Стоит учитывать, что цетановое число меняется, если один объем топлива смешивается с другим, чье цетановое число другое. Повысить цетановое число можно с помощью присадок. Эти присадки тестируются на специальных опытных двигателях. Так или иначе, характеристики топлива с присадками, увеличивающими цетановое число, отличаются от топлива с оригинальным цетановым числом не в лучшую сторону. В этом можно убедиться на примере запуска в холодную погоду.

### Точка помутнения

Точка помутнения – температура, при которой в топливе происходит кристаллизация парафинов. Визуально она определяется помутнением топлива. Кристаллизация парафинов превращает топливо в желе, приводя к высокому сопротивлению прохождения топлива через фильтроэлемент и ухудшая его подачу в топливный коллектор. Удаление парафинов из топлива способствуют снижению этой температуры. Техническим решением проблемы являются предпусковые обогреватели и поточные нагреватели, принципы работы которых мы рассмотрели в п. 1.2.1.

### Улучшение точки помутнения

Этот параметр можно улучшить, смешав дизельное топливо с другим, имеющим более низкую температуру помутнения. Для этих целей может подойти керосин, однако эффективность данного метода не слишком хороша по той причине, что отношение смесей не находится в одинаковой пропорции по отношению к термическим свойствам топлива.

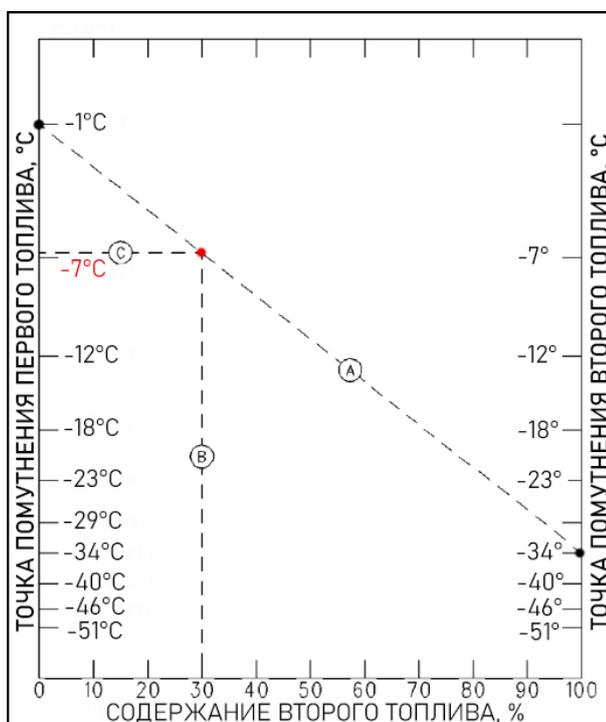


Рис.1 – Определение точки помутнения смеси

С помощью графика на рисунке 1 можно определить точку помутнения смеси топлив с разной температурой помутнения. Для того, чтобы использовать данный график необходимо знать точную температуру помутнения каждого топлива.

### Температура застывания

Температура застывания – это температура, при которой топливо, находящееся в пробирке, наклоненной под углом 45°, не меняет своего уровня в течение одной минуты. Другими словами, это – потеря текучести.

При достижении температуры застывания происходит забивание топливных фильтров.

Значение температуры застывания используемого топлива должно быть как минимум на 6°C ниже самой низкой температуры окружающей среды, при которой производится запуск двигателя и его эксплуатация.

### Улучшение температуры застывания

Температуру застывания, так же как и температуру помутнения можно понизить, добавив в

топливо соответствующие присадки. Для понижения температуры застывания дизельных топлив их можно разбавлять осветительным или авиационным керосином.

Практика показывает, что при добавлении 25% керосина к дизельному топливу температура застывания смеси снижается на 10...12° С. На рисунке 2 показан график, с помощью которого можно вычислить объём каждого топлива, которое обладает разными температурами застывания и определить температуру застывания этой смеси. Для этого необходимо:

а) Узнать температуру застывания каждого топлива б) Отметить температуры застывания по правому и левому столбцу для каждого топлива на графике в) Провести линию от первой точки до второй г) Определить необходимую для эксплуатации температуру д) Отметить её на прямой и провести вертикаль от этой точки вниз, получив процентное содержание каждого компонента. В качестве примера представлена смесь с температурой застывания -7°С, для получения которой необходимо смешать 30% топлива с температурой застывания -34°С и 70% топлива с температурой застывания -1°С.

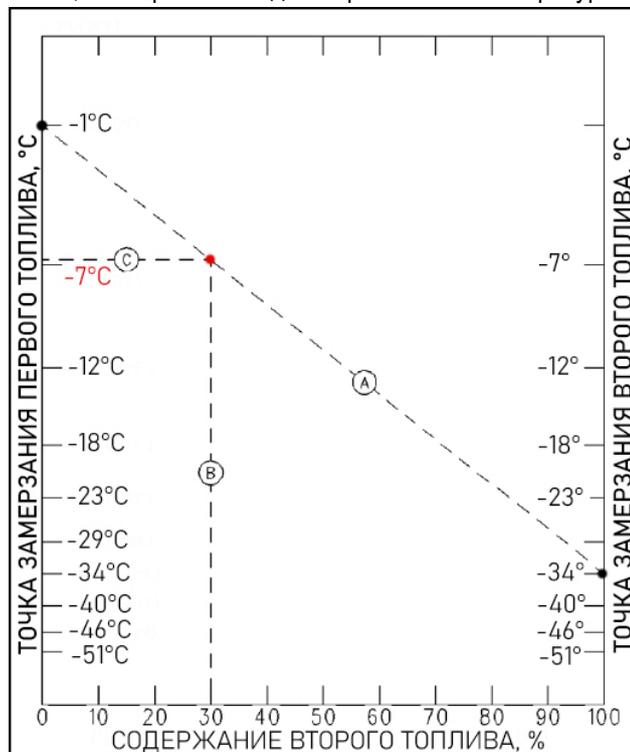


Рис.2 – Определение температуры застывания смеси

### Смазывающая способность

Смазывающая способность дизельного топлива является свойством, которое характеризует предотвращение износа поверхностей трения под нагрузкой. Её недостаток приводит к износу топливной системы и жесткой работе двигателя.

Смазывающая способность дизельного топлива до введения регламента EN 590 (целью которого является снижение вредных выбросов в атмосферу в результате удаления серы из топлива) обеспечивалась необходимым количеством серы и сернистых соединений. Но снижение количества серы и её соединений приводит к значительному снижению смазывающей способности топлива и, в результате работы на таком топливе, двигатель становится более чувствительным к отрицательному воздействию диспергированной в топливе воды и частицам загрязнений, а рабочие поверхности поршней и топливных форсунок не получают надлежащее смазывание. Для повышения смазывающей способности в состав топлива в качестве присадок вводят ряд соединений – альдегиды, простые эфиры, карбоновую кислоту и пр.

Определение смазывающей способности топлива проводят согласно испытанию D6079 по стандарту ASTM. Значение пятна износа в результате испытания не должно быть более 0,46 мм при температуре 60°С.

Чтобы максимально продлить ресурс двигателя и топливной системы следует применять только качественное дистиллятное дизельное топливо, тщательно проводить техническое обслуживание топливной системы и выбирать только проверенных поставщиков.

### **Сера и серосодержащие соединения**

Сера является естественным химическим элементом, которое присутствует в топливе. От содержания серы и серосодержащих соединений, о чём мы написали выше, зависит ресурс работы двигателя и загрязнение выхлопных газов. Современные двигатели конструируются в соответствии с экологическими требованиями и проходят проверку на топливах с различным по массовому содержанию этого химического элемента.

Содержание максимально допустимого количества серы и серных соединений, как правило, определяют следующие факторы:

- Конструкция двигателя
- Количество сгораемого топлива
- Использование присадок
- Факторы загрязнения окружающей среды
- Компромисс между стоимостью топлива и сроком службы двигателя
- Компромисс между стоимостью топлива и периодичностью замены масла
- Периодичность технического обслуживания

### **Вредное воздействие серы**

В процессе сгорания топлива сера и её соединения преобразуются в диоксид  $SO_2$  и триоксид серы  $SO_3$ . При взаимодействии с водой эти оксиды преобразуются в кислоты, которые негативно влияют на компоненты двигателя и их рабочие поверхности.

Кроме того, эксплуатация двигателя на топливе с высоким содержанием серы может грозить следующим:

- Ускоренный износ компонентов двигателя
- Увеличение коррозии этих компонентов
- Ускоренное появление задиров
- Образование сажи
- Повышенное потребление масла (рекомендуется проводить анализ проб отработанного масла на содержание серы для того, чтобы определить интервалы замены масла при полученных значениях свыше 0.5% (5000 промилле)). Данный аспект мы рассматриваем в главе 2. Свяжитесь с дилером, если получили значения выше 0.1%.
- Снижение экономичности двигателя
- Возрастают затраты на обслуживание

### **Обратите внимание!**

***Содержание серы в отработанном масле свыше 0.1% может говорить о снижении ресурса вашего двигателя вследствие использования некачественного топлива.***

### **Наличие влаги**

Влага попадает в топливную систему из-за следующих факторов. Во-первых, в ходе эксплуатации уровень топлива в баке уменьшается. Для того, чтобы давление в баке выравнивалось, а топливо беспрепятственно поступало в топливный насос, конструкцией баков предусмотрен сапун, через который засасывается воздух. В зависимости от погодных условий, этот воздух содержит определенное количество влаги.

Во-вторых, сама вода в дизельном топливе может находиться в трех видах: **растворенная (гигроскопичная)**; **эмульсионная** (мелкодисперсная эмульсия, частицы которой равномерно распределены в топливе, полностью насыщенным раствором водой) и, непосредственно сама **отстойная вода**, которая находится сплошным слоем или в виде крупных капель в нижних слоях

топлива. Эмульсионная и отстойная вода – это так называемая **свободная вода**.

**Растворенная вода** практически не оказывает отрицательного влияния на свойства топлива, но само её содержание в топливе может являться причиной появления свободной воды - эмульсионной и отстойной, что происходит при охлаждении топлива и уменьшения в нем её растворимости.

Из-за колебаний температуры окружающей среды из содержащейся в воздухе влаги образуется конденсат, который собирается на стенках топливного бака и стекает на его дно.

При низких температурах вследствие конденсации **эмульсионной воды** и её замерзания образуются кристаллы льда, которые легче топлива. Эти кристаллы попадают и отстаиваются в топливных фильтрах вместе с кристаллами парафина.

Если в мороз подача топлива прекратилась, необходимо проверить топливный фильтр. Визуальный осмотр фильтроэлемента выявит наличие частиц льда и парафина в фильтре.

**Отстойная вода** находится на дне топливного бака. В результате вакуума при всасывании первичного топливного насоса, такая вода смешивается с топливом и становится эмульсионной.

Наличие воды в топливной системе служит причиной недостаточной смазки и приводит к износу топливного насоса. Вода вызывает процессы коррозии по всей топливной системе. Часть ржавчины задерживается топливным фильтром, но вода, которая беспрепятственно проходит через него, вызывает коррозию и в следующих узлах. Эти частицы ржавчины могут привести к нарушению работы регулятора давления топлива и топливных форсунок.

#### **О старении топлива и его стабильности**

Дизельное топливо портится по разным причинам. Старение дизельного топлива характерно ухудшением эксплуатационных свойств, необходимых для эффективной работы силового агрегата и топливной системы. Старение объясняется результатом **термических и окислительных процессов** в двигателе.

Свидетельством старого дизельного топлива является наличие окислившихся углеводов, сернистых соединений, кислот, воды, крупных и мелкий частиц загрязнений, образовавшихся в результате хранения и транспортировки с неподобающими условиями.

Под стабильностью дизельного топлива подразумевается его способность противостоять появлению вышеописанных веществ, в результате сгорания которых в топливной аппаратуре двигателя, на стенках камер цилиндров, поршнях, выпускных клапанах и форсунках появляются нагары, которые приводят к нарушению их допусков, общей потере герметичности, а в результате обратной циркуляции топлива после контакта с горячими форсунками, это топливо становится подверженным к образованию нагара еще сильнее, что в конечном счете является причиной снижения производительности и сильного загрязнения системы впрыска.

Особенно низкой стабильностью, в силу технологических процессов его производства, обладает биодизель. Использование биодизеля и его смесей плохого качества может значительно сократить ресурс работы вашего двигателя.

Термическое и окислительное старение дизельного топлива может привести к помутнению топлива. Тёмный цвет топлива не всегда указывает на старение, но он может являться индикатором того, что топливо хранилось в неподходящих условиях. Для соответствующей проверки проводятся испытания топлива на термическую стабильность и устойчивость к окислению.

#### **Термическая стабильность**

Под термической стабильностью топлива понимают его устойчивость к образованию

осадков, смол, гидропероксидов, газообразных углеводородов и др. продуктов термоокисления и термодеструкции, приводящих к нарушению нормальной работы топливной системы. WEICHAI рекомендует испытание на термическую стабильность среднедистиллятного топлива к воздействиям высоких температур (ASTM D6468). Испытание заключается в воздействии на топливо высоких температур, аналогичным температурам эксплуатации в момент, когда топливо охлаждает форсунки двигателя после такта сжигания. Данное испытание проводится с использованием спектрофотометра. Результатом испытания является измерение значения отражательной способности поверхности оценочной трубки в измерительном блоке испытательной аппаратуры после контакта с топливом. Данное значение после такого искусственного старения в течение 3 часов при температуре 150°C должно быть равным не менее 80%.

#### **Окислительная стабильность**

Регламент EN590:2004 устанавливает испытание на определение окислительной стабильности дизельных топлив. Оно заключается в том, что испытуемый образец дистиллятного топлива окисляют при температуре 95 °С в течение 16 ч, барботируя через него кислород. После окисления испытуемый образец охлаждают до комнатной температуры и фильтруют для определения количества полученных в результате испытания нерастворимых веществ. Показателем качественного топлива является их удовлетворительная концентрация на объём топливной пробы. Данное испытание симулирует окисление топлива в результате длительного хранения. Для дизельных топлив это значение не должно превышать 25 гр. на кубический метр.

Испытания на стабильность (устойчивость) помогают определить качество топлива и возможность его долгосрочного хранения. Для большинства дистиллятных топлив воздействие на топливо в течении 7 дней температуры равной 80°C равнозначно 4...8 месяцам хранения.

Испытания для дистиллятного дизельного топлива включают в себя испытание на термическую стойкость (ASTM D6468), испытание на содержание фактических смол (ASTM D381) и определение осадка путем экстракции толуолом (ASTM 473).

Испытания для биодизеля включают в себя испытания на определение окислительной стабильности в условиях ускоренного окисления (EN14112), определение кислотного числа нефтепродуктов с помощью потенциометрического титрования (STM D664), определение кинематической вязкости (ASTM D445) и определение воды и осадка в средних дистиллятах методом центрифугирования (ASTM D2709)

## **1.4 Рекомендации касательно применяемого топлива**

Спектр видов топлива для дизельных двигателей весьма широк. Сюда включаются все фракции нефтеперегонки от керосина до мазута, а так же биотопливо, полученное из продуктов природного происхождения (рапсовое масло, фритюрный жир, пальмовое масло и многие другие). Дизельный двигатель может с определённым успехом работать и на сырой нефти.

Топливо для дизельных двигателей делится на две категории: **предпочитаемый** и **допустимый** вид топлива.

**Предпочитаемый вид** топлива максимально продлевает срок службы двигателя и его сохраняет производительность. Предпочитаемыми видами топливами являются дистиллятные топлива. К ним относятся, непосредственно, само дизельное топливо, топочный мазут, газойль

или керосин. Все характеристики данных топлив должны соответствовать требованиям нашего **перечня испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива**, приведенного ниже.

**Допустимыми видами** топлива являются некоторые сорта сырой нефти, смеси сырой нефти с дистиллятами, судовые дизельные топлива. Не все виды топлива этой категории подходят для применения в двигателях автомобильных транспортных средств. Возможность их применения определяется в каждом конкретном случае.

Биодизель является допустимым видом топлива. Ознакомьтесь с п.1.6 данного издания и следуйте всем нашим рекомендациям.

**Обратите внимание!**

**Использование допустимых видов топлив является причиной увеличения материальных затрат на обслуживание. Использование такого топлива ведет к снижению производительности двигателя и его выходу из строя.**

**Отказ двигателя и его компонентов при эксплуатации на данном виде топлива не является заводским браком WEICHAI и не является причиной для гарантийной замены. Бремя ответственности ложится целиком на покупателя и поставщика, давшим ему согласие на применение данного топлива.**

## 1.5 Дистиллятное дизельное топливо

### 1.5.1 Качественные характеристики дизельного топлива

**Обратите внимание!**

**Технические требования к дизельным двигателям WEICHAI можно узнать в Руководстве по эксплуатации, а так же в документе «WEICHAI. Технические жидкости для дизельных двигателей. Рекомендации»**

**При необходимости свяжитесь с Вашим менеджером.**

WEICHAI не в силах постоянно отслеживать поступающую информацию от всех мировых производителей дистиллятного дизельного топлива, государственных и частных технологических обществ и научно-исследовательских институтов, занимающихся его разработкой.

Наш стандарт фундаментален для оценки качественных характеристик стандартного дистиллятного дизельного топлива, которое используется в дизельных двигателях по всему миру.

Определение и утверждение основных испытаний дистиллятного дизельного топлива позволяет нам быстро и просто определить и сопоставить экономические, технологические и производственные компромиссы наряду с возможностью взаимозаменяемости наших компонентов.

Мы советуем Вам выбирать производителя топлива, работа на котором не вызывала у вас никаких нареканий за время эксплуатации. Дизельное топливо, которое Вам предстоит использовать, следует протестировать согласно перечню испытаний WEICHAI, ориентируясь на его заявленный экологический класс (табл. 2а-г).

Характеристики топлива вы можете запросить у его производителя.

Такую характеристику как вязкость допускается менять изменением температуры до

получения эталонного значения 1.8...8 сСт (так, перед проведением испытаний, образец топлива можно охладить или подогреть)

Некоторые характеристики, не описанные в перечне, можно улучшить соответствующими присадками.

**Обратите внимание!**

***В дизельном топливе не допускаются следы воды, сторонних примесей, взвешенных частиц. Если вы их обнаружили - свяжитесь с поставщиком вашего топлива.***

Дизельное топливо с характеристиками, указанными в таблицах 1 и 2, получают в результате общеизвестных методов дистилляции сырой нефти и её переработки.

Количество в топливе серы и её соединений, механических примесей, химических соединений, образующихся в результате старения топлива, влияют важнейшую роль при эксплуатации двигателя и оказывают непосредственное влияние на износ его основных рабочих частей.

#### **Риски использования некачественного топлива**

Заявляем, что использование топлива с превышенным содержанием серы и её соединений, примесей и химических соединений гарантированно ведёт к следующему:

- Снижение производительности двигателя
- Снижение его долговечности
- Механический износ всех компонентов
- Появление коррозии
- Ухудшение шероховатости всех рабочих поверхностей
- Сокращение периодичности проведения ТО
- Снижение экономии топлива
- Сокращение периодичности замены масла
- Увеличение затрат на обслуживание

**Обратите внимание!**

***WEICHAI настоятельно рекомендует соблюдать чистоту фильтрации топлива не хуже 4 мкм***

***Эксплуатация двигателя с худшей чистотой ведет за собой проблемы с запуском, снижению ресурса топливной системы, неполному сгоранию топлива и загрязнению топливных форсунок, что, в конечном счете, скажется на снижении общего ресурса двигателя.***

***Владелец автомобиля, водитель или оператор автомобиля несут ответственность за выбор производителя топлива, на котором будет осуществляться эксплуатация двигателя.***

## **Испытания WEICHAI для проверки качества дизельного топлива**

Все испытания топлива по основным качественным параметрам, согласно экологическим стандартам, сведены в таблицы 1 и 2.

**Значение кинематической вязкости**, приведённое в **таблице 2** – значение вязкости топлива, которое подается в топливный насос высокого давления. Данное значение устанавливается для температуры окружающей среды, равной 20°C и регламентируется стандартным методом определения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей ASTM D445 или стандартом ИСО 3104. Если вязкость ниже или выше, её можно довести до значения 1.8...8.0 сСт подогрев или охладив топливо.

Низкая **смазывающая способность** характерна для топлива с низким и крайне низким содержанием серы (тип К3 и К4 соответственно). Смазывающая способность оценивается по стандарту ASTM D6079. Для улучшения этой характеристики производится множество специализированных присадок, которые добавляют в топливо. Если смазывающая способность топлива не соответствует требованиям, обратитесь к поставщику топлива для получения надлежащих рекомендаций, касающихся присадок. Никогда не добавляйте присадки без предварительной консультации с поставщиком. Некоторые типы присадок несовместимы друг с другом и могут вызвать серьезные проблемы в топливной системе.

Для работы на морозе или на большой высоте (например, высокогорье) лучше применять топливо с повышенным цетановым числом. Для того, чтобы обеспечить значение цетанового числа равное 45, цетановый индекс должен быть равен, как минимум, значению 43 (Испытание ASTM D4737-96a)

Параметр 95%-ой дистилляции топлива при температуре 365°C рекомендуется и является обязательным для всех двигателей класса выше евро-IV. Он эквивалентен дистилляции 90% при температуре 355°C и удовлетворяет нормы эмиссии предыдущих классов.

Плотность топлива зависит от количества серы. Высокосернистые виды топлива обладают большей плотностью.

Рекомендуемый класс чистоты топлива, заливаемого в топливный бак - 18/16/13 или выше, согласно стандартам ISO 4406 и ASTM D7619.

**Обратите внимание!**

**Абсолютная чистота фильтрации топлива, равная значению 4 мкм, – обязательное требование WEICHAI для максимального увеличения ресурса двигателей, укомплектованных топливной системой типа Common Rail. Под это требование подпадают так же дизельные двигатели с системами независимого впрыска топлива.**

**Смешивание дизельного топлива с этиловым спиртом или бензином может привести к появлению взрывоопасной смеси, в результате использования которой может произойти несчастный случай вплоть до летального исхода. WEICHAI рекомендует Вам избегать данную практику.**

**Таблица соответствия экологических стандартов и перечней испытаний.**

Перед применением в любых дизельных двигателях топливо должно успешно пройти испытания, приведенные в таблицах 1 и 2, а так же соответствовать стандартам ASTM D975 (Стандартная спецификация на дизельное топливо) и EN590.

Таблица 1 - Испытания для дистиллятного дизельного топлива в соответствии с классом эмиссии

Экологический стандарт	Перечень испытаний
Tier 2, Евро-II и предыдущие	Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (III)
Tier 3, Евро-III	
Tier 4, Евро-IV	Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (IV)
Евро-V	Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (V)
Евро-VI и последующие	Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (VI)

Таблица 2а - Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (III)

<b>Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (III)</b>			
<b>Характеристика</b>	<b>Требование</b>	<b>ASTM</b>	<b>ISO</b>
Определение типов углеводородов в жидких нефтепродуктах с помощью адсорбции флуорисцентного индикатора	Макс. 11%	D1319	ISO 3837
Определение массового содержания золы	Макс. 0.01%	D482	ISO 6245
Определение коксового остатка методом Рамсботтома	Макс. 0.30%	D524	ISO 4262
Стойкость к окислению (мг/100 мл)	Макс №2.5	D1319	ISO 3837
Цетановое число	Мин. 45	D613 или D6890	ISO 5165
Цетановое индекс	Мин. 43		
Точка помутнения	Точка помутнения должна быть не выше самой низкой температуры окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться двигатель	D2500	ISO 3015
Определение коррозионного воздействия на медную пластинку	Макс. №1	D130	ISO 2160
Определение фракционного состава при атмосферном давлении	Макс. 50% при 300°C	D86	ISO 3405
	Макс. 90% при 355°C		
	Макс. 95% при 365°C		
Температура вспышки	Диапазон температуры вспышки	D93	ISO 2719
Определение плотности с помощью ареометра при 20°C	Мин. 840 кг/м <sup>3</sup>	D287	-
	Макс. 850 кг/м <sup>3</sup>		
Определение содержания серы рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны	Макс. 350 (мг/кг)	D5453 или D2622	ISO 20884
Кинематическая вязкость	1.8...8.0 (сСт)	-	-
Метод определения содержания воды в жидких нефтепродуктах с помощью реактива Карла Фишера	Следы	D1744	-
Содержание механических примесей	Не допускается	-	-
Оценка смазывающей способности дизельного топлива	Макс. 0.46 мм при 60°C	D6079	-
Точка конденсации	В допустимых пределах	D7397	-
Содержание метилового этила жирных кислот	Макс. 0.5%	D1946	ISO 5509
Класс чистоты жидкости	(4)	D7619	ISO 4406

Таблица 26 - Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (IV)

<b>Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (IV)</b>			
<b>Характеристика</b>	<b>Требования</b>	<b>ASTM</b>	<b>ISO</b>
Определение типов углеводородов в жидких нефтепродуктах с помощью адсорбции флуорисцентного индикатора	Макс. 11%	D1319	ISO 3837
Определение массового содержания золы	Макс. 0.01%	D482	ISO 6245
Кислотность	Макс. 7 (мг/100 мл)		
Определение коксового остатка методом Рамсботтома	Макс. 0.30%	D524	ISO 4262
Стойкость к окислению (мг/100 мл)	Макс. №2.5	D1319	ISO 3837
Цетановое число	Мин. 45	D613 или D6890	ISO 5165
Цетановый индекс	Мин. 43		
Точка помутнения	Точка помутнения должна быть не выше самой низкой температуры окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться двигатель	D2500	ISO 3015
Определение коррозионного воздействия на медную пластинку	Макс. №1	D130	ISO 2160
Определение фракционного состава при атмосферном давлении	Макс. 50% при 300°C	D86	ISO 3405
	Макс. 90% при 355°C		
	Макс. 95% при 365°C		
Температура вспышки	Мин. 45	D93	ISO 2719
Определение плотности с помощью ареометра при 20°C	Мин. 840 кг/м <sup>3</sup>	D287	-
	Макс. 850 кг/м <sup>3</sup>		
Определение содержания серы рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны	Макс. 50 (мг/кг)	D5453 или D2622	ISO 20884
Кинематическая вязкость	1.8...8.0 (сСт)	-	-
Метод определения содержания воды в жидких нефтепродуктах с помощью реактива Карла Фишера	Следы	D1744	-
Содержание механических примесей	Отсутствие	-	-
Оценка смазывающей способности дизельного топлива	Макс. 0.46 мм при 60°C	D6079	-
Точка конденсации	В допустимых пределах	D7397	-
Содержание метилового этила жирных кислот	Мин. 1.0%	D1946	ISO 5509
Класс чистоты жидкости	(4)	D7619	ISO 4406

Таблица 2в - Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (V)

<b>Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (V)</b>			
<b>Характеристика</b>	<b>Требования</b>	<b>ASTM</b>	<b>ISO</b>
Определение типов углеводородов в жидких нефтепродуктах с помощью адсорбции флуорисцентного индикатора	Макс. 7%	D1319	ISO 3837
Определение массового содержания золы	Макс. 0.01%	D482	ISO 6245
Кислотность	Макс. 7 (мг/100 мл)		
Определение коксового остатка методом Рамсботтома	Макс. 0.30%	D524	ISO 4262
Стойкость к окислению (мг/100 мл)	Макс. №2.5	D1319	ISO 3837
Цетановое число	Мин. 47	D613 или D6890	ISO 5165
Цетановый индекс	Мин. 43		
Точка помутнения	Точка помутнения должна быть не выше самой низкой температуры окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться двигатель	D2500	ISO 3015
Определение коррозионного воздействия на медную пластинку	Макс. №1	D130	ISO 2160
Определение фракционного состава при атмосферном давлении	Макс. 50% при 300°C	D86	ISO 3405
	Макс. 90% при 355°C		
	Макс. 95% при 365°C		
Температура вспышки	Мин. 45	D93	ISO 2719
Определение плотности с помощью ареометра при 20°C	Мин. 840 кг/м <sup>3</sup>	D287	-
	Макс. 845 кг/м <sup>3</sup>		
Определение содержания серы рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны	Макс. 10 (мг/кг)	D5453 или D2622	ISO 20884
Кинематическая вязкость	1.8...8.0 (сСт)	-	-
Метод определения содержания воды в жидких нефтепродуктах с помощью реактива Карла Фишера	Следы	D1744	-
Содержание механических примесей	Отсутствие	-	-
Оценка смазывающей способности дизельного топлива	Макс. 0.46 мм при 60°C	D6079	-
Точка конденсации	В допустимых пределах	D7397	-
Содержание метилового этила жирных кислот	Мин. 1.0%	D1946	ISO 5509
Класс чистоты жидкости	(4)	D7619	ISO 4406

Таблица 2г - Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (VI)

<b>Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества дизельного топлива (VI)</b>			
<b>Характеристика</b>	<b>Требования</b>	<b>ASTM</b>	<b>ISO</b>
Определение типов углеводородов в жидких нефтепродуктах с помощью адсорбции флуорисцентного индикатора	Макс. 11%	D1319	ISO 3837
Определение массового содержания золы	Макс. 0.01%	D482	ISO 6245
Кислотность	Макс. 7 (мг/100 мл)		
Определение коксового остатка методом Рамсботтома	Макс. 0.30%	D524	ISO 4262
Стойкость к окислению (мг/100 мл)	Макс. №2.5	D1319	ISO 3837
Цетановое число	Мин. 47	D613 или D6890	ISO 5165
Цетановый индекс	Мин. 43		
Точка помутнения	Точка помутнения должна быть не выше самой низкой температуры окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться двигатель	D2500	ISO 3015
Определение коррозионного воздействия на медную пластинку	Макс. №1	D130	ISO 2160
Определение фракционного состава при атмосферном давлении	Макс. 50% при 300°C	D86	ISO 3405
	Макс. 90% при 355°C		
	Макс. 95% при 365°C		
Температура вспышки	Мин. 45	D93	ISO 2719
Определение плотности с помощью ареометра при 20°C	Мин. 840 кг/м <sup>3</sup>	D287	-
	Макс. 850 кг/м <sup>3</sup>		
Определение содержания серы рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны	Макс. 10 (мг/кг)	D5453 или D2622	ISO 20884
Кинематическая вязкость	1.8...8.0 (сСт)	-	-
Метод определения содержания воды в жидких нефтепродуктах с помощью реактива Карла Фишера	Следы	D1744	-
Содержание механических примесей	Отсутствие	-	-
Оценка смазывающей способности дизельного топлива	Макс. 0.46 мм при 60°C	D6079	-
Точка конденсации	В допустимых пределах	D7397	-
Содержание метилового этила жирных кислот	Мин. 1.0%	D1946	ISO 5509
Класс чистоты жидкости	(4)	D7619	ISO 4406

## 1.5.2 Контроль загрязнений дизельного топлива

Для уменьшения потерь двигателя по мощности, снижения риска отказов и времени простоя, чистота топлива, которым заправляют топливный бак, должна быть **не хуже** класса ISO 18/16/13.

Соблюдение данного класса чистоты является особенно важным для относительно новых конструкций топливных систем, таких, как Common Rail.

Чтобы снизить риски отказов, связанных с загрязнением топлива, следуйте простым советам, которые мы даем в этой главе:

а) используйте только качественное топливо

б) заправляйтесь топливом класса чистоты ISO 18/16/13 или не хуже. Достичь рекомендуемый класс и соответствовать ему поможет наличие предусмотренных в системе топливных фильтров с абсолютной чистотой фильтрации 4 мкм.

в) ежедневно удаляйте воду из топливных сепараторов.

г) следуйте установленным нормам на хранение топлива и его транспортирование от резервуара хранения до топливного бака. Не брезгуйте установкой фильтрующих систем на всех этапах.

д) производите очистку от грязи всех присоединительных рукавов, трубок, фитингов, раздаточных кранов и прочего оборудования

### 1.5.2.1 Наличие воды

Нерастворенная в топливе вода при низких температурах замерзает, в результате чего образуются кристаллы льда, которые забивают фильтрующие элементы.

Чтобы убедиться, что топливный резервуар сух, применяют специальные индикаторные пасты, которыми обмазывается резервуар, для того, чтобы выявить наличие воды, которую следует немедленно осушить.

О необходимости держать топливные резервуары сухими мы упоминали ранее, однако, если это является для Вас постоянной проблемой, то прекрасным решением является установка осушителей и топливо-водных сепараторов в системы заправки и дозирования.

Если бак остывает, после того как он опорожняется возможно появление конденсата. Для того, чтобы такого не происходило, не следует медлить с его заполнением, физическим путем уменьшая объем воздуха над уровнем топлива.

Наличие растворенной воды в топливе так же начинает проявляться по мере охлаждения. При снижении температуры топлива с +4 до -29°C, растворимость воды в топливе уменьшается на 70%. Из этого следует, что заправка топлива из относительно теплого подземного резервуара в двигатель, который простоял в течение ночи при минусовых температурах, может привести к возникновению некоторого количества нерастворенной воды в баке. Однако, количество этой воды практически ничтожно, потому как даже при высоких температурах топливо может растворить в себе очень мало воды (всего 0,1% при температуре 71°C)

### 1.5.2.2 Микробиологические загрязнения

**Обратите внимание!**

*Хотя большинство биологических организмов, которые могут обитать в топливных резервуарах представляют собой обычные грибки, с которыми люди постоянно сталкиваются в процессе своей жизни, контакта с ними всё же следует избегать. Проводя регламентные работы по очистке резервуара*

*работники должны быть защищены спецкостюмами. Необходимо помнить, что грибки производят репродуктивные бактерии, и после того как они высыхают, могут легко переноситься по воздуху. Необходимо обеспечить надежную защиту органов дыхания.*

*Никогда не выливайте отходы после очистки резервуара в канализационные стоки, так как примененный Вами биоцид может губительно сказаться для бактерий, которые используются для очистки сточных вод. Не выливайте эти отходы в водохранилища и реки, так как они могут отравить рыбу и других обитателей водной фауны.*

*Самой распространенной проблемой, связанной с воздействием грибков и других микроорганизмов в результате контакта с ними является дерматит. Для некоторых людей это может быть очень серьезно. После завершения работ по чистке резервуара все открытые участки кожи необходимо промыть теплой водой с мылом.*

*В процессе чистки необходимо строго отказаться от приема пищи, напитков, курения. Любое попадание грибков в организм и на открытые раны следует рассматривать как серьезный инцидент. В этом случае мы советуем отправить работника вместе с образцом микроорганизмов к врачу.*

*Хотя считается, что биоциды обладают для человека и животных средней токсичностью, с ними необходимо обращаться предельно аккуратно. В случае попадания на глаза, следуйте рекомендациям производителя, указанным на упаковке. Обратитесь к врачу.*

Для того, чтобы решить проблему нехватки топлива, многие хранят его запасы в резервуарах продолжительное время, в результате чего данный тип загрязнений увеличивается.

Микробиологическое загрязнение топлива не является новой проблемой и часто встречается в металлообрабатывающей промышленности, в которой используются эмульсии в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей для станков. Все углеводородные топлива в основном, так или иначе, стерилизуются высокими температурами в процессе переработки. Тем не менее, и они могут загрязниться после того, как покинули нефтеперерабатывающее предприятие. Эти микроорганизмы, в первую очередь бактерии и грибки, довольно безвредно существуют в топливе, не содержащем влагу и проходят через топливные системы без каких-либо негативных последствий.

Однако при наличии влаги эти микроорганизмы начинают расти и размножаться. Скорость их роста зависит от того, насколько окружающая среда соответствует потребностям каждого конкретного вида.

### **Выявление микробиологического загрязнения**

Рост колоний микроорганизмов в топливных системах может вызывать несколько проблем.

Первой и, самой очевидной, является загрязнение фильтров темно-зеленой слизью, часто неприятного запаха. Эти организмы забивают топливопровод, манометры, датчики и другие приборы.

Второй проблемой является **коррозия**, вызванная возникновением кислот в результате жизнедеятельности этих микроорганизмов. Если микроорганизмы проходят через топливный фильтр и попадают в топливную систему двигателя, велик шанс того, что в топливном коллекторе и системе впрыска останется сильный нагар, который может повредить форсункам.

Явными показателями того, что топливная система загрязнена являются:

- Отложения на стенках резервуара и в трубопроводе, с которыми контактировало заражённое топливо. Эти отложения обычно темнозеленого или коричневого цвета.

- На дне бака обнаружена чёрная или коричневая слизь неизвестного происхождения.
- Резиновые изделия набухают и пузырятся.
- На фильтрующем элементе топливного фильтра так же присутствует слизь.
- В системе присутствует неприятный запах, напоминающий запах протухших яиц.

### **Микробиологический контроль**

Когда установлен факт биологического загрязнения необходимо незамедлительно принять соответствующие меры. Верным решением таких ситуаций всегда является работа на предупреждение. Большинство бактерий и грибов имеют почвенное происхождение и попадают в топливо через воду или воздух.

Поскольку все жизненно важные для этих микробов процессы происходят в воде, предотвращение доступа воды прекратит развитие проблемных колоний. Первым и наиболее важным шагом является постоянное поддержание сухости.

Для уничтожения колоний, которые уже развились, помогут специальные **биоциды**.

Существуют три основных класса биоцидов: водорастворимые, топливорастворимые (топливные биоциды) и универсальные.

### **Топливорастворимые биоциды**

Растворимые в топливе биоциды являются наилучшим вариантом для обработки тех топлив, которым предстоит пройти через несколько стадий транспортирования. Растворенный в топливе биоцид активно переносится по всей системе, эффективно стерилизуя топливо до начала его использования. Такие биоциды удобно добавлять в систему, поскольку известен точный объём топлива, который необходимо подвергнуть обеззараживанию. Кроме того, данные биоциды обладают низкой токсичностью для человека и других форм жизни. Их единственным минусом является стоимость, а биоцид необходимо разбавлять для каждой партии новой топлива.

### **Водорастворимые биоциды**

Водорастворимые биоциды более экономичны для использования при обработке резервуара в один этап. Эти биоциды, поскольку они не растворимы в топливе, остаются там, где они были нанесены, пока вода на дне резервуара не будет слита или откачана.

Поскольку данный вид биоцидов технически не переносится по системе транспортирования вместе с топливом, каждую емкость и оборудование необходимо обрабатывать отдельно. Определить, какое количество биоцида необходимо для дезинфекции сложнее, поскольку это зависит от количества воды в системе.

Данные биоциды нельзя смешивать с водой на дне резервуара, которую Вы будете сливать. Водорастворимые биоциды намного опаснее для человека и должны утилизироваться надлежащим образом. Их так же нельзя сливать в природные или инфраструктурные водные ресурсы. Для отходов чистки должны быть подготовлены специальные емкости со специализированными кислотами, которые нейтрализуют вредное воздействие биоцидов.

### **Универсальные биоциды**

Универсальные биоциды растворимы как в воде, так и в дизельном топливе. Они позволяют обрабатывать всю систему топливного хранилища любым удобным способом.

Биоциды, разбавленные в воде, которая осталась на дне резервуара, будут препятствовать размножению микробов. Интервалы между обработками топливозаправочного хранилища могут составлять вплоть до шести месяцев. Данные растворы безопаснее для людей. Очевидным минусом является их высокая стоимость.

### **Обеззараживание топливного хранилища**

Обеззараживание биоцидами топливной ёмкости, зараженной популяцией микроорганизмов может и убьёт микроорганизмы, но не устранил засорения фильтров. Вода и шлам, содержащий микроорганизмы, должны быть так же удалены из фильтрующих элементов топливных систем.

Проведите тщательную очистку компонентов системы фильтрации.

Для профилактики заражений добавляйте универсальный биоцид в несколько следующих партий топлива, чтобы окончательно убить все микроорганизмы, оставшиеся в системе.

Если микробное загрязнение является непрекращающейся проблемой, необходимо продолжать применение биоцидов, поскольку это является наиболее эффективным решением проблемы с экономической и технической точки зрения. В крайнем случае, можно использовать тройное количество биоцида на тот же объём жидкости.

Например: обычно вы откачиваете со дна цистерн приблизительно 400 литров воды. В этом случае, после откачки воды добавьте количество биоцида, который вы использовали для обработки на 400 литров воды, большее в 2...3 раза.

Поскольку биоцид плотнее топлива, он оседает на дно резервуара и растворяется в воде по мере её накопления. После заправки биоцида в топливной резервуар ему необходимо дать отстояться, чтобы не допустить перекачку топлива совместно с ним.

#### **1.5.2.3 Изменение цвета топлива (потемневшее топливо)**

В некоторых двигателях WEICHAI допускается появление в топливной системе или топливном баке топлива, цвет которого стал очень тёмным или практически чёрным.

**Причиной изменения цвета может служить следующее:**

- дизельное топливо было смешано с моторным маслом
- образование асфальтенов
- старение топлива

### **1.5.3 Топливные присадки на рынке**

На рынке присутствует множество различных присадок к топливу, большая часть которых обещает повышение мощности мотора, экономию топлива и т.д. Существуют добавки весьма специфические, например растворитель для чистки форсунок, стабилизатор устойчивости топлива на случаи длительного хранения, а также присадки для смазки цилиндров и клапанов.

Топливные присадки преследуют цели улучшить следующие характеристики:

- Экономия топлива (в силу удаления смолистых отложений в форсунках)
- Компенсация пониженных смазывающих свойств топлива
- Устойчивость топлива к окислению
- Очищение и удаление нагара
- Стабилизация топлива и связывание воды в топливном баке
- Защита от коррозии
- Улучшение цетанового числа

WEICHAI рекомендует вам избегать применение дополнительных присадок для топлива. Их следует использовать в особых обстоятельствах и с особой осторожностью по той причине, что они могут быть не совместимы с присадками, которые уже есть в топливе. Одни из присадок могут выпасть в осадок, оставив нагар в топливной системе. Вторые - могут способствовать заклиниванию рабочих механизмов, засорять и забивать топливные фильтры. Третьи -

способствовать появлению коррозии и быть вредными для уплотнений топливной системы. Кроме того, присадки могут повредить системы контроля эмиссии или значительно увеличить уровень серы в выхлопе, который может быть законодательно запрещенным для страны, в которой происходит эксплуатация автомобиля.

WEICHAI рекомендует использовать топливные присадки для биодизельного топлива или его смесей, специально для него предназначенных. Обратите внимание, что не все топливные присадки подходят для биодизельного топлива или его смесей. Ознакомьтесь с главой «Биодизельное топливо», где можно прочитать наши соответствующие комментарии.

Проконсультируйтесь с поставщиком топлива, если считаете, что какие-то топливные присадки вам действительно необходимы.

Неправильное и невнимательное применение присадок может принести больше вреда, чем пользы.

***Обратите внимание!***

***Присадки металлов могут вызывать сильный нагар в топливной системе. Применение таких присадок, в большинстве случаев, нас сильно огорчает.***

***Большинство присадок к дизельному топливу вряд ли смогут обеспечить эффективность мотора, чтобы Вы рисковали их применением.***

#### 1.5.4 Средства для чистки топливных систем дизельного двигателя

Очистители топливных систем для дизельного двигателя предназначены для комплексного обслуживания и чистки систем питания современных дизельных автомобилей. Они позволяют гарантированно решать такие проблемы, как затрудненный запуск двигателя, провалы и перебои в работе, неравномерность оборотов холостого хода и перерасход топлива. Смолистые отложения на распылителях форсунок и в топливном коллекторе нарушают правильную подачу топлива и ухудшают качество струи распыления, что снижает мощность и ведет к перерасходу топлива. Устранение загрязнений восстанавливает паспортные характеристики двигателя.

Таким образом очистители способствуют:

- Непосредственной очистке смолистых отложений и нагара
- Компенсации потерь мощности и экономии топлива
- Предотвращению появления черного дыма в результате не успевшего сгореть в камере сгорания топлива
- Предотвращению появления вновь образовавшегося нагара.

***Обратите внимание!***

***Использование очистителя топливной системы дизельного двигателя не снижает ответственность владельца, оператора или поставщика топлива за несоблюдение промышленных стандартов переработки и хранения топлива!***

WEICHAI рекомендует использовать очистители для двигателей, эксплуатация которых происходит на биодизельном топливе. Обратите внимание, что не все очистители подходят для биодизельного топлива и его смесей, поэтому обращайтесь внимание на указания, данные на упаковке.

#### 1.5.5 Парафин

Все виды топлива т.н. средней перегонки, такие как керосин, топочный мазут или дизель

содержат в своём составе парафиновые группы. Парафин представляет собой твердую воскоподобную смесь предельных углеводородов метанового ряда с температурой плавления от 40 до 60 градусов Цельсия. В естественном виде он содержится в сырой нефти, из которой перегоняются выше названные виды топлива.

Обычно дистиллятные топлива с более высокой температурой закипания обладают повышенной концентрацией парафина, нежели топлива с низкой температурой, как, например, керосин.

Положительным свойством наличия парафиновых групп является повышение скорости возгорания топлива. Недостаток более высокий — именно парафины являются причиной замерзания топлива при наступлении отрицательных температур.

Пока кристаллы малы, они проходят сквозь сетку топливного фильтра, и двигатель продолжает работать. При дальнейшем снижении кристаллы парафина начинают слипаться в агломераты, и наступает точка температуры предельной фильтруемости (ASTM D6371), при которой сгустки становятся настолько большими, что не проходят через фильтр, поступление топлива прекращается, машина останавливается. Это состояние наступает при температуре застывания топлива (ASTM D97).

У дистиллятных топлив с более высокой температурой закипания концентрация парафина как правило большая, нежели чем у топлив с низкой температурой (например, керосин).

### 1.5.6 Класс чистоты топлива

Редкая промышленная жидкость не содержит в себе частиц механических примесей.

Современные топливные системы были разработаны с целью снижения вредных выбросов в атмосферу и увеличения производительности двигателя. Такие технологии предъявляют повышенные требования к регулировке зазоров топливных форсунок, значения которых колеблются в пределах 2...5 микрон. Такие топливные системы работают на сверхвысоком давлении, значение которого достигает 2200 бар. Разумеется, что при таком давлении, маленькие механические частицы, которые несутся вместе с топливом от ТНВД, являются самым настоящим абразивом, факт наличия которого в топливном контуре представляет опасность для всей топливной системы.

Загрязнение топливной системы приводит к забиванию топливных фильтров и преждевременному износу компонентов впрыска топливной системы. И, в зависимости от размера частиц загрязнения, они могут:

- Увеличить износ рабочих поверхностей, сократив тем самым срок службы
- Вывести из строя компонент топливной системы, например форсунки
- Вывести из строя всю топливную систему вместе с двигателем.

Чистота топлива определяется размером частиц загрязнений и их количеством. Международной организацией по стандартизации (ISO) был разработан стандарт кодирования уровня загрязнения ISO 4406 (ГОСТ 17216-2001 «Чистота промышленная. Классы рабочих жидкостей» разработан на его основе).

Код представляет собой серию из трех классификационных чисел в формате (X/X/X), каждое из которых распределяют по числу подсчитанных частиц, содержащихся в одном 1 см<sup>3</sup> рабочей жидкости, размерами свыше 4, 6 и 14 микрон соответственно.

Это значит, что жидкость, которой согласно ISO 4406 присвоен класс частоты 18/16/13,

содержит:

18 - до 2,500 частиц, равных или больше 4 мкм (в 1 см<sup>3</sup> жидкости)

16 - до 640 частиц, равных или больше 6 мкм (в 1 см<sup>3</sup> жидкости)

13 - до 80 частиц, равных или больше 14 мкм (в 1 см<sup>3</sup> жидкости)

Исходя из опыта, производители двигателей и оборудования для топливных систем уверенно информируют, что попадание в топливный контур частиц размером свыше 4 и 6 особенно критично для надежной работы всей топливной системы.

### 1.5.7 Старение масел из-за хранения

Ознакомьтесь с п.1.5.2.2 «Микробиологические загрязнения» в данной главе.

Потемнение дизельного топлива по причине смешивания с маслом двигателя или асфальтенами не указывает на брак производителя и не является им. Данное топливо вполне пригодно для использования, если только цвет не поменялся в результате перегрева топлива, загрязнениями или выходом из строя систем фильтрации.

### 1.5.8 Отбор образцов топлива

WEICHAI рекомендует проводить периодический отбор проб дизельного топлива для того, чтобы убедиться в качестве его хранения и соответствии требованиям табл. 1,2 данного печатного издания. Тем самым Вы защитите компоненты двигателя и увеличите срок его службы.

Наши рекомендации, касающиеся отбора образцов топлива, подходят для всех, кто применяет резервуары для хранения и выдачи дизельного топлива. Оптимальная периодичность зависит от применяемого оборудования, режимов работы, региона и факторов внешней среды.

Учитывая многообразие факторов, которые следует учитывать, WEICHAI в качестве лучшего варианта рекомендует использовать приведенный ниже график. Стоит так же разработать совместно с поставщиком топлива план, который будет являться наиболее подходящим для каждой конкретной ситуации.

#### Периодичность отбора проб для испытаний

**WEICHAI рекомендует производить отбор проб ежеквартально, после цикла наполнения резервуара или после проведения процедур улучшения топлива, в зависимости от того, что наступит раньше.** Таким образом следует учитывать:

- Заполнение резервуара свежим топливом. Замену, частичну или полную
- Добавление присадок
- Смену поставщика топлива
- Монтаж нового оборудования
- Переход с топлива с низким содержанием серы на топливо с крайне низким содержанием
- Изменение смеси или концентрации биодизельного топлива
- Погодные изменения (температурные колебания, песчаные бури, сильные атмосферные осадки в виде дождя или снега и т.д.)

WEICHAI рекомендует производить отбор проб топлива непосредственно до того, как топливо пройдет через фильтроэлемент. Для химического анализа следует выбирать только профессиональные и сертифицированные учреждения.

### Рекомендации к испытательной лаборатории

WEICHAI рекомендует остановить свой выбор на лаборатории, прошедшей сертификацию согласно стандарту **ИСО 17025** (Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий) и имеющей необходимое оборудование и достаточный опыт в проведении испытаний согласно **таблице 2**).

Ответственностью клиента является понимание того, на каком топливе будет эксплуатироваться его техника.

Базовый список испытаний для отобранных проб, его периодичность и важность перечислены в таблице 3.

Таблица 3 - Периодичность испытаний образцов топлива

Характеристика	Периодичность	Значение
Класс чистоты рабочей жидкости (ISO 4406)	Каждый образец	Предотвращение быстрой коррозии компонентов системы впрыска
Содержание воды (ASTM D6304)	Каждый образец	Предотвращение коррозии / Предупреждение быстрого износа компонентов системы впрыска Предотвращение образования нагара
Обнаружение металлов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	Каждый образец	Предотвращение образования нагара, Обнаружение наличия моторного масла в топливе.
Точка помутнения	Ежегодно или с периодом смены сезона	Предотвращение компонентов фильтрации топливной системы от засоров
Содержание серы	Каждый образец	Предупреждение преждевременного износа системы впрыска. Предупреждение коррозии топливной системы и системы смазки
Имитация дистилляции	Каждый образец	Предупреждение преждевременного износа двигателя вследствие кавитации и ухудшения свойств моторного масла.
Термоустойчивость	Каждый образец	Предупреждение преждевременного износа системы впрыска. Предупреждение коррозии
Микробиологические загрязнения	Ежеквартально	Предупреждение коррозии, предупреждение засорения топливных фильтров
Определение смазывающей способности (ISO 12156/1 или ASTM D 6079)	Ежеквартально	Предупреждение преждевременного износа системы впрыска.

## 1.6 Биодизельное топливо

Биодизель, или биодизельное топливо — жидкое топливо, представляющее собой смесь моноалкильных эфиров жирных кислот. Биодизель получают из триглицеридов (реже свободных

жирных кислот) реакцией переэтерификации (этерификации) одноатомными спиртами (метанол, этанол и др.). Источником триглицеридов могут служить различные растительные масла или животные жиры.

Общеизвестно, что в зависимости от вида сырья, используемого для производства того или иного биотоплива, они подразделяются на поколения (биотопливо 1-го поколения, 2-го поколения и т. д.). Таким образом, в зависимости от используемого сырья можно говорить о биодизеле 1-го поколения (из сельскохозяйственных культур), биодизеле 2-го поколения (из жиросодержащих отходов) и о биодизеле 3-го поколения (из липидов микроводорослей). Наиболее распространенные сельскохозяйственные культуры для производства биодизеля в различных странах: ЕС — рапс; США — соя; Канада — канола (разновидность рапса); Индонезия, Филиппины — пальмовое масло; Филиппины — кокосовое масло; Индия — ятрофа, Африка — соя, ятрофа; Бразилия — касторовое масло. Также применяется отработанное растительное масло, животные жиры, рыбий жир и т. д.

Конечный продукт этерификации (согласно западной аббревиатуре: FAME) – биодизельное топливо, которое можно использовать в дизельных двигателях внутреннего сгорания. Без этерификации и удаления воды, растительные масла или жиры не подходят для использования в двигателях. 100% чистый продукт, произведенный данным методом, относится к биодизелю B100 или к т.н. биодизельному топливу без примесей.

Биодизельное топливо допускается смешивать с дистиллятным дизелем. Данные смеси используются как топливо. Самые доступные смеси это B5 (5% биодизеля, 95% дистиллятного дизеля) и B20 (20% биодизеля и 80% дистиллятного дизеля).

Стандарт США на дистиллятное топливо подразумевает в нём включение до 5% биодизеля (B5). На текущий момент любое дизельное топливо производства США может включать в себе биодизель в таком количестве.

Дистиллятное дизельное европейских стандартов, согласно EN 590, может так же включать в себя 5% биодизеля, а в некоторых странах – 7%.

***Обратите внимание!***

***Оператор несет ответственность за качество топлива. Топливо должно полностью соответствовать нормам принятых регламентов.***

WEICHAI не несет ответственности за оценку выбора биодизеля и его негативных воздействий на производительность двигателя, его ресурс или эмиссию выбросов в атмосферу в силу природной нестабильности чистого биодизельного топлива.

***Обратите внимание!***

***WEICHAI допускает использование биодизеля марок B6...B20, соответствующего последней версии стандарта ASTM D7467. Любые отказы двигателя, вызванные использованием некачественного топлива не являются заводским браком WEICHAI.***

## 1.6.1 Рекомендации по применению биодизеля

### Использование биодизельного топлива и гарантия

Гарантия WEICHAI распространяется на выход двигателя из строя только по причине брака производителя.

Затраты на ремонт двигателя и его последующую настройку, если исследование наших специалистов выявило выход из строя по причине использования биотоплива, не

удовлетворяющего общепринятым нормам, не покрываются гарантией WEICHAI.

### **Требования для биодизельного топлива**

#### **Образцы отработанного масла**

Для высоконагруженных моторов требуется определение периодичности замены масла. Образцы проб отработанного масла необходимо забирать на анализ каждые 250 моточасов. И так необходимо повторить как минимум три раза.

#### **Топливные сепараторы**

Биодизель может поглощать воду, которая способствует размножению грибков и микробов, из-за присутствия в нем моно и диглицеридов, оставшихся в результате ректификации. Поступление воды в бак должно быть ограничено, поэтому ёмкости для хранения топлива должны быть укомплектованы топливными сепараторами.

Заполняйте резервуары топливом после их опорожнения по возможности как можно скорее, чтобы снижать риски возможной конденсации. Предотвращение попадания воды в топливную систему всегда остается очень важным аспектом.

#### **Хранение биодизельного топлива**

Используйте биодизель не позднее 6 месяцев после даты его производства. Устойчивость к окислению биодизеля очень мала, что может вытекать в проблемы после долгосрочного хранения. Мы не рекомендуем применение биодизельного топлива в двигателях судов или генераторных установках. Заранее проконсультируйтесь с поставщиком топлива о добавлении присадков, повышающих устойчивость к окислению.

Низкая устойчивость к окислению биодизеля способствует процессам окисления и в топливной системе. Особенно это проявляется при высоких температурах окружающей среды.

#### **ВНИМАНИЕ!**

***ИЗБЕГАЙТЕ ПРОСТОЕВ ДВИГАТЕЛЯ, ЗАПРАВЛЕННОГО БИОДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ. МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ПРОСТОЯ – 3 МЕСЯЦА. В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ, ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА БУДЕТ ПОДВЕРЖЕНА ВЫСОКОМУ РИСКУ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ.***

Перед долгосрочной эксплуатацией мотора на биодизеле топливную систему необходимо отработать на чистом дистиллятном дизельном топливе в течение, как минимум, 30 минут.

Следует соблюдать условия хранения биодизельного топлива. Все складские и такелажные системы должны исправно работать и обслуживаться. Необходимо предупреждать рост микробов и грибков в ёмкостях. Для получения соответствующей помощи обратитесь к поставщику своего топлива.

#### **Теплоемкость**

По сравнению с традиционным дизельным топливом теплоотдача биодизеля сорта B100 меньше на 5...8%. Эксплуатация на биодизельном топливе B20 может ощущаться незначительным снижением мощности. Для избежание проблем, когда двигатель будет переведен на работу обратно на дистиллятное дизельное топливо, не производите никаких изменений в настройках работы топливной системы для того, чтобы компенсировать мощностные потери.

#### **Совместимость материалов**

Наши двигатели полностью совместимы со смесями биодизеля, вплоть до сорта B20. Так или иначе, необходимо принимать во внимание следующее:

При контакте с биодизелем натуральный каучук, бутил каучук и некоторые другие типы нитрильных каучуков могут ускоренному старению. Продолжительный контакт с медью, бронзой,

латунью, оловом, свинцом и цинком чреват сильным окислением и коррозией последних. Поэтому, следует избегать применения этих материалов и покрытий для топливных баков и топливопроводов. Применение фитингов и соединительной арматуры из этих металлов допускается.

### **Низкие температуры**

Следует отметить, что свойства биодизеля меняются при низких температурах окружающей среды, что может накладывать проблемы на его хранение и эксплуатацию. При понижении температуры окружающей среды биодизельное топливо следует хранить в отапливаемом резервуаре. Возможно, этой системе может потребоваться прогрев трубопроводов и фильтров. Топливо может застыть при низких температурах. При температуре ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  рекомендуется применение обогревателей. Обратитесь к поставщику своего топлива для получения информации о параметрах биотоплива и его точке помутнения.

### **Микробиологические загрязнения**

Биодизель – отличная среда для роста микробов, из-за которых в топливной системе происходит коррозия, а фильтры забиваются. Эффективность обработки биодизеля биоцидами в настоящий момент не изучена. Свяжитесь со своим поставщиком топлива, чтобы он помог Вам по данному вопросу.

## **1.6.2 Дополнительные требования к обслуживанию**

Картер двигателя и выхлопная система может подвергаться химической коррозии из-за попадания паров биодизеля вследствие его высокой летучести. В топливе могут так же присутствовать такие агрессивные вещества как фосфор и щелочные металлы (натрий, калий, кальций и магний).

С высокой летучестью биодизеля связан так же тот факт, что при использовании биодизеля или его смесей масло в картере может разбавляться. Влияние биодизеля на систему смазки моторным маслом, в котором присутствует биодизель, на текущий момент не изучено. **Анализ отработанного масла при работе на биодизеле марки B20 (20% биодизеля) – очень желателен. Для смесей, содержащих в себе больший процентный состав биодизеля - он обязателен.**

Биодизельное топливо содержит металлические примеси (фосфор, натрий, кальций и магний), которые остаются в топливной системе продуктами золы после сгорания топлива. Эта зола может повлиять на работоспособность и срок службы датчиков и контроллера эмиссии выхлопов.

## **1.6.3 Образование нагара в топливной системе**

Эксплуатация двигателя на биодизеле всегда чревата образованием нагара внутри топливных форсунок. В результате сужения проходных сечений форсунок ухудшается подача топлива и, как следствие, теряется мощность.

Для удаления нагара следует использовать специальный очиститель. Для выбора очистителя проконсультируйтесь с поставщиком Вашего топлива.

### **Рекомендации**

При использовании биодизельного топлива, которое соответствует требованиям, перечисленным в нашей спецификации, последней версии американского стандарта ASTM

D6751 или европейского стандарта EN 14214, появление проблем малоожидается.

**Обратите внимание!**

**Рекомендации, касаемые биодизеля марки B100 так же применимы к B2, B5, B20 и т.д.**

**Информация, представленная в этой таблице, относится к биодизельному топливу и его смесям.**

Таблица 4 – Риски и особенности эксплуатации, связанные с применением биодизеля

Риски и особенности эксплуатации, связанные с применением биодизельного топлива различных сортов				
Пункт	Риск и особенности	B5	B6-B20	B21-B100
1	Риск необходимости частой замены масла двигателя	Незначительный	Низкий	Средний
3	Риск необходимости замены топливных фильтров	Незначительный	Средний	Высокий
4	Абсолютная чистота фильтрации	≤4 мкм	≤4 мкм	≤4 мкм
5	Потери по мощности	Как ДТ	Малозаметные 1-2 %	Ощутимые 5-8 %
6	Совместимость с эластомерами	Низкая	Средняя	Высокая
7	Риски связанные с эксплуатацией в условиях низких температур	Средние	Средние	Высокие
9	Склонность к нагару в топливной системе	Низкий	Средний	Высокий
10	Продолжительность хранения	Как у ДТ	8 месяцев	4 месяца
11	Использование в двигателях с ограниченным ресурсом	Позволяется	Не допустимо	Не допустимо
12	Риски микробиологического загрязнения	Средние	Высокие	Высокие
13	Необходимость удаления воды	Средняя	Высокая	Высокая
14	Возможность удаления воды	Средняя	Высокая	Высокая
15	Совместимость с резиновыми уплотнениями	Высокая	Средняя	Низкая
16	Несовместимость с металлами	Низкая	Средняя	Высокая

Рекомендуется проводить испытания образцов топлива после 4 месяцев хранения. Они включают в себя испытания на устойчивость к окислению, кислотность, вязкость и отложения. Испытания для сорта B100, который хранится свыше 2 месяцев должны проводиться с периодичностью раз 2 недели. Испытания – те же, что и для сорта B20. Для хранения сорта биодизельного топлива B100 на период длитльнее 4 месяцев необходимо добавить соответствующие присадки, по которым Вас сможет проконсультировать ваш поставщик топлива. Температура хранения сорта B100 должна быть на 3...6 °С выше его точки помутнения.

#### Пояснения

1. Эксплуатация двигателя на биодизеле негативно сказывается на периодичности замены масла. Анализ отработанного масла поможет вам определить оптимальную частоту замены.

2. Уточните у производителя фильтров, совместимы ли материалы фильтроэлементов с биодизелем.

3. Переход на биодизельное топливо способствует появлению многочисленных нагаров в топливной системе. Это необходимо учесть и производить замену фильтров чаще.

4. Биодизель необходимо фильтровать с абсолютной чистотой 4 мкм. Топливо должно

пройти через фильтр, установленный на заправочной колонке, перед тем как попасть в топливный бак. Данная чистота фильтрации должна соблюдаться во всей системе хранения и заправки биодизельного топлива.

5. По сравнению с дистиллятным дизелем, чистый биодизель производит на 5...8 процентов меньше энергии, что ощущается потерей мощности. Не производите никаких корректировок системы впрыска топлива. Это может повлиять на эмиссию и стать причиной нарушения экологических норм.

6. Совместимость биодизеля с эластомерами на текущий момент только начала исследоваться в научном аспекте. Состояние уплотнений и рукавов должно проверяться регулярно. Биодизель может размягчать или состаривать резину, увеличивая тем самым риск утечек. Чем выше процентное содержание биодизеля в топливной смеси – тем выше этот риск.

В двигателях Weichai установлены уплотнения из фтористой резины Viton и кольцевые уплотнения из того же типа резины. Фтористая резина с биодизелем совместима.

Рукава из бутадиен-нитрильного каучука, которые используются для перекачки топлива в некоторых топливных линиях, с биодизелем не совместимы. Следите за состоянием рукавов и, по необходимости, заменяйте их на новые. По необходимости произведите монтаж рукавов из других материалов.

7. Хранение биодизеля при низкой температуре связано с определенными проблемами. Для хранения биодизеля необходимо размещение ёмкости с топливом в теплом отапливаемом помещении или в емкости с конструктивным обогревом всех её составных частей. Проконсультируйтесь с поставщиком вашего топлива.

8. Характеристики исходного материала, из которого был изготовлен биодизель, влияют на характеристики топлива. Особенно важны температура замерзания и устойчивость к окислению. Температура замерзания влияет на забивание фильтров, а устойчивость к окислению так или иначе влияет на нагар в топливной системе. Проконсультируйтесь со своим поставщиком топлива.

9. Плохая стабильность к окислению приводит к окислению металлов, из которых сделаны компоненты топливной системы. Двигатели эксплуатируются на высоких температурах, поэтому окисление может быть скоротечным. Окисление приведёт к нагарам.

Плохая устойчивость к окислению сказывается и на долгосрочном хранении биотоплива. Биодизель необходимо использовать в строго отведенные ему сроки с момента производства. Чтобы убедиться в качестве, необходимо провести соответствующие испытания, включающие в себя испытания на окисление, уровень кислотности, и т.д. На рынке представлены коммерческие присадки, которые рекомендуется применять для улучшения стабильности. Сорт B20 (без добавленных присадок) позволяет хранить вплоть до 6 месяцев. Если вы экапой сорт, - рекомендуется произвести его испытание после 3 месяцев хранения и, после этого, проверять ежемесячно чтобы убедиться, что с топливом все в порядке.

Сорт B100 хранится до 4 месяцев. Анализ топлива на его пригодность необходимо проводить после 2 месяцев хранения, далее - каждые две недели. Существуют добавки, которые позволяют хранить сорт B100 свыше 4 месяцев. Проконсультируйтесь со своим поставщиком топлива. Температура хранения сорта B100 должна быть на 3...6 °C выше его точки помутнения.

10. В связи с недолгосрочностью хранения существуют ограничения использования биотоплива в различных сферах. Так, биодизель не рекомендуется использовать в качестве топлива для дизельных двигателей промышленных генераторов. Другим примером являются

автомобили скорой помощи. Для таких сфер применения используют биодизель, устойчивость к окислению которого, больше десяти часов по стандарту EN 14212.

11. Биодизель - прекрасная среда для размножения микробов, грибков и спор. Микробиологические загрязнения вызывают коррозию топливной системы и ведут к засорению топливных фильтров.

12. Вода подлежит тщательному удалению из топливных резервуаров. Вода является питательным веществом для микробов и ускоряет их рост.

13. Утечки биодизеля в картер могут оказать негативное влияние на уплотнения, установленные там. Будьте бдительны.

14. Биодизель окисляет цветные металлы и подвергает их коррозии.

#### **Перед консервацией**

Перед консервацией двигателей, которые работают с периодичностью (например, сезон), топливная система и топливные ёмкости должны поработать на чистом дистиллятном дизельном топливе. Необходимо, чтобы двигатель работал, пока уровень топлива в баке не упадет практически до дна. Затем необходимо заполнить топливный бак высококачественным дистиллятным дизельным топливом и повторить эту процедуру как минимум несколько раз.

Если дистиллятного дизельного топлива нет в хозяйстве, повторите вышеописанную процедуру с топливной смесью B5, в которой содержание биодизеля не превышает 5%.

### **1.6.4 Испытания WEICHAI для проверки качества биодизеля**

Конечная смесь биодизеля должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 5.

Чистое биодизельное топливо B100 состоит из метиловых эфиров жирных кислот и рассчитано на то, что при смешивании с дистиллятным дизельным топливом будет обеспечивать удовлетворительную производительность при температурах окружающей среды до минус 12°C.

Удовлетворительное прохождение испытания ASTM D6751 полученной смеси не гарантирует отсутствием проблем с топливом в холодных условиях, но топливная смесь, в которую будет включено топливо, не прошедшее данное испытание, гарантированно забьёт все топливные фильтры при температуре ниже -12° C.

Таблица 5 - Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества биодизельного топлива

<b>Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества биодизельного топлива</b>				
<b>Характеристика</b>	<b>Стандарт США</b>	<b>Международный стандарт</b>	<b>Единицы измерения</b>	<b>Значения</b>
Лабораторный метод определения плотности с использованием ареометра	ASTM D1298	ISO 3675	г/м <sup>3</sup>	0.86...0.90
Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости	ASTM D445	ISO 3104	мм <sup>2</sup> /с (сСт)	1.9...6.0
Определения температуры вспышки	ASTM D93	ISO 3679	°С	Мин. 93
Определение температуры застывания	ASTM D97	ISO 3016	°С	На 6°С ниже T <sub>окр. ср.</sub>
Точка помутнения	ASTM D2500		°С	-
Определение содержания серы	ASTM D5453	ISO 20846 ISO 20884	%, вес	Макс. 0.0015
Перегонка -10 % Выпаривание -90 % Выпаривание	ASTM D1160		°С	360
Определение углеродистого остатка кокса (CCR)	ASTM D4530	ISO 10370	%, вес	Макс 0.05
Цетановый номер	ASTM D613	ISO 5165		Мин. 45
Определение содержания сульфатной золы	ASTM D874	ISO 3987	%, вес	Макс. 0.02
Определение содержания воды. Метод кулонометрического титрования по Карлу Фишеру	ASTM D2709	ISO 12937	%, содержание	Макс. 0.05
Определение коррозионного воздействия на медную пластинку	ASTM D130	ISO 2160	-	№1
Определение окислительной стабильности (в условиях ускоренного окисления)	EN 14112	EN 14112	часов	Мин. 3

Таблица 5 (продолжение)

<b>Перечень испытаний WEICHAI для проверки качества биодизельного топлива</b>				
<b>Характеристика</b>	<b>Стандарт США</b>	<b>Межд. стандарт</b>	<b>Единицы измерения</b>	<b>Значения</b>
Определение содержания эфиров и метилового эфира линоленовой кислоты	EN 14103	EN 14103	Содержание, %	Мин. 97.5
Определение кислотного числа	ASTM D664	EN 14104	мг KOH/гр	Макс. 0.5
Определение содержания метанола	EN 14110	EN 14110	Содержание, %	Макс. 0.2
Определение содержания моноглицерида	ASTM D6584	EN 14105	% вес	Макс. 0.8
Определение содержания диглицерида	ASTM D6584	EN 14105	% вес	Макс. 0.2
Определение содержания триглицерида	ASTM D6584	EN 14105	% вес	Макс. 0.2
Определение содержания свободного глицерина	ASTM D6584	EN 14105	% вес	Макс. 0.02
Определение содержания общего глицерина	ASTM D6584	EN 14105	% вес	Макс. 0.24
Содержание фосфора	ASTM D4951	EN 14107	% вес	0.001
Определение содержания Ca, K, Mg и Na методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой	EN 14538	EN 14538	Промилле	Макс. 5
Определение потенциального застывания топлива путем фильтрации топлива через прохладную губку	ASTM D7501	-	Сек.	Макс. 360
Чистота рабочей жидкости	ASTM D7619	ISO 4406	-	(1)

(1) Класс рабочей жидкости, заправляемой в топливный бак: 18/16/13 или выше согласно стандарту ISO 4406 или ASTM D7619.

**Обратите внимание!**

**Биодизельное топливо, которое допускается смешивать с дистиллятным дизельным топливом должно удовлетворять требованиям европейского стандарта EN 14214 (Топливо для двигателей внутреннего сгорания. Метиловые эфиры жирных кислот FAME для дизельных двигателей) или американскому стандарту ASTM D6751 с такими же требованиями.**

## 2 Моторное масло

### 2.1 Основная информация о моторном масле

Моторное масло - это масло, которое служит для смазывания компонентов поршневого двигателя внутреннего сгорания. Когда двигатель останавливается, масло стекает в масляной поддон картера. Когда двигатель работает, моторное масло подается системой смазки в двигатель, выполняя следующее:

- Уменьшение износа рабочих деталей
- Отвод тепла от горячих деталей
- Поддержание чистоты двигателя
- Предотвращение образования ржавчины и коррозии

#### **Анализ расходов**

Расходы на моторное масло определяются следующими факторами:

- Его потребление в процессе работы двигателя
- Анализы проб отработанного моторного масла
- Замена моторного масла на новое
- Утилизация отработанного масла.

На обслуживание системы смазки двигателя расходы обычно составляют приблизительно от 10 до 20 процентов от общей стоимости затрат обслуживания двигателя. Этот процент зависит от конструкции двигателя, вида потребляемого топлива, загрузки двигателя и технического обслуживания.

На срок службы моторного масла влияет температура системы охлаждения, длительность работы при нагрузках и общее состояние составных компонентов двигателя.

Расходы на техническое обслуживание могут значительно увеличиться из-за использования некачественного или неподходящего моторного масла. Недостаточная смазка разрушает исполнительные механизмы и приводит к дорогостоящим и незапланированным простоям.

#### **Риски в случае выбора неподходящего типа масла:**

- Задиры и нагар на гильзах цилиндров
- Выкрашивание, абразивный износ подшипников
- Нагар на клапанах, который может привести к их заклиниванию и скалыванию
- Нагарообразование в турбине

Для уменьшения расходов на моторное масло и систему смазки мы рекомендуем использовать только качественные моторные масла, которые помогают в следующем:

- Стойкость к пенообразованию в системе смазки
- Защита от задилов в гильзах цилиндров
- Защита клапанов – запорных элементов и их сёдел
- Поддержание чистоты гильз цилиндров
- Защита от задилов и износа поршней.

## 2.2 Защита окружающей среды

### **Предотвращение пролива отработанного масла.**

Не сливайте отработанное масло на землю. Предварительно приготовьте подходящий поддон с запасом по объёму. Чтобы предотвратить риски загрязнений, убедитесь в том, что масло не попадает на грунт и не стекает в сточные воды.

### **Сбор пролитого масла.**

Если масло льется на землю, постарайтесь прекратить утечку, если вы в силах сделать это без риска. Вытрите пролитое масло подходящей тканью или ветошью. Обработайте место попадания масла на почву подходящими абсорбентами.

Разлив в воду. Постарайтесь прекратить утечку. Соберите масло с верхних слоёв воды. Если вы собрались обработать место утечки диспергентами, предварительно обратитесь за советом к специалисту.

Если у Вас не удастся остановить утечку, соорудите препятствие. Постарайтесь предотвратить попадание масла в воду, канализацию, подвалы или закрытые помещения.

### **Утилизация отработанного масла.**

Всегда утилизируйте отработанное масло через сертифицированную организацию. Обратитесь к WEICHAI за помощью.

### **Обратите внимание!**

***Смазочные материалы содержат отравляющие вещества, опасные для окружающей среды.***

## 2.3 Хранение моторного масла

### **Емкости**

- Храните моторное масло в правильно подписанных ёмкостях. Исключите допуск посторонних лиц к местам хранения масла.

- Сохраняйте оригинальные емкости (бочки, канистры и т.д.) или используйте для хранения аналогичные. Держите ёмкости всегда герметичными, плотно закрытыми.

- Не храните масло в открытых и немаркированных емкостях

- Емкости которые были открыты, нужно держать плотно закрытыми и быть с ними внимательным, чтобы не допустить утечек.

### **Требования к хранению:**

- Хранить при температурах плюс 5...25°C.

- Хранить моторное масло в сухих прохладных и хорошо проветриваемых помещениях.

- Не подвергать воздействию прямых солнечных лучей. Не подвергать нагреванию.

- Держать вдали от источников огня.

- Иключить попадание воды и влаги. Если единственное место хранения - улица, накрыть емкости влагозащитными материалами во избежание попадания атмосферных осадков.

- Концентрация паров в закрытых помещениях может привести к образованию взрывоопасной среды.

- В местах хранения масла запрещается прием пищи, выпивка и курение.

### **Обратите внимание!**

***Храните моторное масло согласно правилам и законам вашей страны.***

## 2.4 Назначение моторного масла

Основные назначения моторных масел в двигателе – снижение трения рабочих деталей, их охлаждение, защита от коррозии, снижение шума и вибрации, защита двигателя от отложений загрязняющих веществ.

### Смазывание

Главная задача моторного масла – смазывание рабочих движущихся частей. Масло создает тонкую пленку между соприкасающимися металлическими поверхностями и предотвращает их контакт, не допуская работу в условиях сухого трения. В результате недостаточного количества масла происходит контактное трение рабочих поверхностей, что приводит к нагреву деталей, их истиранию, образованию задиров и зарепин или даже заеданиям и заклиниваниям.

### Износ стальных поверхностей

Современные масла содержат противозадирные присадки. При высоком давлении они видоизменяют свою структуру и взаимодействуют со стальными поверхностями, предотвращая их прямой непосредственный контакт.

### Моющие свойства

Моющие (моющие-диспергирующие) свойства характеризуют способность моторного масла обеспечить необходимую чистоту поверхностей деталей поршневой группы, удерживая продукты окисления и загрязнения во взвешенном состоянии, т.е. в объеме циркулирующего масла.

**Защита от коррозии:** Химические соединения, образующиеся в результате взаимодействия металла и коррозионной среды, называют продуктами коррозии. Продукты коррозии могут оставаться на поверхности металла в виде оксидных плёнок, окалины или ржавчины. В зависимости от степени адгезии их к поверхности металла наблюдаются различные случаи. Например, ржавчина на поверхности железных сплавов образует рыхлый слой, процесс коррозии распространяется глубоко в металлы и может привести к образованию сквозных язв и свищей.

Ингибирующие коррозию добавки обеспечивают защитный барьер, изолируя металлы от кислорода и снижая риск их коррозии.

**Окисление:** Первой причиной коррозии металлов является их термодинамическая неустойчивость в различных средах при данных условиях, т. е. самопроизвольный переход атомов металла в более устойчивое окисленное состояние за счет изменения термодинамического потенциала системы.

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

**Охлаждение:** Моторное масло функционирует как носитель теплообмена и помогает охлаждать внутренние компоненты двигателя, которые не может остудить система охлаждения. Тепло передается маслу через контакт с различными деталями, а затем передается в систему первичного охлаждения на масляном радиаторе.

**Уплотнение:** Две важнейшие функции моторного масла — отвод тепла от деталей и уплотнение зазоров в их сопряжениях — тесно связаны. При плохом уплотнении цилиндра резко увеличивается прорыв картерных газов, разрушающих масляную пленку на деталях ЦПГ и способствующих их перегреву. В этом случае температура компрессионных колец может быть значительно (на 20—30°C) выше соседних участков поршня, и теплопередача от поршня через

кольца к цилиндру резко ухудшится. Эффективное уплотнение газового стыка — необходимое условие для надежного пуска двигателей, повышения их мощностных показателей, снижения дымности, токсичности, интенсивности загрязнения масла и т.д.

## 2.5 Категории моторного масла

### 2.5.1 Классификация масел по вязкости SAE

Правильный выбор масла по классификации основан на минимальной и максимальной температуре окружающей среды, при которых происходит холодный пуск двигателя и его эксплуатация.

Для двигателей необходимо применять масла с оптимальной вязкостью, величина которой зависит от конструкции, режима работы, степени износа, температуры окружающей среды и других факторов.

Вязкость моторного масла, во-первых, является показателем его смазывающих свойств, так как от вязкости зависит качество смазывания и распределение масла по поверхностям трения.

Во-вторых, от вязкости зависят потери энергии при работе двигателя. Чем выше вязкость, тем толще масляная пленка и надежнее смазывание, но тем больше потери мощности на преодоление сопротивления жидкостного трения.

В настоящее время единственной признанной в зарубежных странах системой классификации автомобильных моторных масел является спецификация **SAE J300** общества автомобильных инженеров США (*Society of Automotive Engineers*).

**Класс SAE** говорит о диапазоне температуры окружающей среды, при которой масло обеспечивает надежный запуск двигателя, прокачивание масла под давлением системой смазки при холодном пуске в режимах, не допускающих сухого трения в узлах, надежное смазывание летом при длительной работе двигателя при максимальных режимах нагрузки.

Таблица 6 - Категории вязкости SAE

№	Категория SAE	Температура окружающей среды	
		Мин.	Макс.
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 Моторные масла для дизельных двигателей

### Классификация масел по API

API – классификация Американского Института Нефти, профессионального заведения, которое занимается исследованием нефтепродуктов. У классификации, существующей в том виде, в котором она сейчас, своя длительная история. Категории масел API были установлены по согласованию с ASTM (американское общество по испытанию материалов) и SAE (общество американских автомобилистов). Первый стандарт API был принят и опубликован в 1924. Для дизельных двигателей API классифицирует масло по следующим категориям:

#### CF-4 (устарел)

Для высокооборотистых, четырехтактных, безнаддувных и наддувных двигателей. Может применяться вместо масел классов CD и CE. Введен в 1990-ом году.

#### CG-4

Для тяжело нагруженных высокооборотистых четырехтактных двигателей, работающих на топливе с содержанием серы ниже 0.5%.

#### CH-4

Введен в 1998 году. Для высокооборотистых четырехтактных двигателей, соответствующих нормам выброса, установленными в 1998-ом году регламентами эмиссии. Для работы на топливе с содержанием серы до 0,5%.

#### CI-4

Введен в 2002 году. Для двигателей, удовлетворяющих нормам выброса, введенных в 2004-ом. Масла этого класса разработаны для двигателей с системой рециркуляции выхлопных газов (EGR) и работающих на дизтопливе с содержанием серы до 0,5%.

#### CJ-4

CJ-4 – класс для двигателей, работающих на дизельном топливе с крайне низким содержанием серы. Введен в 2006-ом году.

#### CK-4, FA-4

Стандарты CK-4 и FA-4 были утверждены в 2016-ом году. Новая категория полностью основана на предыдущей CJ-4, при этом было добавлено два новых испытания (на окисление и аэрацию). Стандарт распространяется на последние модели двигателей с сажевым фильтром, работающих на топливе с крайне низким содержанием серы.

### Система сертификации API

API разработал профессиональную систему для оценки и классификации моторных масел. Система включает в себя лабораторные испытания и испытания на двигателях.

Лабораторные тесты включают в себя испытания на измерение вязкости, показателей температуры и пределов сдвига, тесты на летучесть, пенообразование и другие (представлены в таблице 7).

Кроме того, отдельной категорией испытаний является упомянутые выше испытания на двигателях, которые включают в себя тесты Mack T-8E, Mack T-9, Cummins M-11, Caterpillar 1P, Caterpillar 1K и другие (так же представлены в таблице 7).

Таблица 7 - Категория испытаний масел для дизельных двигателей. Классификация СК-4 и FA-4 (API)

Описание испытания	Испытание	Предмет испытаний		Единицы измерения	Допустимые значения
<b>1. Лабораторные испытания для API СК-4 и API FA-4</b>					
1.1 Класс вязкости		SAE J300		-	xW-3, xW-40
1.2 Температура сдвига	ASTM D4683 ASTM D4171 ASTM D5481	Вязкость при 150°C: мин. xW-30, степень макс. xW-30, степень xW-40, степень		мПа·с мПа·с мПа·с	Мин. 3.5 н/д По SAEJ300
1.3 Сопротивление сдвигу	ASTM D7109	KV после 90 прохода, сдвиг при 100°C, мин. xW-30 0W-40 xW-40 Вязкость HTHS при 150°C степень мин. xW-30		мм <sup>2</sup> /с мм <sup>2</sup> /с мм <sup>2</sup> /с мПа·с	Мин. 9.3 Мин. 12.5 Мин. 12.8 Мин. 3.4
1.4 Химические пределы (не критичные)	ASTM D4951 ASTM D4951 ASTM D874	Массовая доля фосфора Массовая доля серы Массовая доля сульфатного зольного остатка		% % %	Макс. 0.12 Макс. 0.4 Макс. 1.0
1.5 Тест на летучесть	ASTM D5800	Потери испарением при 250°C, макс.		%	Макс. 13
1.6 Пенообразование	ASTM D892	Вспенивание / осаждение, макс. Последовательность I Последовательность II Последовательность III		Мл Мл Мл	Макс. 10/0 Макс. 20/0 Макс. 10/0
1.7 Стендовое испытание коррозии при температуре 135°C.	ASTM D6594	Медь, увеличение отработанного масла, макс. Свинец, увеличение отработанного масла, макс. Показатель пробы медной пластинкой, макс.		мг/кг мг/кг мг/кг	Макс. 2 Макс. 120 Макс. 3
1.8 Совместимость уплотнений (ASTM D7216)	ASTM D7216  Нитрил (NBR) Силикон (VMQ) Полиакрилат (ACM) Фторэл. (FKM) Vamax G	Изменение объема, %	Твердость	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

Таблица 7 (Продолжение)

Требования	Метод	Свойства		Значения		
		Номинальные значения	Единица измерения	Первичные критерии качества		
				1-ый тест	2-ой тест	3-ий тест
2.1 Mack T-11	ASTM D7156	TGA% сажи при @4.0 сСт TGA% сажи @12.0 сСт TGA% сажи@15.0 сСт	% % %	Мин. 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
2.1a Проверка на нагар / MRV	ASTM D6896	Образец по Mack T-11 или T-11A Динамическая вязкость, Вязкость при 20°C	сП Па	25,000 макс. <math>\leq 35</math> макс.		
2.2 Mack T-12	ASTM D7422	Потеря массы верхнего кольца Износ прокладки цилиндра	мг м	<math><35</math> -	Макс. 105 Макс. 24	Макс. 105 Макс. 24
2.3 Cummins ISB	ASTM D7484	Потеря массы толкателя ползуна Износ выступа кулачка Потеря массы ползуна	мг мкм мг	Макс.100 Макс. 55 Отчет	Макс.108 Макс. 59 Отчет	Макс.112 Макс. 61 Отчет
2.4 Cummins ISM	ASTM D7468	Оценка качества Потеря массы верхнего кольца	Качество мг	Мин. 1000 Макс. 100	Мин.1000 Макс. 100	Мин. 1000 Макс. 100
2.5 Caterpillar 1N	ASTM D6750	Средние дефекты (WDN), макс. Заполнение верхней канавки (TGF) Тяжелые углероды (TLHC), макс. Расход масла, (0 ч – 252 ч), макс. Истирание поршней, колец гильзы Проскальзывание колец гильзы	Дефекты % % г/кВатт-час	<math><286.2</math> Макс. 20 Макс. 3 0.54 Нет Нет	<math><311.7</math> Макс. 23 Макс. 4 0.54 Нет Нет	<math><323.0</math> Макс. 25 Макс. 5 0.54 Нет Нет
2.6 Caterpillar C13	ASTM D7549	Оценка качества, мин. Застревание нагретых колец	Качество	>1000 нет	>1000 нет	>1000 нет
2.7 Сопротивление окислению	ASTM D8047	Средняя аэрация, 40... 50 ч, макс.	%	<math><11.8</math>	<math><11.8</math>	<math><11.8</math>
2.8 Проверка износостойкости следящего ролика	ASTM D5966	Средний износ штифта, макс.	(нм)	<math><7.6</math>	<math><8.4</math>	<math><9.1</math>
2.9 Volvo T-13	ASTM D8048	T-13 FTIR пиковое окисление, абс. Рост кинематической вязкости при 40° C (300 -360 ч), макс. Средний расход масла, 48...192 ч.	см <sup>2</sup> % г/ч	125 75 Отчет	130 85 Отчет	133 90 Отчет

### Классификация масел по ACEA

ACEA - аббревиатура от “**European Automobile Manufacturers Association**” (Европейская ассоциация производителей автомобилей) представляет сертификацию моторного масла по применению и работе, и учитывает требования 15 автопроизводителей (BMW, DAF, Daimler-Crysler, Fiat, Ford, GM-Europe, Jaguar Land Rover, MAN, Porsche, PSA Peugeot Citroen, Renault, SAAB-Scania, Toyota, Volkswagen, Volvo).

Новая классификация делит масла на три класса по типу двигателей: А (бензиновые), В (легкие дизельные) и Е (тяжело нагруженные дизельные двигатели).

Каждый класс подразделяется на категории различного уровня эксплуатационных свойств:

**Моторные масла для бензиновых и дизельных двигателей:** А3/В3, А3/В4 и А5/В5

**Моторные масла для бензиновых и дизельных двигателей соответствующих последним ужесточенным требованиям по эмиссии выхлопа. Моторные масла для двигателей с катализаторами и сажевыми фильтрами:** С1, С2, С3, С4, С5.

**Моторные масла для высоконагруженных дизельных двигателей:** Е4, Е6, Е7, Е9.

Таблица 8 - Категория испытания масел для дизельных двигателей. Классификация ACEA E

Требования	Метод испытаний	Свойства	Ед.	Значения				
				E4	E6	E7	E9	
<b>1. Лабораторные испытания ACEA E</b>								
1.1 Вязкость		Согласно SAE J300		Никаких ограничений, кроме сопротивления сдвига и требований HTHS. Требования к вязкости могут быть связаны с температурами эксплуатации.				
1.2 Определение сопротивления сдвигу	CEC L-014-93 ASTM D6278 ASTM D7109	Кинематическая вязкость при 100°C, 30 циклов	мм <sup>2</sup> /с	В допустимых пределах				
	ASTM D7109	Кинематическая вязкость при 100°C после 90 циклов	мм <sup>2</sup> /с	Остается в пределе				
1.3 HTHS. Вязкость температурного сдвига	CEC L-036-90	Дин. вязкость при 150°C и скорость сдвига при 10 <sup>6</sup> с <sup>-1</sup>	мПа с	≥3.5				
		Дин. вязкость при 100°C и скорость сдвига 10 <sup>6</sup> с <sup>-1</sup>	мПа с	Отчет				
1.4 Тест на летучесть	CEC L-040-93	Макс. потеря веса после 1 часа при 250°C	%	≤13				
1.5 Определение сульфатированной золы	ASTM D874	-	% м/м	≤2.0	≤1.0	≤2.0	≤1.0	
1.6 Фосфор	ASTM D5185	-	% м/м		≤0.08		≤0.12	
1.7 Сера	ASTM D5185	-	% м/м		≤0.3		≤0.4	
1.8 Совместимость с эластомерами	CEC L-112-16	Максимальные изменения характеристик		RE6	RE7	RE8	RE9	
		Предел прочности	%	Отчет	Отчет	Отчет	Отчет	
		Относительное удлинение	%	-70/+20	-65/+15	-51/+9	-65/+19	
		-Изменение объема	%	-5.5/+2.1	-1.8/+8.9	0/+12	-2.5/16	
1.9 Характеристика вспенивания	ASTM D892	Стабильность	мл	Последовательность I (24°C)			10/0	
			мл	Последовательность II (94°C)			20/0	
			мл	Последовательность III (24°C)			10/0	
1.10 Вспенивание при высоких температурах	ASTM D6082	Стабильность	мл	Последовательность IV (150°C)			200-50	
1.11 Окисление	CEC L-085-99	Прод-ть сопротивления	мин	≥65				
1.12 Коррозия	ASTM D6594	Увеличение меди	%	Отчет		Отчет	≤20	
		Увеличение свинца	%	Отчет		≤100	≤100	
		Медная полоса	Макс.	Отчет		Отчет	3	
1.13 Определение щелочного числа	ASTM D2896		мг КОН/г	≥12	≥7	≥9	≥7	
1.14 Перекачиваемость в условиях низких температур	CEC L-105-12	MRV Предел текучести	мПа.с Па	Согласно SAE J300				
1.15 Окисление масла биодизелем	CEC L-109-16	Увеличение окисления, KV100	A/см	≤90	≤80	≤120	≤90	
			%	≤130	≤130	≤300	≤150	
<b>2. Моторные испытания ACEA E</b>								
2.1 Износ	OM646LA	Износ кулачка	нм	≤140	≤140	≤155	≤155	
2.2 Сажа, Продолжительность <300ч	Mack T-8E	Относительная вязкость при 4.8% и 50% потеря сдвига 1 тест/2 тест/3 тест, среднее	По п.п.	2.1/2.2/2.3				
2.3 Полировка	OM501LA	Чистота поршня, средняя	Знач.	≥26	≥26	≥17	≥17	
		Полировка стенок цил.	%	≤1.0	≤1.0	≤2.0	≤2.0	
		Потребление масла	кг/т	≤9	≤9	≤9	≤9	
		Осадок в двигателе	Знач.	отчёт	отчёт	отчёт	отчёт	
2.4 Износ из-за сажи	Cummins ISM	Оценка качества	мг				≤7.1	
		Потеря массы верхнего кольца	кПа				≤19	
		Осадок в двигателе	Знач.				≥8.7	
		Среднее значение потерь	мг				≤49	
2.5 Потеря массы верхнего кольца	Mack T12	Оценка качества	Знач.		≥1000	≥1000	≥1000	
		Износ прокладки цилиндра	нм		≤26	≤26	≤24	
		Потеря массы верхнего кольца	мг		≤117	≤117	≤105	
		Конец теста	%		≤42	≤42	≤35	
		Дельта, 250-300 часов	%		≤18	≤18	≤15	
		Потребление масла	гр/ч			≤95	≤95	≤85

## 2.5.4 Сульфатная зольность

**Сульфатная зольность** – это содержание в процентах от общей массы смазочного материала различных твёрдых органических и неорганических соединений, образующихся после сжигания масла. Сульфатная зольность напрямую определяет количество образующихся в двигателе несгораемых, твёрдых частиц золы. Эта характеристика косвенно связана с другим важным оценочным критерием моторных масел - щелочным числом.

Повышенное содержание сульфатной золы приводит к следующим негативным последствиям:

а) Повышенный выброс твёрдой, несгораемой золы в выпускной коллектор (негативно сказывается на ресурсе сажевого фильтра или катализатора).

б) Ускоренное образование нагара на поршнях и кольцах. Закоксовка колец и поршней напрямую связана с высоким содержанием золы в масле. Низкозольные смазки после выгорания оставляют в несколько раз меньше золы. В бензиновых двигателях образование таких твёрдых зольных нагаров на свечах приводит к калильному зажиганию (несвоевременному поджиганию топлива в цилиндрах не от искры свечи, а от раскалённой золы).

в) Ускоренный износ двигателя. Зола обладает абразивным действием. При обычных условиях это никак не сказывается на ресурсе мотора: вся зола практически полностью вылетает в выхлопную трубу без ущерба для поршневой группы. Однако в ситуациях, когда двигатель берёт масло на угар, и при этом работает система ЕГР – абразивная зола будет циркулировать между камерами сгорания, снимая металл с цилиндров и поршневых колец.

Таблица 9 - Классификация масел по содержанию сульфатной золы

№	Сульфатная зольность, (%)	Классификация	Щелочное число TBN	Примечание
1	≤0.15%	Беззольное	1~3	2х тактные двигатели
2	0.15%~≤0.6%	Малозольное	3~6	Природный газ
3	0.6%~≤1.0%	Среднезольное	6~9	Биогаз
4	>1.0%	Высокозольное	9~12	Используется редко

### **Обратите внимание!**

**Для газового двигателя величина сульфатной зольности - одна из самых главных характеристик.**

## 2.5.5 Группы базовых масел

Базовые масла для моторных масел служат их основой, к которой в дальнейшем производители добавляют необходимые присадки для придания им нужных свойств и характеристик. Поэтому базовые автомобильные масла можно рассматривать как некий «фундамент», на котором в дальнейшем основываются все характеристики моторных масел.

Базовые масла подразделяются на пять групп, которые отличаются между собой по химическому составу, а значит, и свойствам. От этого зависит, каким будет итоговое моторное масло, продающееся на полках магазинов.

Таблица 10 - Классификация базовых масел

Группа б.м.	Описание группы
Группа I	<p>Эти составы получаются путем очистки нефтепродуктов, оставшихся после получения бензина или других ГСМ с помощью химических реагентов (растворителей). Еще их называют маслами грубой очистки. Существенным недостатком таких масел является наличие в них большого количества серы, более 0,03%. Что касается характеристик, то такие составы обладают слабыми показателями индекса вязкости (то есть, вязкость очень зависит от температуры и может нормально работать лишь в узком температурном диапазоне). В настоящее время 1 группа базовых масел считается устаревшей и из них производится лишь минеральное моторное масло. Индекс вязкости таких базовых масел составляет 80...120. А температурный диапазон — 0°С...+65°С. Единственное их преимущество — низкая цена.</p>
Группа II	<p>Базовые масла 2 группы получаются в результате выполнения химического процесса под названием гидрокрекинг. Другое их название — масла высокой степени очистки. Это также очищение нефтепродуктов, однако с использованием водорода и под высоким давлением (на самом деле процесс многоступенчатый и сложный). В результате получается почти прозрачная жидкость, которая и является базовым маслом. Содержание серы в нём менее 0,03%, и они обладают антиокислительными свойствами. Благодаря своей чистоте срок службы полученного на его основе моторного масла значительно увеличивается, а отложения и нагар в двигателе уменьшаются. На основе гидрокрекингового базового масла делают так называемую «НС-синтетику», которую некоторые специалисты относят к полусинтетике.</p>
Группа III	<p>Эти масла получают аналогичным образом, как и предыдущие, из нефтепродуктов. Однако особенностями 3 группы является увеличенный индекс вязкости, его значение превышает 120. Чем выше этот показатель — тем в более широком температурном диапазоне может работать полученное моторное масло, в частности, в сильный мороз. Зачастую на основе базовых масел 3 группы делают синтетические моторные масла. Содержание серы здесь менее 0,03%, а сам состав состоит на 90% из химически стабильных, насыщенных водородом, молекул. Другое его название — синтетика, однако по факту ей не является. Название группы иногда звучит как VHVI (Very High Viscosity Index), что переводится как очень высокий индекс вязкости.</p>
Группа IV	<p>Эти масла создаются на основе полиальфаолефинов, и являются основой для так называемой «настоящей синтетики», которая отличается своим высоким качеством. Это так называемое базовое полиальфаолефиновое масло. Производится оно с помощью химического синтеза. Однако особенностью моторных масел, полученных на такой базе, является их высокая стоимость, поэтому они используются зачастую лишь в спортивных машинах и в машинах премиум-класса.</p>
Группа V	<p>Эфирные масла. Они в настоящее время являются самыми качественными и обладающими самыми высокими характеристиками. К ним относятся эстеровые масла, которые однако производятся в очень малых количествах из-за своей дороговизны (около 3% мирового объема производства).</p>

## 2.6 Рекомендации по моторному маслу

*Обратите внимание!*

*WEICHAI рекомендует использовать только то масло, где указано что оно предназначено для тяжело нагруженных дизельных двигателей.*

*Не используйте масло для газового двигателя, если там указано, что оно для бензинового или дизельного.*

*Используйте только те типы и бренды масел, с которыми Вас познакомит данное Руководство. Не применяйте, соответственно, масло которого нет в этом руководстве. Риск использования некачественного масла грозит заклипанием поршневых колец, предварительным износом подшипников и рабочих частей и снижением ресурса двигателя.*

### 2.6.1 Степень вязкости

Для того, чтобы правильно выбрать вязкость SAE, обратитесь к п.2.5.1

Вязкость масла - это основной показатель качества, который является общим для всех типов масел. Для двигателя или любого другого механизма необходимо применять масла с оптимальной вязкостью, величина которой зависит от конструкции, режима работы и степени износа, температуры окружающей среды и других факторов. Масло с оптимальной вязкостью создает необходимую защитную пленку на рабочих поверхностях.

Чрезмерно высокая вязкость масла приводит к потере мощности и повышению температуры рабочей среды, а слишком низкая вязкость ускоряет износ из-за недостаточной смазываемости.

Вязкость масла по этой системе выражается в условных единицах - степенях вязкости SAE (SAE Viscosity Grade - SAE VG). Численные значения степеней являются условными символами комплекса вязкостных свойств. В таблице указаны два ряда степеней вязкости: зимний - с буквой "W" (Winter), и летний - без буквенного обозначения. Сезонные (моновязкие) масла зимнего ряда различаются по максимальным вязкостям низкотемпературной проворачиваемости и прокачиваемости, и по минимальной кинематической вязкости при 100°C. Степень вязкости сезонных масел летнего ряда определяется по минимальной и максимальной кинематическим вязкостям при 100°C, и по минимальной вязкости при 150°C и скорости сдвига  $10^6 \text{ c}^{-1}$ .

Всесезонные масла должны удовлетворять одновременно двум следующим критериям:

- Максимальным вязкостям низкотемпературной проворачиваемости и прокачиваемости со степенью зимнего ряда (W),

- Максимальной и минимальной кинематическими вязкостями при 100°C и минимальной вязкости при 150°C и скорости сдвига  $10^6 \text{ c}^{-1}$  в соответствии со степенью летнего ряда (без буквы W).

**Сезонные (моновязкие) масла:**

Для эксплуатации газового двигателя WEICHAI рекомендует выбирать сезонное масло. Для температур окружающей среды от 5°C до 40°C хорошо подойдет масло SAE 30. Для диапазона температура от 10 до 40°C – SAE 40. Не выбирайте сезонное масло SAE 40, если двигатель предстоит запускать в мороз.

**Всесезонные масла:**

Если температура окружающей среды слишком низкая для сезонного масла, покупатель может выбрать из всесезонных масел, согласно таблице 6.

## 2.6.2 Рекомендуемые типы масел для дизельных двигателей

WEICHAI рекомендует использовать следующие категории масла согласно API в зависимости от экологических норм и технологий, которые применяются в вашем двигателе. Расшифровка их аббревиатур описана ниже.

Таблица 11 - Рекомендации для коммерческих и морских двигателей

Нормы выбросов	Технологии двигателя	API	Нормы выбросов	Технологии двигателя	API
<b>Дорожное исполнение</b>			<b>Морское исполнение</b>		
Евро II	MP	CF-4	Евро III A	MP+EGR	CI-4
Евро III	CR	CH-4		CR	CH-4
	MP+EGR	CI-4		MP+EGR	CI-4
Евро IV	CR+SCR	CI-4	Евро IIIB или EPA 4I	CR+SCR	CI-4
	CR+EGR+DOC+POC	CI-4		CR+EGR+DOC	CI-4
	CR+EGR+2-DOC	CI-4	Евро IV или EPA 4F	CR+DOC+SCR	CI-4
Евро V	CR+SCR	CI-4		CR+EGR+DOC+DPF	CK-4
	CR+EGR+DPF	CK-4	IMO Tier2	MP	CF-4
	CR+EGR+DOC+DPF	CK-4		CR	CH-4
Евро VI	CR+EGR+DOC+DPF+SCR	CK-4	IMO Tier3	MP+SCR	CF-4
	R			CR+SCR	CH-4
	CR+DOC+DPF+SCR	CK-4			

Общепринято, что стандарт CH-4 заменяет CF-4, а CI-4 заменяет CF-4 и CH-4 и не важно, какое топливо вы используете.

Но CK-4 не всегда может заменить CF-4, CH-4 и CI-4. Необходимо заметить, что категория CK-4 разработана относительно недавно для двигателей, работающих на топливе с крайне низким содержанием серы. Если вы пользуетесь топливом, которое содержит крайне мало серы, то вы можете так же пользоваться маслом стандарта CK-4 на своем двигателе WEICHAI.

Поставщик масла ответственен за соответствие масла всем требованиям.

Пояснения аббревиатур, которые использовались в этой таблице:

MP: **M**echanical **F**uel **P**ump – Механический топливный насос

CR: **C**ommon **R**ail system – Топливная система Common Rail

EGR: **E**xhaust **G**as **R**ecirculation – Система повторного сжигания отработанных газов

SCR: **S**elective **C**atalytic **R**eduction – Выборочное каталитическое восстановление

DOC: **D**iesel **O**xidation **C**atalyst – Дизельный каталитический нейтрализатор

POC: **P**articulate **O**xidation **C**atalyst – Частичный каталитический нейтрализатор

DPF: **D**iesel **P**articulate **F**ilter – Противосажевый фильтр

### 2.6.3 Рекомендуемые типы масел для газовых двигателей

#### Природный газ с низким содержанием сероводорода

Нейтральный деодорированный газ – природный газ, сжатый природный газ (CNG, метан), сжиженный природный газ (LPG, пропан-бутан), который профильтрован и очищен перед использованием. Содержание сульфида водорода H<sub>2</sub>S не превышает 0.43 мг/моль.

Для работы на таком газу рекомендуется моторное масло с низким содержанием сульфатированной золы в диапазоне 0.15...0.6%. (см. таблицу 13)

#### Биогаз с высоким содержанием сероводорода:

В таком газе содержание серы и её соединений превышает 0.43 мг/моль.

Компоненты серы могут снизить срок службы двигателя и моторного масла. Когда соединения серы смешиваются с водой, в масле образуются агрессивные кислоты. Эти кислоты разъедают металл картера двигателя. Чтобы свести к минимуму воздействие от соединений серы, WEICHAI рекомендует использовать оборудование по очистке газового топлива

Если в газе концентрация сероводорода H<sub>2</sub>S выше чем 0.43 мг/моль, WEICHAI рекомендует масло с содержанием сульфатированной золы в диапазоне 0.6%...1.0% (см. таблицу 14)

### 2.6.4 Марки масел, представленных на рынке

#### для ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Для того, что бы узнать всю информацию по моторным маслам, сертифицированных согласно API, посетите следующую ссылку: <https://engineoil.api.org/Directory/EolcsSearch>

#### для ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рекомендуемые масла для газовых двигателей, работающих на природном газе с высоким и средним содержанием сероводорода приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Марки средне- и высокочольных масел для газовых двигателей работающих на газе с высоким содержанием сероводорода.

№	Бренд	Наименование	Вязкость SAE
1	Mobil	Pegasus 610	40
2	Chevron	HDAX®5300 Medium Ash Gas Engine Oil	40
3	SHELL	Mysella Medium Ash NGEO	40
4	D-A	Blue Flame HB-8 <sup>TM</sup>	40
5	Chevron	HDAX® LFG 40	40
6	D-A	Blue Flame HB-8 <sup>TM</sup>	30
7	SHELL	Mysella Medium Ash NGEO	30
8	D-A	Blue Flame HB-8 <sup>TM</sup>	15W-40

Рекомендуемые марки масел для газовых двигателей, работающих на природном газе с низким содержанием сероводорода приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Марки малозольных масел для газовых двигателей работающих на природном газе с низким содержанием сероводорода.

№	Бренд	Наименование	SAE
1	ExxonMobil	Pegasus 605	40
2	SHELL	Mysella Low Ash N GEO	40
3	Chevron	HDAX®9200 Low Ash Gas Engine Oil	40
4	Chevron	HDAX®5200 Low Ash Gas Engine Oil	40
5	LUKOIL	EFFORSE XDI 4004 STO79345251-021-2011	40
6	LUKOIL	EFFORSE 4004 STO79345251-021-2011	40
7	D-A	Blue Flame HB-5™	40
8	SHELL	Mysella Low Ash N GEO	30
9	Chevron	HDAX®5200 Low Ash Gas Engine Oil	30
10	D-A	Blue Flame HB-5™	30
11	Castrol	Castrol CRB CNG LA	15W-40
12	TOTAL	ELF Performance GAS LA	15W-40
13	Valvoline	Premium Blue GEO M-74	15W-40
14	Chevron	HDAX®5200 Low Ash Gas Engine Oil	15W-40
15	ExxonMobil	Mobil GEO	15W-40
16	SK	ZIC X5000 CNG	15W-40
17	D-A	Blue Flame HB-5™	15W-40
18	Warren Oil Company, Inc.	Warren GEO Low Ash AW 15W-40 Engine Oil	15W-40
19	TOTAL	TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40	15W-40
20	TongYi Petroleum Chemical Co.,Ltd.	TongYi LPG/CNG 15W-40	15W-40
21	SINOPEC LUBRICANT Co.,Ltd.	TULUX G400 15W-40 CNG/LNG Gas Engine Oil(I)	15W-40
22	Shell	Rimula R3 NG 15W-40	15W-40
23	Schaeffer Mfg	114CNG Synthetic Plus CNG Engine Oil	15W-40
24	ADDINOL Lube Oil GmbH	Gas Engine Oil 1540 C	15W-40
25	SINOPEC LUBRICANT Co.,Ltd.	TULUX G400 20W-50 CNG/LNG Gas Engine Oil(I)	20W-50

## 2.6.5 Что запрещается к применению

### Вторичные присадки

WEICHAI запрещает использование рыночных вторичных присадок к моторному маслу.

Моторные масла на рынке состоят из базового масла (см. п.2.5.5) и пакета присадок. Присадки подмешивают в строго установленном количестве, чтобы масло, в конечном счете, получило все свои необходимые характеристики, свойственные для конкретной марки с соблюдением производственных стандартов.

В силу сложного химического состава масел и присадков не существует стандартов или тестов, которые могут сказать с определенной вероятностью о том, возможно ли совместное применение вторичных присадков с теми, которые были добавлены в масло заводом-производителем. **Вторичные присадки могут быть несовместимы с оригинальными присадками.**

Если присадки не совместимы – это чревато большим количеством проблем, связанных с выходом из строя двигателя: от нагара и коррозии блока цилиндров до получения вязкой битумной субстанции в картере двигателя, невозможной для подачи масла системой смазки по каналам вообще.

#### **Прирабочные (обкаточные) масла**

Мы запрещаем использовать любые прирабочные масла в любом нашем двигателе. Эти масла не соответствуют нашим стандартам износостойкости и могут негативно сказаться на ресурсе двигателя.

#### **Модификаторы трения**

Не допускается использовать моторное масло, которое содержит в своём составе модификаторы трения. Модификаторы трения могут способствовать нарушению работы противоизносных присадок.

#### **Моторное масло вторичной переработки**

WEICHAI не рекомендует Вам пользоваться таким маслом

## **2.7 Периодичность замены моторного масла**

#### ***Обратите внимание!***

*В тяжелых условиях эксплуатации (например пыль, влага, мороз) моторное масло рекомендуется менять чаще, чем это предусматривается в Руководстве по техническому обслуживанию.*

#### **Основные требования**

Однократного анализа масла недостаточно для определения характера образования лаков, твёрдых отложений или нагара на поршнях и других деталях двигателя.

Для снижения рисков, связанных с недостаточной частой заменой масла, интервал замены разрешается увеличивать только на основании неоднократных последовательных анализов масла.

Следование этому совету поможет Вам снизить риски ускоренного износа. Рекомендуется, чтобы следующий интервал замены не отличался от предыдущего на период более 100 часов.

Например, если регламентная замена масла подразумевается через 500 моточасов, но состояние масла говорит о том, что оно может прослужить ещё, следующую замену масла необходимо провести не позднее, чем через 600 часов, при условии, что это допустимо.

Увеличение интервала замены масла допускается только после трех последовательных анализов образцов масла, выявивших наличие у применяемого масла дополнительного ресурса.

Ознакомьтесь с п.2.8 и 2.9 для получения подробной информации.

#### ***Обратите внимание!***

*Отказы, возникшие в результате нарушения сроков замены моторного масла не являются заводским браком WEICHAI и не могут считаться гарантийными случаями.*

## 2.8 Отбор проб масла

### 2.8.1 Требования к образцам

- Всегда собирайте остатки масла в сухой и чистый поддон.
- Для пробы подойдет ёмкость объёмом приблизительно 120 мл.
- Сохраняйте образцы масла перед тем, как залить новое масло.
- Прежде чем взять образец, прогрейте двигатель до температуры эксплуатации. Этот шаг позволит получить достоверные сведения о загрязнениях.
- Все образцы должны масла должны собираться одинаковым методом.

### 2.8.2 Информация, которая должна присутствовать с образцом

Когда масло циркулирует в двигателе перед забором пробы, частицы износа равномерно распределяются по всему рабочему объёму. Стоит учесть, что количество загрязнений в новой пробе сильно зависит от времени, которое прошло с последнеднего забора масла на пробу.

Для определения качественных изменений износа необходимо ориентироваться в интервалах забора проб и в интервалах, в течении которых работал двигатель.

В таблице 15 представлена информация, которую необходимо фиксировать для каждого вновь взятого образца:

Таблица 15

№	Что следует отметить
1	Дата
2	Серийный номер двигателя
3	Тип установки
4	Количество общих моточасов
5	Количество моточасов, пройденных на данном масле
6	Использованное масло (бренд, тип, вязкость)
7	Количество нового масла, добавленного после забора прошлой пробы
8	Когда последний раз проводилось ТО. Какое ТО.

### 2.8.3 Способы отбора проб

#### Способ I: Двигатель работает на холостых оборотах.

Вам понадобятся (см. рисунок 3)

- Пробоотборный клапан. Серийный №:1003459514
- Масляная трубка. Серийный №:1003566026
- Соединитель. Серийный №:1003499898
- Кронштейн. Серийный №:1003499897
- Сухой и чистый поддон

- а) Запустите двигатель на холостом ходу и прогрейте его до рабочей температуры.
- б) Очистите внешние поверхности пробоотборного клапана сухой чистой ветошью.
- в) Откройте клапан, слив с него, для чистоты эксперимента, небольшое количество масла.
- г) Откройте клапан. Наберите пробу в сухую и чистую ёмкость.

д) Запишите информацию согласно таблице 15 и прикрепите её к ёмкости пробой.

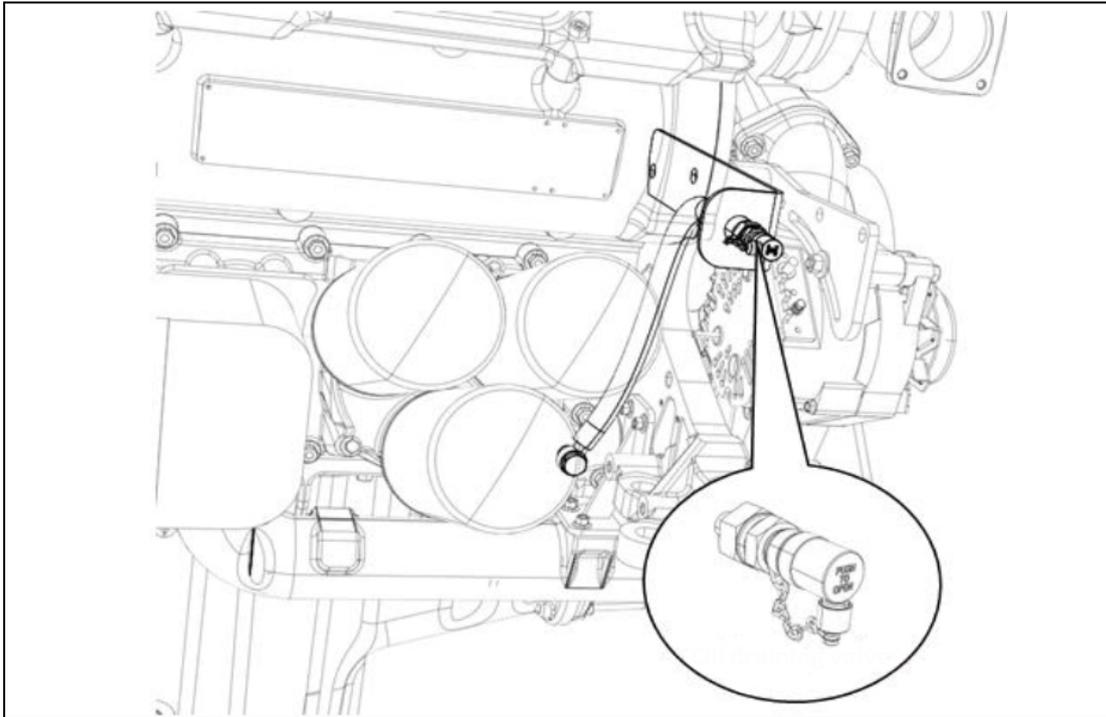


Рисунок 3 - Установка пробоотборного клапана  
(на рисунке отмечен пробоотборный клапан 1003459514)

**Способ II: Отбор пробы на выключенном двигателе (если нет пробоотборного клапана).**

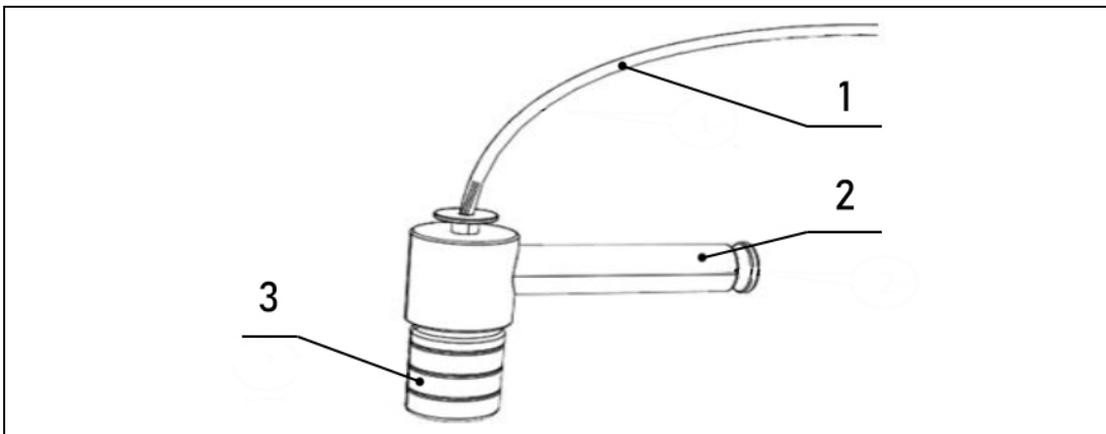


Рисунок 4 - Инструменты отбора пробы для выключенного двигателя (1 - пробоотборная трубка, 2 - ручной вакуумный насос, 3 – сухой чистый контейнер)

а) Приложите параллельно к масляному щупу чистую трубку (которая будет являться пробоотборной) и пометьте на ней точку рядом с посадочным местом масляного щупа (см. рисунок 5). Срежьте конец пробоотборной трубки так, чтобы её конец погружался глубже отметки уровня масла на щупе на 25...50 мм.

б) Погрузите пробоотборную трубку в трубу масляного щупа двигателя, пока отметка на трубке не поравняется с местом посадки масляного щупа.

- в) Произведите забор пробы, используя для этого ручной насос (поз. 2, рис 4).  
 д) Запишите информацию согласно таблице 15 и прикрепите её к емкости с пробой.

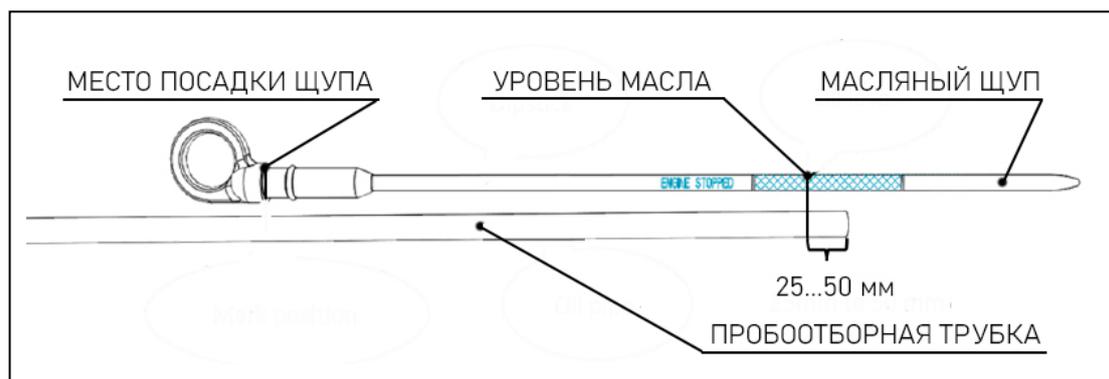


Рисунок 5 - Пробоотборная трубка

**Обратите внимание!**

Образец пробы должен быть взят как можно скорее после того, как двигатель был прогрет и заглушен.

**НЕ ПРОИЗВОДИТЕ ЗАБОР ПРОБЫ СО ДНА ПОДДОНА КАРТЕРА. КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯЗНЕНИЙ ТАКОГО ОБРАЗЦА НЕ ПОЗВОЛЯЕТ ОБЪЕКТИВНО СУДИТЬ ОБ ИЗНОСЕ ДВИГАТЕЛЯ.**

## 2.9 Анализ проб

**Обратите внимание!**

Анализ моторного масла необходимо выполнять каждый раз, когда Вы меняете сорт масла или производителя. Как минимум, его необходимо выполнять дважды в год.

Для понимания того, что с маслом за период его хранения или транспортирования ничего не произошло, рекомендуется провести анализ двух образцов: первый – образец свежего масла из канистры или емкости; второй – отобранная проба из двигателя (см. п.2.8.3).

### 2.9.1 Необходимость анализа моторного масла

Анализ масла необходим для того, чтобы проследить уровень загрязнения моторного масла и предупредить неисправности двигателя (связанные, например, с некорректной фильтрацией воздуха, утечками охлаждающей жидкости или увеличением износа технических компонентов).

Хотя анализ масла полезен для выявления ранних признаков износа, есть вероятность того, что он их не выявит. Сложно обнаружить присутствие крупных частиц загрязнений (они находятся на дне поддона). Кроме того, невозможно выявить неисправности, которые обычно развиваются скоротечно: так, зачастую, для того чтобы выявить возможную проблему, её характер уже должен быть ясен с момента анализа прошлой отобранной пробы.

### 2.9.2 Суть анализа моторного масла

Проработавшие в двигателе моторные масла в своем составе содержат металлы, которые появляются из-за механического износа рабочих узлов и загрязнений, попадающих в масло из воздуха, топлива и охлаждающей жидкости (продукты износа).

При корректной эксплуатации двигателя (правильно выбранное моторное масло,

качественное дизельное топливо, своевременная замена фильтров и т.д.) содержание этих продуктов износа в масле незначительно.

Резкое увеличение концентрации даже одного из них может свидетельствовать о повышенном износе деталей двигателя или его агрегатов.

В таком случае необходимо принимать меры по предупреждению отказов.

Таблица 16 – Анализ пробы моторного масла для дизельного двигателя

Категория	Параметр	Значение	Способ исследования
Общее состояние масла	Щелочное число (мг KOH/г)	>2 или 50% от значения свежего масла	ASTM D4739
	Кислотное число (мг KOH/г)	<2.5	ASTM D664
	Окисленность (абс/см)	<16.2	ASTM E2412
	Нитрирование (абс/см)	<7.8	
	Вязкость при 100°C (сСт)	±20% от значения свежего масла	ASTM D445
Уровень загрязнений	Топливные растворения	<5%	ASTM D8004
	Содержание гликоля	0	ASTM E2412M
	Содержание воды	<0.2%	ASTM D6304
	Сажа, %	<2.5%	Термогравиметрический анализ
	Пентан, %	<2%	ASTM D893
	Натрий Na, ‰	<30	ASTM D6595
	Калий K, ‰	<20	ASTM D6595
	Кремний Si, ‰	<30	ASTM D6595
	Ванадий V, ‰	<50	ASTM D6595
Индикаторы износа	Железо Fe, ‰	<100	ASTM D6595
	Свинец Pb, ‰	<20	ASTM D6595
	Медь Cu, ‰	<50	ASTM D6595
	Алюминий Al, ‰	<30	ASTM D6595
	Олово Sn, ‰	<50	ASTM D6595
	Хром Cr, ‰	<20	ASTM D6595

**Обратите внимание!**  
 Для проведения анализа рекомендуется выбирать лабораторию, которая прошла сертификацию по стандарту ASTM D7720 и обладает всем необходимым оборудованием для проведения исследований.

### 2.9.3 Анализ моторного масла газовых двигателей

При наличии загрязнений в моторных маслах происходит повышенный износ сопряженных деталей поршневого двигателя, увеличивается нагаротложение. Загрязнения засоряют каналы

для подвода масла к местам смазки, забивают маслоочистительные устройства системы смазки, нарушают температурный режим работы двигателя. В поршневых двигателях наиболее распространенным видом износа деталей является абразивный. Ему подвергаются подшипники и шейки коленчатого вала, поршни, цилиндры.

Надлежащий анализ пробы масла важен для корректной эксплуатации двигателя. Частицы износа и загрязнений являются индикаторами проблем и их допускаемые значения перечислены в таблице 17.

Если значение выше – обратитесь за помощью к представителю сервиса компании WEICHAI.

Таблица 17 –Анализ пробы моторного масла для газового двигателя

Категория	Параметр	Значение	Способ исследования
Общее состояние масла	Щелочное число (мг КОН/г)	>2 или 50% от значения свежего масла	ASTM D2896
	Кислотное число (мг КОН/г)	<2	ASTM D664
	Окисленность (абс/см)	<20	ASTM E2412
	Нитрирование (абс/см)	<20	
	Вязкость при 100°C (сСт)	±20% от значения свежего масла	ASTM D445
Уровень загрязнений	Содержание гликоля	0	ASTM E2412M
	Содержание воды	<0.2%	ASTM D6304
	Сажа, %	<2.5%	ASTM E1131
	Пентан, %	<1.5%	ASTM D893
	Натрий Na, ‰	<30	ASTM D6595
	Калий K, ‰	<20	ASTM D6595
	Кремний Si, ‰	<30	ASTM D6595
Индикаторы износа	Железо Fe, ‰	<80	ASTM D6595
	Свинец Pb, ‰	<20	ASTM D6595
	Медь Cu, ‰	<50	ASTM D6595
	Алюминий Al, ‰	<30	ASTM D6595
	Олово Sn, ‰	<50	ASTM D6595
	Хром Cr, ‰	<20	ASTM D6595

## 2.9.4 Результаты анализа. Продукты износа

Таблица 18 - Продукты износа в моторном масле и их происхождение

п.	Параметр	Описание
1	Вязкость	Вязкость – свойство масла оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой.
2	Кислотное число	Кислотное число характеризует наличие продуктов окисления. В процессе эксплуатации увеличивается. По нему можно судить о необходимости замены масла.
3	Щелочное число	Щелочное число характеризует стойкость масла к кислотам. В процессе эксплуатации уменьшается. По нему можно судить о необходимости замены масла.
4	Сажа	Большое количество сажи может говорить о недостаточном сгорании топлива. Возможно необходимо очистить нагар в двигателе.
5	Разжижение топливом	Причиной может являться несгоревшее топливо. Другими причинами может являться неравномерная работа двигателя, превышение рабочих оборотов и морозная погода.
6	Окисление	Высокая степень окисления говорит об истекшем сроке службы масла.
7	Нитрирование	Общий параметр, по которому можно свидетельствовать о высоком уровне эмиссии. Характеризует количество азотных соединений, агрессивных к металлам двигателя, способствующих коррозионному износу.
8	Алюминий, Al	Показатель говорит об износе карданного вала или распределительных валов, их подшипников, шатунов, поршней.
9	Медь, Cu	Износ втулок шатунов, подшипников турбины, промежуточных и вспомогательных шестерен, штифтов кулачков, втулок кулис, топливного насоса, медных компонентов теплообменников
10	Железо, Fe	Признак износа клапанов, шестерен, карданного и распределительных валов, гильз цилиндров.
11	Свинец, Pb	Износ подшипников шатунов, турбины, распределительных валов, подшипников промежуточных и вспомогательных шестерен, упорных шайб, подшипников насоса
12	Калий, K	Калий входит в состав антифриза. Через камеру сгорания он попадает в масло и служит индикатором протечек в системе охлаждения. Возможны проблемы с герметичностью блока цилиндров и впускного коллектора.
13	Кремний, Si	Песок, пыль, силиконовые уплотнители, прокладки. Противопенные присадки охлаждающей жидкости
14	Натрий, Na	Натрий входит в состав антифриза. Через камеру сгорания он попадает в масло и служит индикатором протечек в системе охлаждения. Возможны проблемы с герметичностью блока цилиндров и впускного коллектора.

### 2.9.5 Результаты анализа. Характерные изменения

Моторесурс поршневого двигателя, определяющий долговечность его работы, зависит, в первую очередь, от износа деталей цилиндра-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма (поршневые кольца, коренные и шатунные подшипники). Чтобы увеличить срок службы поршневых двигателей, из моторного масла нужно удалять абразивные частицы загрязнений, вызывающие максимальный износ этих деталей.

Необходимо подчеркнуть, что продукты загрязнения, попадающие в масло из камеры сгорания, представляют собой опасность для моторного масла и смазки двигателя даже большую, чем работа последнего на больших оборотах и с высокой нагрузкой. Частая замена масла необходима не потому, что масло потеряло свою работоспособность, а для того, чтобы удалить продукты загрязнения из двигателя до того, как они начнут оказывать абразивное воздействие на компоненты двигателя.

На рисунке 6 представлены изменения характеристик, которые затронул наш анализ (содержание цинка, меди, окисление, нитрирование и т.д.) с интервалом забора пробы спустя каждые 100 моточасов.

Построение таких характеристик помогает судить о работе масла и выявлять предпосылки износа компонентов двигателя.

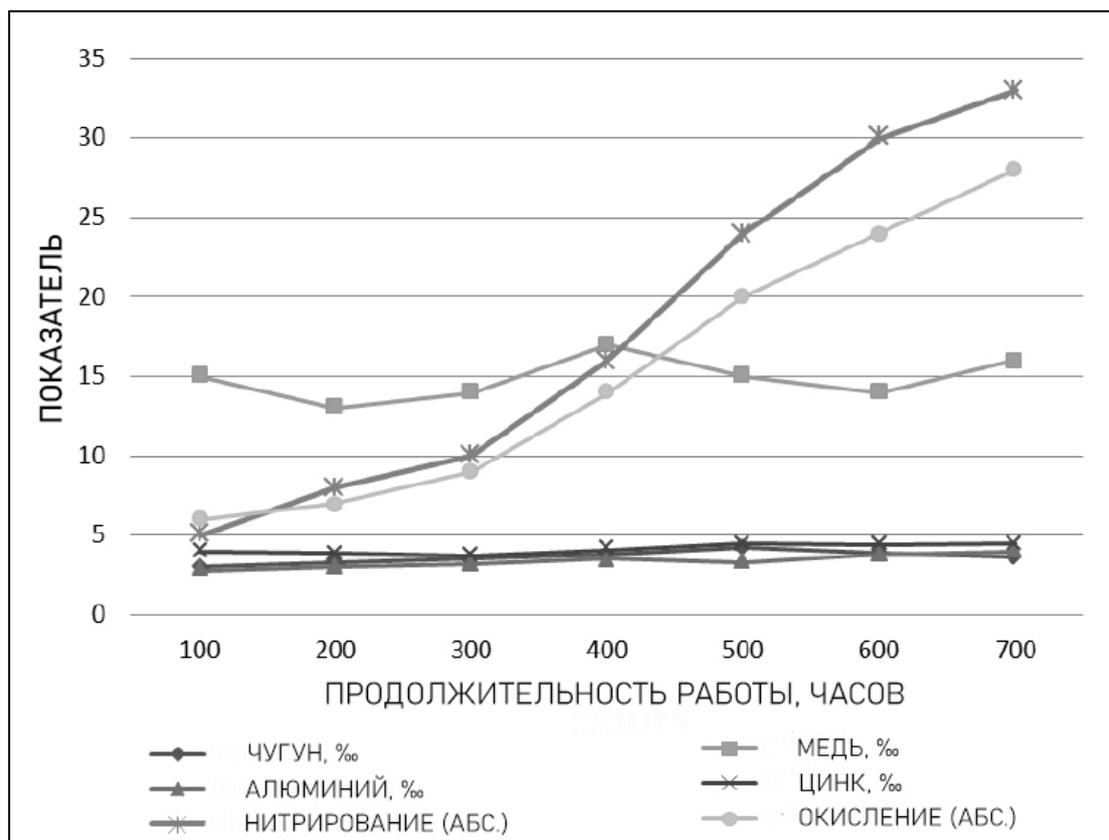


Рисунок 6 – График изменения свойства масла и количества продуктов износов в зависимости от продолжительности работы

## 3 Охлаждающие жидкости

### 3.1 Общая информация

#### **Важность системы охлаждения**

Около 30 процентов тепла в процессе сжигания топлива передается в окружающую среду охлаждающей жидкостью (ОЖ). Согласно статистике, 20% от всех отказов двигателя происходит именно по вине неисправности системы охлаждения. Для двигателей, рассчитанных на условия тяжелой эксплуатации, это значение увеличивается до 40%.

Возникновение проблем, непосредственно связанных с системой охлаждения:

- Трещины в рубашке охлаждения головки блока цилиндров или в блоке цилиндров
- Засорение радиатора или теплообменника накипью и ржавчиной внутри
- Неисправность датчиков температуры
- Негерметичность компонентов системы охлаждения

Этих проблем можно избежать, правильно обслуживая систему охлаждения. Обслуживание системы охлаждения важно так же, как обслуживание топливной системы и системы смазки, а качество охлаждающей жидкости так же важно, как и качество топлива, на котором эксплуатируется автомобиль.

#### **Обратите внимание!**

*Система охлаждения работает под избыточным давлением, давление которого контролируется сапуном, конструктивно предусмотренным в крышке радиатора. Откручивание крышки горячей системы охлаждения может привести к выходу горячего пара и причинить серьезные ожоги.*

*Перед тем, как откручивать крышку, дайте системе охлаждения остыть. Убедитесь в том, что она остыла. Отворачивайте крышку медленно, обезопасив свои пальцы ветошью или плотной тканью.*

*Избегайте прямого контакта кожи с охлаждающей жидкостью.*

*В системе охлаждения могут образовываться воздушные карманы, если величина подачи охлаждающей жидкости превышает значение 20 л/мин. Подача должна быть настроена в зависимости от конструкции двигателя. После заполнения системы охлаждения дайте двигателю поработать без крышки заливной горловины, пока уровень охлаждающей жидкости не установится на одном уровне. Убедитесь, что он соответствует норме. При необходимости долейте охлаждающей жидкости ещё.*

*Если двигатель будет подвергаться консервации или отправке в районы с температурой окружающей среды ниже температуры застывания охлаждающей жидкости, система охлаждения должна быть предвосторительно опорожнена.*

*Запрещается эксплуатировать двигатель без термостата в системе охлаждения (равно как и со сломанным термостатом).*

## 3.2 Назначение охлаждающей жидкости

### **Циркуляция охлаждающей жидкости**

Циркуляцией охлаждающей жидкости отводится тепло от корпуса блока цилиндров, которое образуется в результате сжигания топлива. Тем самым поддерживается необходимая рабочая температура двигателя, предотвращаются повреждения рабочих частей и продлевается его возможный моторесурс.

С другой стороны, охлаждающая жидкость обладает другим назначением, например, антикоррозийным. Это чрезвычайно необходимо для двигателей, предназначенных для тяжёлых режимов эксплуатации, обеспечивая надежное жидкостное охлаждения в различных условиях экстремально низких или высоких температур окружающей среды.

### **Теплообмен.**

В момент работы двигателя, температура газов в цилиндре может превышать 2500 градусов по шкале Цельсия. Если не обеспечивать охлаждение блока цилиндров, цилиндры будут подвержены тепловому расширению, что приведёт к заклиниванию поршней. Помимо этого, такая высокая температура изменяет структурную решетку чугуна (или алюминиевого сплава, смотря из какого металла был изготовлен блок цилиндров), что отрицательно скажется на его долговечности.

Охлаждающая жидкость циркулирует и охлаждает водяные рубашки двигателя, систему EGR, воздушный компрессор, систему охлаждения выхлопных газов, турбину, водяной интеркуллер и другие механизмы, которые нагреваются в процессе эксплуатации.

### **Температура замерзания.**

Антифриз в охлаждающей жидкости предотвращает замерзание охлаждающей жидкости при низкой температуре окружающей среды. Температура замерзания воды - 0 градусов, поэтому использовать в качестве охлаждающей жидкости воду зимой нельзя. Антифриз содержит этилен- или пропиленгликоль, снижая значение температуры замерзания до необходимых.

В настоящий момент, большинство антифризов, которые представлены на рынке – этиленгликоль содержащие.

### **Температура кипения**

В результате закипания охлаждающей жидкости возникает большое количество пара и пузырьков, критично ухудшая отвод тепла от цилиндров. Качественная охлаждающая жидкость не только предотвращает замерзание зимой, но и кипение летом. Температура кипения охлаждающей жидкости может достигать 106...110 градусов.

### **Защита от коррозии**

Компоненты системы охлаждения двигателя обычно изготовлены из следующих металлов или их сплавов: чугун, сталь, алюминий, латунь, медь, олово. Качественная охлаждающая жидкость с правильно подобранными присадками замедляет их коррозию. Составы ингибиторов коррозии образуют защитный слой пленки на поверхностях металлов, таким образом изолируя её от воздействия агрессивной среды.

### **Кавитация (точечная коррозия)**

Кавитация — образование в жидкостях с высокой текучестью полостей и их последующее схлопывание за очень короткий промежуток времени. Причиной данного феномена являются перепады давления, которые в двигателях внутреннего сгорания возникают из-за перемещения

поршня. Локальное тепловое расширение передается от поршня охлаждающей жидкости через водяные карманы блока цилиндров, а при снижении температуры в конце фазы, в охлаждающей жидкости создается вакуум, приводящий к образованию кавитационных пузырьков. Эти пузырьки «схлопываются» моментально, выбивая при этом отдельные атомы на поверхности водных карманов блока цилиндров.

#### **Налёт, накипь**

Под воздействием ионов кальция и магния на стенках каналов охлаждающей системы формируются твёрдые неорганические отложения, подобные накипи. Эти отложения ухудшают отвод тепла от тех частей системы, которые, наоборот, необходимо интенсивно охлаждать, что нарушает равномерность теплопередачи, вызывает местные перегревы. В результате не исключены коробление головки блока цилиндров, пробой ее прокладки, детонация двигателя и т.д. Накипь и продукты коррозии можно удалить только специальными промывочными средствами (концентрациями) — водными растворами слабых кислот (муравьиной, щавелевой или соляной) с добавлением ингибиторов коррозии.

#### **Кислотно-щелочной баланс**

Охлаждающая жидкость может обеспечить эффективную защиту и ингибирование коррозии только в пределах определенного значения кислотно-щелочного баланса. Необходимое значение колеблется в диапазоне 7.5...11. Если оно падает, охлаждающая жидкость стареет и теряет свои антикоррозионные свойства.

Причинами снижения значения pH в процессе работы охлаждающей жидкости следующие:

- Этиленгликоль и другие составляющие антифриза были окислены растворенным в ОЖ кислородом, что привело к формированию кислотных веществ
- В охлаждающую жидкость попадали выхлопные газы (через неисправную прокладку головки блока)

#### **Противодействие вспениванию :**

На высокой скорости работы водяного насоса охлаждающая жидкость может образовывать пену. Вспенивание негативно влияет на циркуляцию и снижает теплопроводность охлаждающей жидкости, способствуя кавитационной коррозии на алюминиевых насосах. Для того, чтобы препятствовать этому явлению, в состав охлаждающей жидкости добавляют специальные присадки.

### **3.3 Состав охлаждающей жидкости**

Охлаждающая жидкость состоит из воды и антифриза с присадками. Смесь этих компонентов различна, в зависимости от требований к рабочим параметрам.

#### **3.3.1 Вода**

Смесь воды и гликоля с точки зрения теплопередачи намного эффективнее, чем гликоль сам по себе. Вода участвует в процессах передачи тепла и растворении присадок, поэтому должна быть необходимого качества. Её содержание в охлаждающей жидкости приблизительно 50%. При приготовлении охлаждающей жидкости запрещается использовать жесткую воду, воду из открытых источников, кипяченую воду.

В безвыходных ситуациях, например при срочном самостоятельном ремонте (замене шлангов, помпы, термостата и т.п.), в охлаждающую жидкость часто добавляют воду из первого

попавшегося под руку источника. Это незамедлительно способствует образованию коррозии и твердых отложений в контуре охлаждающей системы, вызывает выпадение взвеси (нетвердого осадка). Циркуляция такой охлаждающей жидкости со временем сильно ухудшается и отрицательно сказывается на работе водяного насоса.

Чем больше добавлено такой воды, тем хуже. В ней обязательно присутствуют различные соли, преимущественно кальция и магния, а если вода водопроводная, кроме них еще хлориды и сульфаты. Если в системе охлаждения оказалась такая неподготовленная вода, через 4-6 месяцев эксплуатации (а возможно и раньше) на местах нагрева металлических поверхностей образуется еще и накипь.

#### **Требования к качеству воды**

Для подготовки охлаждающей жидкости, если дистиллированной или деонизированной воды нет, используйте воду, которая соответствует требованиям, указанным в таблице 19.

Таблица 19 – Химические параметры чистой воды для подготовки охлаждающей жидкости

<b>Свойство</b>	<b>Значения</b>	<b>Метод испытаний</b>
Твердость, мкг/г	Макс. 340	Fed Method 2540B
Жесткость, мкг/г	Макс. 170	ASTM D1126
Содержание хлоридов, мкг/г	Макс. 40	ASTM D4327
Содержание сульфатов, мкг/г	Макс. 100	ASTM D4327
Водородный показатель pH	5.5 ... 9.0	ASTM D1293

С анализом состава воды и способами её технической подготовки вам может помочь:

- Сертифицированный дилер Weichai
- Местный производитель воды
- Независимая лаборатория

Если вы занимаетесь подготовкой воды для антифриза самостоятельно и постоянно, рекомендуется проводить периодический анализ на предмет физического и химического состава. Свойства воды могут меняться от множества разных факторов, например, технических – ухудшение фильтрации блоков подготовки воды, или природных – землетрясений и засухи.

#### **Обратите внимание!**

***Никогда не используйте только воду в качестве охлаждающей жидкости. При температурах, на которых эксплуатируется двигатель, такая вода незамедлительно будет способствовать образованию коррозии. Необходимо добавить, что такая «охлаждающая жидкость» не уберезет вас от кипения или замерзания в системе охлаждения.***

### 3.3.2 Антифризы

#### Назначение антифриза

Определимся с терминами. Охлаждающая жидкость является антифризом, смешанной с подготовленной водой в необходимой пропорции. **Антифриз - это этилен- или пропиленгликоль, имеющим в своем составе компонент присадок.**

В зависимости от температуры окружающей среды, в которой эксплуатируется двигатель, охлаждающая жидкость должна содержать в своем составе от 40 до 60% гликоля

#### Охлаждающие жидкости на основе этиленгликоля

Характеристики ОЖ на базе этиленгликоля приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Охлаждающая жидкость на базе этиленгликоля. Характеристики

Этиленгликоль, %	Температура замерзания, °С	Температура кипения, °С
40	-24	106
50	-37	107
60	-52	110

Этиленгликоль обладает хорошей текучестью и рекомендован к использованию в условиях экстремально холодных температур. Не подготавливайте охлаждающие жидкости с содержанием гликоля более 60%, потому как в этом случае теплопроводность (одна из важнейших характеристик охлаждающей жидкости) у такого состава будет намного хуже.

Температура замерзания охлаждающей жидкости зависит от процентного содержания этиленгликоля и показана на рисунке ниже.

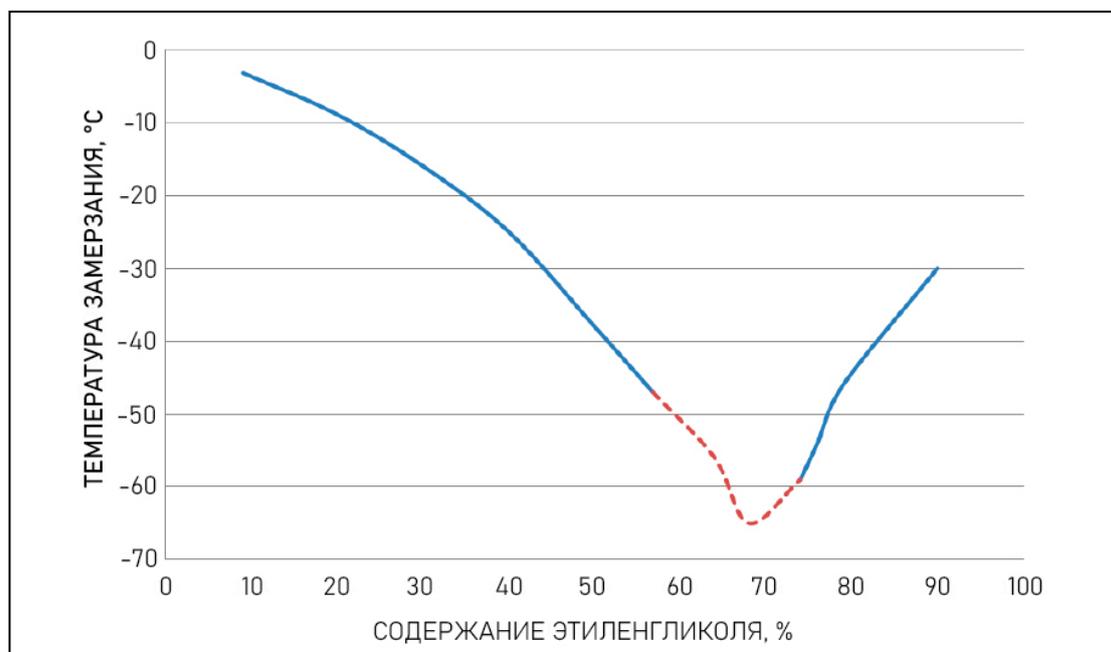


Рисунок 7 - График температуры замерзания охлаждающей жидкости, содержащей в своем составе этиленгликоль

## Охлаждающие жидкости на основе пропиленгликоля

Характеристики ОЖ на базе пропиленгликоля приведены в таблице 21.

Таблица 21 - Охлаждающая жидкость на базе пропиленгликоля. Характеристики

Содержание пропиленгликоля, %	Температура замерзания, °C	Температура кипения, °C
40	-21	104
50	-32	105
60	-48	107

Пропиленгликоль является на текущий момент самой передовой жидкостью, которая используется в составе охлаждающих жидкостей. Одна из причин – он безопасен для человека и легко разлагается в природе. Единственным недостатком является его цена, которая практически в два раза выше, чем у этиленгликоля.

Рабочие характеристики охлаждающей жидкости с пропиленгликолем в своём составе практически идентичны ОЖ с этиленгликолем.

Не приготавливайте охлаждающие жидкости с содержанием пропиленгликоля более 50%.

Зависимость температуры замерзания охлаждающей жидкости от содержания гликоля в ней представлена на графике ниже.

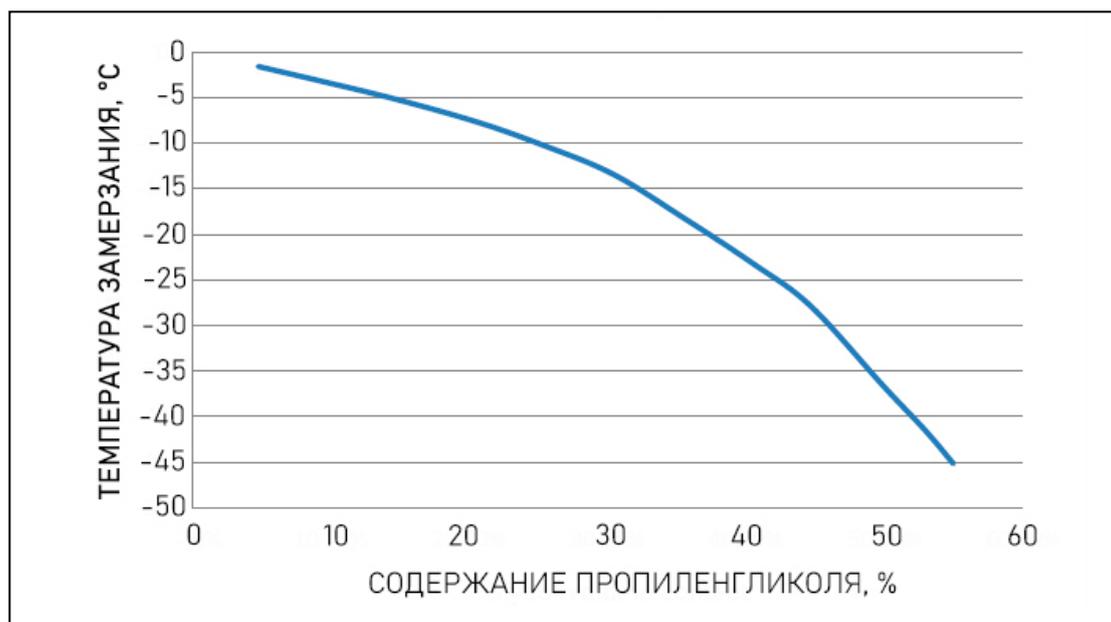


Рис. 8 – График температуры замерзания охлаждающей жидкости, содержащей в своем составе пропиленгликоль

### 3.3.3 Присадки в составе охлаждающей жидкости

#### Назначение присадок

Общий объём присадок в охлаждающей жидкости колеблется от 1 до 10%.

Присадки необходимы для улучшения антикоррозионных и противокавитационных качеств, поддержки необходимого кислотно-щелочного баланса.

Качественные присадки в антифризе обеспечивают следующие свойства:

- Высокая теплопроводность жидкости, защита от возникновения перегретых участков в системе охлаждения и предупреждение образования на них отложений;

- Смазывание подшипника помпы водяного насоса

- Защита манжетных уплотнений насоса и кольцевых уплотнений системы охлаждения;

- Отсутствие пенообразования (за счет имеющихся антикавитационных присадок);

- Защита металлических поверхностей от коррозии за счет имеющихся в нем ингибиторов;

Переизбыток присадок может привести к их выпадению в осадок, что может повлечь за собой многочисленные задиры на рабочих поверхностях. В целом, такие проблемы вытекают в следующее:

- Трансформация охлаждающей жидкости в гелеподобную субстанцию

- Утечки водяного насоса

- Засорение теплообменников, радиаторов, закупоривание проходов.

Существуют присадки различных типов с различными свойствами в зависимости от их назначения. Например, в их состав входят нитриты и бораты или же нитриты, молибдаты, фосфаты. Полный список и описание присадок представлены ниже. Смешивать присадки различных типов категорически нельзя! Необходимо внимательно читать состав и тип присадок при покупке.

#### **Обратите внимание!**

**Присадки, которые используются в антифризе не должны вступать в с материалами, из которых изготовлены компоненты двигателя**

Материалы, из которых изготавливаются компоненты системы охлаждения:

Таблица 24 – Основные материалы компонентов систем охлаждения

Компоненты	Материал
Водяной насос	Литой чугун, алюминий и его сплавы, фенольная смола, нейлон
Теплообменник	Алюминий и его сплавы, чугун, нержавеющая сталь
Гильца цилиндра	Алюминий и его сплавы, магний и его сплавы, чугун, латунь
Термостат	Латунь, алюминий и его сплавы, сталь, чугун
Радиатор	Алюминий и его сплавы, латунь, оловянный припой
Рукава, уплотнения	Каучуки марок: SBR, NBR, EPDM, VMQ, FPM

**Тетраборат натрия.** Бесцветный порошок кристаллов белого цвета. Растворим в воде и глицерине, водный раствор – щелочной. Процесс его окисления производит борную кислоту, которая используется для защиты чугуна и латуни и защищает блок цилиндров.

**Фосфаты.** Фосфаты являются и компонентом, поддерживающим оптимальный кислотно-щелочной баланс, и ингибитором коррозии одновременно. Опасения, связанные с применением фосфатов, связаны с возможным выпадением взвеси твердых веществ при смешивании

антифриза с жесткой водой, которая образует налет на стенках системы охлаждения и способствует его росту по мере накопления ионов  $Ca_{2+}$  и  $Mg_{2+}$ . Неорганическим фосфатам свойственно выпадать в осадок, органическим – формировать устойчивую пленку на поверхности металлов, обеспечивая антикоррозийные свойства. В охлаждающей жидкости эти компоненты обеспечивают защиту стали, чугуна и алюминия.

**Нитриты.** Основным нитритом, который используют в качестве присадок, является нитрит натрия  $NaNO_2$ . Нитриты эффективно справляются с кавитацией чугуна и защищают от коррозии, но необходимо предельно внимательно поддерживать их допустимый уровень концентрации.

**Нитраты.** Нитраты – хорошие окислители при высоких температурах и прекрасно защищают чугун от коррозии, но быстро расходуются.

**Молибдаты.** Молибдаты обладают низкой токсичностью, являются замечательными ингибиторами коррозии. Связку молибдат-нитрит предпочитают использовать в двигателях, подверженных тяжелой эксплуатации. Молибдат – ингибитор коррозии продолжительного действия, прекрасен для чугуна, а также алюминия, предотвращая кавитационную коррозию алюминиевых насосов.

**Силикаты.** Силикаты – химические вещества, состоящие из кремния, кислорода и других химических элементов. Этот ингибитор коррозии служит для предупреждения кавитационной коррозии алюминия и его сплавов, а так же создает защитную пленку на поверхностях чугуна. Один из недостатков - чувствительность к кислотно-щелочному балансу. Если значение баланса становится равным меньше 7, бывшая прежде текучая жидкость превращается в желеподобную массу. Для предотвращения этого в присадки с силикатами добавляют специальные стабилизаторы.

**Ингибиторы коррозии меди.** Такие ингибиторы адсорбируются на активных атомах меди и её ионах и тем самым создают твёрдую защитную пленку, защищая медное оборудование. Такие ингибиторы нашли своё применение в охлаждающих жидкостях одними из первых, но их недостатком является изменение растворимости с последующим изменением значения кислотного-щелочного баланса pH. Такие ингибиторы могут окисляться и откладываться на меди в виде отложений темного цвета, которые блокируют рабочие каналы системы охлаждения. Европейские производители уже практически не применяют эти ингибиторы для систем охлаждения.

#### **Ингибиторы коррозии серебра**

Ингибиторы коррозии серебра адсорбируются на атомах серебра и создают на поверхности металла тонкую пленку, которая защищает металл от воздействия вредоносной среды. Такие ингибиторы могут использоваться совместно с ингибиторами твёрдых отложений и фунгицидами.

#### **Ароматические кислоты**

Одной из таких кислот является бензоат натрия. Он противодействует окислительным процессам. Показывает прекрасные результаты в аэробных условиях и не позволяет проявиться местной коррозии, даже если его концентрация в составе охлаждающей жидкости очень низкая.

#### **Жирные кислоты**

В системе охлаждения двигателя органические карбоновые кислоты защищают алюминий, олово и другие цветные металлы. Они оседают в микроскопические углубления на поверхности и предотвращают коррозию, сохраняя свои защитные свойства на долгий промежуток времени. Их можно использовать в сочетании с ингибиторами коррозии меди. Единственный их недостаток – окисление алюминия, что проявляется в возникновении черных окислов на его поверхности.

Исследовательские работы по возможности применения жирных кислот в качестве присадок начались после решения постепенно отказаться от неограниченных солей, таких как силикаты.

### **Другие присадки:**

#### **Буфферы**

В процессе эксплуатации, в результате катализации металлов гликоли образуют кислоты, которые понижают значение кислотнощелочного баланса. Для поддержки этого значения на оптимальном уровне добавляются буфферы, которые характеризуются т.н. щелочной емкостью. Ими являются органические и неорганические соли.

#### **Присадки против накипи**

Вода в составе охлаждающей жидкости содержит ионы кальция и магния. Эти ионы формируют твердые отложения, которые сужают проходные каналы охлаждающей системы, препятствуя нормальной диссипации тепла. Присадки против накипи образуют химические соединения с ионами кальция и магния, способствуя их растворению в воде. Кроме того, эти присадки способствуют разрыхлению и растворению уже образовавшейся в проходных сечениях накипи.

#### **Присадки против вспенивания**

На высоких скоростях водяного насоса охлаждающая жидкость может образовывать пену. Пена отрицательно влияет на циркуляцию и снижает теплопроводность охлаждающей жидкости, способствуя кавитационной коррозии на алюминиевых насосах. Для того, чтобы препятствовать этому явлению, в состав охлаждающей жидкости добавляют подобные присадки.

#### **Красители**

Охлаждающие жидкости подкрашивают красителями ярких цветов, чтобы можно было определить место утечек в системе охлаждения.

#### **Горький компонент**

Этиленгликоль – сладкая на вкус, очень токсичная химическая жидкость. Летальная доза при однократном пероральном употреблении составляет 100–300 мл этиленгликоля (1,5–5 мл/кг массы тела). Для избежания случаев отравления людей, детей или животных, в охлаждающую жидкость добавляют горький компонент.

#### **Стабилизаторы силикатов**

Главная проблема силикатов – недостаточная стабильность, которая становится только хуже после продолжительного периода их хранения или использования. Охлаждающей жидкости с подобными присадками, как мы написали выше, характерно формирование желеобразной массы, которая закупоривает каналы системы охлаждения и радиаторы теплообменников, снижая теплопроводные свойства системы. Стабилизаторы силикатов решают данную проблему.

Таблица 25 – Информация о присадках в охлаждающих жидкостях

Присадки	Совместимость	Ph	Достоинства	Недостатки	Особенности
<b>Тетрабораты</b>	Цинк, сталь	8-9.5	Дешев в производстве	Способствует коррозии алюминия, токсичен	Ограничен для смешивания с некоторыми жидкостями
<b>Фосфаты</b>	Алюминий, сталь, чугун	Ингиб. коррозии	Дешев в производстве, буферная емкость	Взаимодействует с ионами кальция и магния в воде	Ограничен для смешивания с некоторыми жидкостями
<b>Нитриты</b>	Сталь, чугун	--	Дешев в производстве. Предупреждение кавитации	Быстро окисляется, выпадает в осадок, токсичен	Тяжелонагр. эксплуатация
<b>Нитраты</b>	Сталь, чугун, алюминий	--	Прекрасно предотвращает коррозию алюминия	Сильное окисление	Ограничен для смешивания с некоторыми жидкостями
<b>Молибдаты</b>	Полиметаллы	--	Защита полиметаллов	Высокотоксичен, канцероген, окисляет этиленгликоль	Тяжелонагр. эксплуатация
<b>Силикаты</b>	Алюминий, сталь, цветные металлы	>9	Прекрасно предотвращает коррозию алюминия и его сплавов	Неустойчив для долгосрочного применения и хранения	Улучшение стабильности
<b>МВ</b>	Медь и её сплавы	>9	Ингибитор коррозии	Выпадает в осадок при снижении Ph. Окисляется если есть окислитель	-
<b>ВТА</b>	Медь и её сплавы	--	Ингибитор коррозии для меди	Эффект ингибирования коррозии будет снижен в присутствии окислителя и хлора	-
<b>Ароматические кислые соли</b>	Чугун	--	Отсутствует локальная коррозия	Смешивается с окислителем	Ограниченное применение
<b>Насыщенные кислоты</b>	Полиметаллы	Буферы	Хорошая теплопередача от алюминия	Отсутствуют	Долгий ресурс

### 3.4 Классификация охлаждающих жидкостей

Охлаждающие жидкости классифицируются:

1. По типам антифризов, которые используются в их составе (этиленгликоль, пропиленгликоль или глицерин)
2. По концентрации гликолей в составе охлаждающей жидкости

Исходя из концентрации гликолей в охлаждающей жидкости она делится на **концентраты и готовые к применению** охлаждающие жидкости (предварительно разбавленные)

Концентраты используются для подготовки смесей с дистиллированной, деионизированной или предварительно подготовленной водой (см. табл. 19) в соотношении от 40% до 60%.

Готовые к применению (предварительно разбавленные) - уже содержат в себе гликоль в минимальном объеме 50%, поэтому их не требуется размешивать. Они работают эффективно в течение зимы и лета, обеспечивая защиту против коррозии, кавитации, замерзания и кипения.

Стандарт ASTM D6210 установлен для базовых типов охлаждающих жидкостей на гликоле для эксплуатирования в высоконагруженных двигателях.

Таблица 26 – Типы базовых охлаждающей жидкостей

Тип охлаждающей жидкости	Описание
I-FF	Базовый концентрат этиленгликоля
II-FF	Базовый концентрат пропиленгликоля
III-FF	Готовая ОЖ на основе этиленгликоля (50%)
IV-FF	Готовая ОЖ на основе пропиленгликоля (50%)

### 3. По типам присадок

По типам присадок охлаждающие жидкости делятся на неорганические, гибридные и органические.

**Неорганические** (традиционные или силикатные). К традиционным охлаждающим жидкостям относятся антифризы, произведенные по так называемой неорганической технологии. Пакеты присадок таких антифризов состоят из различных комбинаций солей неорганических кислот: силикатов, фосфатов, аминов, боратов, нитритов, нитратов. В технической литературе встречаются такие обозначения как: traditional, conventional и IAT (Inorganic Acid Technology). На этикетке таких антифризов можно увидеть обозначение **G11**.

**Органические** (ОАТ; карбоксилатные охлаждающие жидкости): карбоксилатные антифризы отличаются от других антифризов по технологии производства пакета присадок, основу которого составляют соли алифатических карбоновых кислот (карбоксилаты). В их составе полностью отсутствуют амины, бораты, нитриты, нитраты, силикаты и фосфаты. Карбоксилаты являются отличными ингибиторами коррозии: они способны точно воздействовать на потенциальные очаги, покрывая проблемные места защитным слоем не более 1 микрона, а не покрывать все внутренние поверхности системы охлаждения, как антифризы традиционного и гибридного типа. По этой причине пакет присадок расходуется гораздо дольше, а за счет его локальной работы охлаждение двигателя осуществляется более эффективно. При этом карбоксилаты стабильны при высоких температурах (до 135°C и выше), что особенно актуально для современных высокооборотистых и термонагруженных двигателей. В результате, указанные характеристики позволяют карбоксилатным антифризам выдерживать длительный срок эксплуатации,

сравнимый с периодом эксплуатации двигателя. На этикетке таких антифризов можно увидеть обозначение **G12, G12+**.

**Гибридные.** Гибридные охлаждающие жидкости - охлаждающие жидкости с более стабильным пакетом присадок, разработанным в начале 1990-х годов в качестве замены традиционным жидкостям. Название произошло от состава пакета присадок, который представляет сочетание солей карбоновых кислот (карбоксилатов) с солями неорганических кислот. Совокупное воздействие этого пакета присадок на очаги возникновения коррозии и кавитации выше, чем у традиционных присадок, но из-за наличия неограники они имеют те же, но выраженные в заметно меньшей мере, недостатки, что и у "чистых" силикатных, фосфатных и нитритных ингибиторов. Обычно обозначается как **G40**.

### 3.5 Стандарты качества охлаждающих жидкостей

Для двигателей WEICHAI состав и свойства охлаждающей жидкости регламентируются одновременно тремя стандартами: китайским национальным стандартом (GB29743), стандартом китайской нефтяной промышленности (SH/T0521) и стандартом американского общества по испытанию материалов ASTM D6210.

Качество и характеристики охлаждающих жидкостей регламентируются следующими стандартами:

- ASTM (американское общество по испытанию материалов) (ASTM D6210)
- SAE (сообщество автомобильных инженеров) (SAEJ034)
- JIS (японский промышленный стандарт) (JIS K 2234)
- SA (британский стандарт) (BS6580)
- Китайский национальный стандарт (GB29743)
- Стандарт китайской нефтяной промышленности (SH/T0521).

### 3.6 Технические требования

Охлаждающая жидкость, соответствующая стандарту ASTM D6210, используемая в двигателях производства Baudouin серии M не должна содержать 2-этилгексаноат (соль этилгексановой кислоты). Этилгексаноат плохо сочетается с каучуками.

#### 3.6.1 Требования к физическому и химическому составу

Таблица 27 – Требования к физическому и химическому составу для концентратов

Свойство	Тип I	Тип II	ASTM
Относительная плотность при 15.5°C	1.110...1.145	1.030...1.065	D1122, D5931
Температура замерзания, °C	-36.4	-31.0	D1177, D6660
Точка кипения, °C, 50% в деионизированной воде	Мин. 108	Мин. 104	D1120
Зольность, %	Макс. 5	Макс. 5	D1119
pH, 50% в деионизированной воде	7.5...11	7.5...11	D1287
Хлорид-ионы, µg/g	Макс. 25	Макс. 25	D3634, D5827E
Вода, %	Макс. 5	Макс. 5	D1123
Запас щелочности, мл	Значение согласовывается поставщиком и заказчиком	Значение согласовывается поставщиком и заказчиком	D1121
Воздействие на органические покрытия автотранспортных средств	Не воздействуют	Не воздействуют	D1882G

Таблица 28 – Требования к физическому и химическому составу для готовых ОЖ

Свойство	Тип III	Тип IV	ASTM
Относительная плотность при 15.5°C	Мин. 1.065	Мин. 1.025	D1122, D5931
Температура замерзания, °C	Макс. -36.4	Макс. -31.0	D1177, D6660
Точка кипения, °C	Мин.108	Мин. 104	D1120
Зольность, %	Макс. 2.5	Макс. 2.5	D1119
Баланс pH	7.5...11	7.5...11	D1287
Хлорид-ионы, µg/g	Макс. 25	Макс. 25	D3634, D5827E
Вода, %	Не допускается	Не допускается	D1123
Запас щелочности, мл	Значение согласовывается поставщиком и заказчиком	Значение согласовывается поставщиком и заказчиком	D1121
Воздействие на органические покрытия автотранспортных средств	Не воздействуют	Не воздействуют	D1882G

### 3.6.2 Требования к эксплуатационным характеристикам

Таблица 29 – Требуемые эксплуатационные характеристики для концентратов и готовых ОЖ

Испытание ASTM	Характеристика	Допустимые значения	%
D1384B: Коррозионное воздействие охлаждающей жидкости на металлические образцы	Потери вещества по весу, макс., мг	Для меди: 10 Для олова: 30 Для латуни: 10 Для стали: 10 Для чугуна: 10 Для алюминия: 30	33
D2570C Коррозия металла при имитации условий системы охлаждения двигателя.	Потери вещества по весу, макс., мг	Для меди: 20 Для олова: 60 Для латуни: 20 Для стали: 20 Для чугуна: 20 Для алюминия: 60	44
D4340D Защита литейных алюминиевых сплавов от коррозии в условиях теплообмена (для двигателей с алюминиевой головкой блока цилиндров)	Коррозия алюминия или его сплава, мг/см <sup>2</sup> макс. за неделю	1.0	25
D1881E Склонность к пенообразованию при заданных лабораторных условиях регулирования расхода воздуха и температуры	Пенообразование, Объем, макс., мл	150	33
	Время перерыва, сек	5	
D2809F Кавитационная коррозия алюминиевых сплавов при контакте с охлаждающими жидкостями	Появление кавитационной коррозии, мин., минут	8	17

### 3.6.3 Минимальное содержание нитритов и молибдатов в присадках

#### ОЖ для высоконагруженных двигателей

Требования, приведенные в главах 3.6.1 и 3.6.2 подходят для легко- и тяжелонагруженных двигателей. Следует добавить, что соответствие требованиям данных стандартов - необходимость для должной защиты гильз цилиндров и других компонентов от кавитации для двигателей, работающих в тяжелых условиях эксплуатации.

Исходя из мирового опыта, для устранения явления кавитации в присадках традиционных составов должно содержаться минимально необходимое количество нитритов и молибдатов.

Таблица 30 - Минимальное количество нитритов и молибдатов в присадках

Химический компонент	Готовый антифриз или концентрат	Допустимое значение
Нитриты, (с составе NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Готовый	Мин. 1200, мкг/г (‰)
	Концентрат	Мин. 2400, мкг/г (‰)
Нитриты (с составе NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) + Молибдаты (в составе MoO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	Готовый	В сумме мин. 780, мкг/г (‰); Мин. по 300 мкг/г (‰) на каждый компонент
	Концентрат	В сумме мин. 1560, мкг/г (‰); Мин. по 600мкг/г (‰) на каждый компонент

Резюмируя все вышенаписанное в этой главе, качественная охлаждающая жидкость должна соответствовать стандарту ASTM D6210 (Стандартная спецификация на охлаждающие жидкости на основе гликоля, предназначенные для тяжело нагруженных дизельных двигателей и изготовленные по формуле, не требующей предварительного ввода присадок SCA), изложенному в пунктах:

3.6.1 Требования к физическому и химическому составу

3.6.2 Эксплуатационные характеристики

3.6.3 Минимальное необходимое содержание нитритов и молибдатов в присадках

#### **Испытание ASTM D7583**

Если охлаждающая жидкость не содержит в своём составе достаточное количество нитритов или молибдатов по требованию стандарта ASTM D6210 (см. таблицу 30), можно считать её пригодной, если она прошла испытание ASTM D7583 (Испытание охлаждающих жидкостей по методу компании John Deere на защиту прокладки «мокрой» гильзы цилиндра от кавитации и питтинговой коррозии).

Охлаждающую жидкость, которая проходит данное испытание с результатом, равным количеству 200 осевидных углублений, можно считать прошедшей стандарт ASTM D6210.

Таким образом, охлаждающую жидкость, не содержащую в своем пакете присадок необходимого количества нитритов и молибдатов, можно считать годной к использованию, если она соответствует требованиям пунктов:

- 3.6.1 Требования к физическому и химическому составу

- 3.6.2 Требования к эксплуатационным характеристикам

- Испытание ASTM D6210

### **3.6.4 Рекомендации по выбору охлаждающей жидкости**

**Выход двигателя из строя в результате использования охлаждающей жидкости, которая не соответствует требованиям стандартов, не является браком производителя и не покрывается гарантией WEICHAI.**

Марки охлаждающих жидкостей, рекомендованные и допущенные для систем охлаждения дизельных двигателей WEICHAI перечислены в таблице 31.

Таблица 31 - Рекомендованные охлаждающие жидкости для двигателей Weichai

Производитель	Наименование бренда
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

Перед заменой антифриза рекомендуется снять термостат и промыть систему чистой водой при работающем двигателе, чтобы обеспечить максимальную защиту и очистку всей охлаждающей системы. При сильном загрязнении использованной охлаждающей жидкости систему нужно промыть с использованием специальных средств для промывки системы охлаждения.

При замене антифриза необходимо полностью слить охлаждающую жидкость из системы охлаждения двигателя, залить в двигатель дистиллированную воду с добавлением жидкости для удаления накипи и дать поработать ему в течение 15-20 минут, пока не откроется термостат. Если антифриз в двигателе длительное время не менялся и двигатель в течение этого времени не промывался, охлаждающая жидкость стает прозрачной, как слеза, или рыже-бурой, хотя в антифриз добавляют красители и он должен иметь какой-то цвет (красный, зеленый, желтый и т.д.). Как правило, рыже-бурый цвет охлаждающая жидкость приобретает тогда, когда пошла коррозия деталей системы охлаждения и присадки потеряли свои свойства. Прозрачной охлаждающая жидкость становится тогда, когда двигатель длительное время не работал и присадки выпали в осадок, а краситель обесцветился со временем. Это первый признак того, что антифриз давно не менялся, присадки потеряли свои свойства и выпали в осадок, который забивает проходные каналы для антифриза в системе охлаждения двигателя, тем самым нарушая теплообмен в двигателе. Этот осадок со временем затвердевает и растворить его тяжело. Такому двигателю необходимо будет поработать 60 – 80 минут, если не несколько часов. За качеством промывки системы можно следить по указателю температуры. Если осадки растворились, то рабочая температура двигателя падает и держится около 80°C на холостом ходу, что говорит о том, что система охлаждения промыта и начинает эффективно работать.

После промывки двигателя слить промывочный раствор и еще раз залить в двигатель чистой дистиллированной воды, после чего его необходимо завести и 10 минут дать поработать, а потом промывочную воду слить, только после этого можно заливать новую охлаждающую жидкость.

Есть еще одна причина для соблюдения технологии замены охлаждающей жидкости: накипь на стенках системы охлаждения повышает расход топлива на 10%.

Таблица 32 - Периодичность замены охлаждающей жидкости

Тип ОЖ	Неорганическая	Гибридная	Органическая (OAT)
Долговечность	Малая	Средняя	Высокая
Требования к обслуживанию	Высокие	Средние	Низкие
Особенности	Необходимость использования присадок (SCA) для улучшения качеств охлаждающей жидкости	Благодаря сбалансированному пакету присадок, вязкостных и смазывающих свойств, обеспечивает увеличенный пробег. Необходимость использования присадок (SCA)	Обеспечивает увеличенный пробег до замены охлаждающей жидкости без необходимости добавления присадок SCA
Срок службы	4000 часов (или 2 года)	6000 часов (или 2 года)	9000 часов или 4 года

В таблице 33 приведены рабочие параметры охлаждающей жидкости. При невозможности восстановить их комплектами присадок (SCA) охлаждающую жидкость заменяют.

Таблица 33 - Рабочие параметры охлаждающей жидкости

Характеристика	Значение	Испытание
Кислотный баланс, при 25°C	6...12	SH/T 0069, ASTM D1287
Запас щелочности, мл	Мин. 2	SH/T 0091, ASTM D1121
Точка кипения, °C	На уровне новой ОЖ ±0.5	SH/T 0089, ASTM D1120
Температура замерзания, °C	На уровне новой ОЖ ±5.0	SH/T 0090, ASTM D1177
Хлориды, ‰	Макс. 110	SH/T 0621, ASTM D3634
Нитриты (в пересчёте на NO <sub>2</sub> )	Мин. 390	HJ/T84, ASTM D5827
Молибдаты (в пересчете на MoO <sub>4</sub> )	Мин. 150	NB/SH/T 0621, ASTM D6130

**Обратите внимание!**

*При подготовке охлаждающей жидкости не превышайте объемную долю концентратов типов I-FF и II-FF свыше 60%. Превышение концентрации свыше 68% сильно снижает температуру замерзания этиленгликоля в составе охлаждающей жидкости. Максимальный уровень концентрации, который подтвердила практика – 60%.*

*Не используйте охлаждающую жидкость повторно.*

*При смешивании антифризов, содержащих в своем составе присадки различных типов (даже несмотря на то, что антифриз одного цвета), возможны негативные реакции, где самое*

*безобидное – потеря антикоррозионных свойств. Разные типы присадок могут реагировать между собой непредсказуемо. Возможные неприятности от смешивания антифризов могут быть очень печальными:*

*- Коррозия системы охлаждения (разъедание каналов, просачивание антифриза в камеры сгорания, течи радиатора).*

*- Размягчение шлангов и прокладок, утечки по патрубкам.*

*- Образование осадков и шлама, ухудшение теплоотдачи, перегрев двигателя.*

*- Забывается радиатор печки. Печка не греет в салоне автомобиля.*

*При замене охлаждающей жидкости всегда сливайте старую ОЖ целиком, промывайте систему охлаждения.*

## Сноски

### А

Алюминий (54)  
Анализ пробы (51)  
Антигель (3)  
Антифриз (60,71)

### Б

Биодизельное топливо (26)  
Биоциды (20)  
Буферы (65)

### В

Влага (8)  
Вода (18)  
Вода растворенная (8)  
Вода эмульсионная (9)  
Вода отстойная (9)  
Вязкость кинематическая (5,12)  
Вязкости степень (44)

### Г

Газ природный (46)  
Газ сжатый (46)  
Гликоли (58)  
Грибки (19)  
Группа базовых масел (42)

### Д

Деайсер (3)  
Диспергатор парафинов (4)  
Дистиллятное топливо (11)

### Ж

Жидкости для запуска (2)  
Жидкость охлаждающая (56)

### З

Замена ОЖ (71)  
Загрязнения микробные (18)  
Зимнее дизельное топливо (2)  
Зольность сульфатная (42)

### И

Ингибиторы коррозии (62)

### К

Кавитация (57)  
Калий (54)  
Классификация ACEA (40)  
Классификация API (38)  
Классификация SAE (37)  
Классификация ОЖ (132)  
Класс чистоты (23)  
Концентрат (68)  
Коррозия (19, 36, 57)  
Кремний (54)

### Л

Летнее дизельное топливо (2)

### М

Масло моторное (34)  
Масло всесезонное, сезонное (44)  
Масло моторное (34)  
Медь (54)  
Метан (46)  
Модификаторы трения (48)  
Молибдаты (64)  
Моторесурс (55)

### Н

Нагар (28)  
Накипь (58)  
Налет (58)  
Натрий (54)  
Натрия тетраборат (64)  
Негерметичность (56)  
Нитрирование (55)  
Нормы выбросов (45)

### О

Обеззараживание (21)

### П

Парафин (23)  
Периодичность замены масла (48)  
Предпусковые обогреватели (3)  
Присадки депрессорные (4)  
Присадки топливные (4, 21)

Проба масла (49)  
Пролив масла (35)  
Пропан-бутан (46)  
Пропиленгликоль (61)  
Проточные обогреватели (3)

### С

Свинец (54)  
Сера (3)  
Силикаты (64)  
Смазывание (36)  
Смазывающая способность (7)  
Стабильность (9, 10)  
Стандарт экологический (13)  
Старение масла (24)  
Сульфаты (58)

### Т

Температура замерзания ОЖ (57)  
Температура заст. топлива (6)  
Температура кипения (57)  
Теплоемкость биодизеля (27)  
Теплообменник (62)  
Точка помутнения (6)  
Трещины (56)

### Х

Хлориды (58)  
Хранение биодизеля (27)  
Хранение моторного масла (35)

### Ц

Цетановое число (5,13),  
Цетановый индекс (13)  
Циркуляция тепла (57)

### Ч

Число кислотное (54)  
Число щелочное (42, 54)  
Чистота жидкости (18)

### Э

Этиленгликоль (60)

## **Контакты:**

197A, Восточная улица Фушоу, Высокотехнологичная экономическая зона, 261205 Вэйфан, Китай  
197A, Fushou East Street, High-tech Development Zone, 261205 Weifang, China

**[www.weichai.com](http://www.weichai.com)**