

## Правила эксплуатации дизель-генератора (примерная инструкция).

Обслуживающему персоналу перед эксплуатацией дизель-генераторов необходимо ознакомиться с настоящим предписанием по технике безопасности.

- Запрещается изменять спецификацию дизель-генератора.
  - Запрещается курить в процессе загрузки топлива в бак и смене масла.
  - Избегать заправки топлива на работающем дизель-генераторе (за исключением тех случаев, когда это необходимо в обязательном порядке и при соответствующей подготовке, при этом использовать насос для перекачки топлива с емкости в бак; открытой струей перелив топлива запрещается).
  - Необходимо немедленно вытирать пролившееся топливо и надежно утилизировать материал для очистки, загрязненный топливом и маслом.
  - Не проводить очистку ДГ, замену масла и все наладочные работы на работающем двигателе (разве только тогда, когда Вы располагаете соответствующей квалификацией и специальной конструкцией дизель-генератора).
  - Не проводить наладочных работ, о которых Вы не располагаете нужной информацией.
  - Необходимо в обязательном порядке обеспечить, чтобы дизель-генератор не эксплуатировался в помещениях, в которых может иметь место опасная концентрация отработавших газов.
  - В процессе эксплуатации дизель-генератора посторонние лица не должны находиться рядом.
  - Запрещается близко подходить к движущимся частям дизель-генератора с неплотно прилегающей одеждой или с длинными волосами.
- Внимание! Некоторые движущиеся части невозможно однозначно распознать, когда двигатель работает.*
- Запрещается эксплуатировать дизель-генератор, если снято защитное ограждение.
  - Запрещается заводить дизель-генератор вводя зажженную ветошь в воздушный патрубок снятого воздушного фильтра, так как зажженную ветошь обязательно всосет в воздушную систему двигателя.
  - Строго запрещается снимать запорную крышку радиатора системы охлаждения на горячем двигателе, находящейся под давлением, так как горячая, кипящая охлаждающая жидкость может выплеснуться наружу и вызвать ожоги.
  - Не использовать в качестве охлаждающей жидкости простую воду или другие жидкости, кроме тех, которые рекомендуются производителем.
  - В любом случае избегать образования искр или открытого пламени вблизи аккумуляторных батарей (прежде всего в процессе их заряда). Испаряющийся с электролита водород легко воспламеняется взрываясь. Электролит аккумуляторных батарей может вызвать повреждения кожи и представляет собой особую опасность для глаз.
  - Перед проведением ремонтных работ на электрической установке необходимо отсоединить зажимы аккумуляторной батареи.
  - За контроль работы и обслуживание дизель-генератора должен отвечать только один обученный специалист.
  - Необходимо обеспечить, чтобы эксплуатация дизель-генератора осуществлялась только с панели управления или с поста оператора.
  - Если Ваша кожа вступила в контакт с топливом, то необходимо обильно промыть место попадания топлива горячей водой с хозяйственным мылом.
  - Дизельное топливо и отработавшее смазочное масло могут вызвать повреждения кожи у некоторых людей. Необходимо защищать руки перчатками или специальным кремом.
  - Строго запрещается носить промасленную одежду. Не засовывать в карманы материал, загрязненный маслом, например, ветошь после очистки ДГУ.
  - Во избежание экологического ущерба необходимо надлежащим образом утилизировать отработанное моторное масло и все остальное, чтобы предотвратить загрязнение окружающей среды.
  - Перед пуском дизель-генератора необходимо обязательно проверить, чтобы автомат, через который подается питание на потребитель, был отключен.

- Необходимо особенно осторожно проводить работы при проведении "аварийного ремонта" в неблагоприятных или полевых условиях.
  - Горючие материалы некоторых деталей двигателя (например, определенные прокладки) могут представлять собой особую опасность при сгорании.
- Запрещается допускать контакт этих сгоревших остатков с кожей или с глазами. Выделяющийся при горении дым не вдыхать.
- Необходимо прочитать и соблюдать правила руководств подъемных механизмов.
  - Двигатели с наддувом работают на высоких оборотах вращения вала и при высокой температуре корпуса турбины. Необходимо держаться на удалении от выпускного и выпускного коллектора, турбонагнетателя, а также избегать соприкосновения с горячими поверхностями.
  - Использовать только оригинальные запасные части марки "Перкинс".

### **Установка ДГ.**

Место расположения ДГУ:

1. Учитывать розу ветров на местности в месте установки ДГ для вентиляции околodизельного пространства: отвод теплого выпускного воздуха и выхлопных газов ДГ.
2. Обеспечить нормальную вентиляцию ДГ, размещать его подальше от строений.
3. Обеспечить шумозащиту. По возможности располагать ДГ подальше от жилых домов, установить щитовые ограждения вокруг ДГ.
4. Расстояние между ДГ и потребителем электроэнергии не должно превышать 50 метров.
5. Расположить ДГ так, чтобы обе спечить удобный подъезд для подвоза топлива и свободный доступ к ДГ при открывании всех его дверей.
6. Ограничить доступ посторонних лиц к ДГ.
7. ДГ устанавливать на твердый грунт строго горизонтально. Если грунт не твердый, под ДГ подкладывать щиты из досок, бетонные плиты, на крайний случай, сами доски.

**Глава 1. Проведение технического обслуживания (ТО) и  
предпродажной подготовки (PDI).**

**1. Техническое обслуживание дизель-генераторов.**

**1.1. Периодичность техобслуживания.**

| A           | C             | D            | E             |   |
|-------------|---------------|--------------|---------------|---|
| 5<br>0<br>м | 2<br>50-<br>7 | 5<br>00<br>м | 1<br>000<br>м | Операции техобслуживания  |
| *           | *             | *            | *             | Проверка уровня охлаждающей жидкости в радиаторе  |
| *           | *             | *            | *             | Проверка состояния приводного ремня   |
| *           | *             | *            | *             | Проверка наличия воды в фильтре предварительной очистки   |
|             |               | *            | *             | Замена фильтрующего элемента топливного фильтра (ов)  |
| *           | *             | *            | *             | Проверка давления масла с помощью внешнего манометра и сравнение результатов с показаниями указателя давления масла в двигателе ДГУ |
| *           | *             | *            | *             | Проверка и, при необходимости, регулировка блока AVR  |
| *           | *             | *            | *             | Проверка плотности затяжки соединений   |
| *           | *             | *            | *             | Замена моторного масла  |
| *           | *             | *            | *             | Замена масляного фильтра (-ов)  |
| *           | *             | *            | *             | Проверка системы отвода картерных газов   |
|             | *             | *            | *             | Очистка воздушного фильтра, удаление пыли из пылесборника   |
|             |               | *            | *             | Замена воздушного фильтра (-ов)   |
|             |               |              | *             | Проверка работоспособности генератора подзарядки АКБ, стартера  |
|             |               |              | *             | Замена красного антифриза через каждые 3000 м/ч или 1 раз в год   |
|             | *             | *            | *             | Проведение испытания под нагрузкой (два раза в год)   |
| *           | *             | *            | *             | Проверка состояния АКБ, контактов   |

## 1.2. Технологическая карта технического обслуживания ДГ.

### А. Мероприятия, проводимые на ДГ при ежедневном ТО.

1. Проверить подтекания топлива, охлаждающей жидкости и масла.
2. Проверить уровень масла и охлаждающей жидкости, при необходимости, долить.
3. Убедиться в наличии топлива в баке для нормальной работы ДГУ.
4. Слить отстой из сепаратора топлива.
5. Проверить состояние крепления защиты вентилятора.

### Б. Мероприятия, проводимые на ДГ при наработке 50 моточасов.

#### 1. На выключенном ДГ:

- а/ провести мероприятия ежедневного ТО.
- б/ проверить уровень электролита в АКБ, его плотность и емкость аккумулятора. При емкости ниже 75% аккумулятор заменить.
- в/ проверить уровень антифриза и его плотность, при необходимости, долить.
- г/ проверить состояние всех труб, шлангов и их соединений.
- д/ проверить систему подачи воздуха, состояние и затяжку крепежных соединений, ее очистка.
- е/ при наличии турбонаддува провести мероприятия для смазки подшипника и прокрутить крыльчатку вентилятора турбины вручную, проверив ее плавное вращение. Проверить люфт, осевое смещение.
- ж/ проверить функционирование индикации неисправностей панелей управления.
- з/ проверить крепление ДГУ с рамой;
- и/ проверить крепление основного генератора с двигателем;
- к/ проверить крепление впускного и выпускного коллектора, выхлопной системы;
- л/ проверить состояние воздушного и водяного радиаторов, их крепление, затяжку болтов по периметру;  
Железные перемычки, которые стоят вместе с гибкими патрубками, соединяющими трубы воздухоподачи, должны быть хорошо затянуты.
- м/ проверить состояние вентилятора радиатора, его подшипник, узел крепления лопастей и самого вентилятора;
- н/ проверить натяжение приводных ремней вентилятора радиатора, водяного насоса и генератора подзарядки аккумулятора, их состояние;  
При явном износе или разлажачивании ремней их заменить, при чем все сразу.
- о/ проверить состояние натяжителя ремней вентилятора радиатора, состояние его шкива, подшипника;  
При проведении ТО на двигателе серии 2300, 2800 иметь обточенный ключ на 46.
- п/ проверить крепление генератора подзарядки аккумулятора, состояние его шкива, подшипника;
- р/ проверить состояние и крепление защиты вентилятора радиатора;
- с/ проверить затяжку всех крышек двигателя, поддона картера;
- т/ проверить отсутствие следов подтеканий масла в местах установки датчиков, в узле крепления масляных фильтров, теплообменников масла;
- у/ проверить отсутствие следов подтеканий топлива в топливной системе, состояние сеток фильтров грубой очистки топлива;
- ф/ проверить отсутствие подтеканий охлаждающей жидкости в местах установки датчиков и штуцеров всех патрубков системы охлаждения (использовать Loctite 577);
- х/ проверить отсутствие подтеканий прокладок термостата, водяного насоса системы охлаждения;
- ц/ проверить затяжку силовых кабелей на выходном автомате и в основном генераторе, установка, при необходимости, дополнительной защиты на нулевой провод в монтажном шкафу генератора;
- ч/ проверить затяжку заземляющих перемычек на двигателе, генераторе и раме;

ш/ проверить электрические соединения в панели управления, на AVR, на генераторе подзарядки аккумулятора и на датчиках;

щ/ проверить крепление демпфера, его состояние (не должно быть вмятин на демпфере и повышенной вибрации при работе двигателя дизель-генератора);

э/ проверить крепление аккумуляторов, их состояние, уровень и плотность электролита, затяжка контактов и смазка их техническим вазелином;

ю/ проверить состояние плавких индикаторов перегрева двигателя.

**2. Проверить функционирование стартера и панели управления ДГУ.**

Для этого необходимо отключить электромагнитный топливный клапан и проверить автоматику панели управления на три попытки запуска ДГУ. Попутно проконтролировать увеличение давления масла в масляной системе. Обратит внимание на работу стартера, иметь наготове ключ на 13 и быть готовым в любой момент отключить аккумулятор. Бывают случаи, когда не выключается промежуточное реле включения стартера и стартер крутится, пока не сядут стартерные аккумуляторы. В такой ситуации аккумулятор часто закипает и проливается электролит.

**3. Проверить работоспособность подогревателя ОЖ и его крепление.**

**4. Проверить работоспособность устройства подзарядки АКБ (если установлено).**

**5. Проверить функционирование свечи подогрева воздуха (если есть).**

**6. Проверить состояние ручных перекачивающих насосов топлива и масла, их крепление и функционирование.**

**7. Провести необходимые доработки на ДГУ по заданию в наряде.**

**8. Проверить запуск ДГУ в автоматическом режиме:**

- соблюдать меры безопасности при дистанционном запуске ДГУ;

- в зависимости от типа панели управления установить переключатель режима работ в положение “АВТО” и запустить ДГУ, замкнув контакты автозапуска дополнительными проводами. При размыкании этих контактов ДГУ должен остановиться.

## **9. На работающем ДГУ:**

а/ сверить реальные значения параметров ДГУ (величина выходного напряжения 220/380В, ток нагрузки, температура ОЖ, давление масла, напряжение бортовой сети и др.), измеренных контрольными приборами, с показаниями приборов, расположенных на панели управления ДГУ, или с показаниями цифровых панелей управления;

При необходимости, отрегулировать AVR.

б/ проверить срабатывание автоматики защиты ДГУ при замыкании контактов провода 15 датчика давления масла и провода 16 датчика температуры охлаждающей жидкости на корпус двигателя. При наличии датчика уровня охлаждающей жидкости непосредственно с датчика снять провод 32, при этом дизель-генератор остановится и высветится авария “Высокая температура ОЖ”;

в/ проверить срабатывание всех аварийных кнопок “Emergency Stop” и их состояние;

г/ проверить герметичность выхлопной системы и принять меры к устранению неплотности соединений;

д/ визуально проверить биение подшипников вентилятора радиатора;

е/ визуально проверить биение шкива генератора подзарядки аккумулятора на работающем двигателе, их не должно быть;

ж/ проверить положение шкива вентилятора в одной плоскости со шкивом помпы и генератора подзарядки для того, чтобы не было повышенного износа ремней;

з/ визуально проверить состояние демпфера и на наличие биений;

и/ проверить функционирование термостата и определить момент его открытия проверкой нагрева верхнего патрубка, уходящего с термостата на радиатор, и по указателю температуры ОЖ;

к/ рассчитать номинальный ток нагрузки для данной модели ДГУ и провести испытание на эквивалент нагрузки, постоянно контролировать весь процесс испытания с записью параметров в наряде;

**Примечание:**

- перед испытанием ДГУ под нагрузкой проверить состояние нагрузочной станции, наконечников, их затяжку, состояние изоляции кабелей (повреждений изоляции не должно быть);

- СТРОГО ЗАПРЕЩАЕТСЯ оставлять ДГУ без присмотра во время испытания;

- контролировать температуру изоляции кабеля при работе ДГУ под нагрузкой, она не должна превышать 60<sup>0</sup>С.

- дизель-генераторную установку и нагрузочную станцию обязательно заземлить;

л/ провести полный осмотр ДГУ при 100% нагрузке на предмет утечек масла и охлаждающей жидкости;

м/ оценить работу двигателя по выхлопу и выходу газов из сапуна под 100% нагрузкой дизель-генератора и на холостом ходу;

н/ проверить состояние турбины при 100% нагрузке - она не должна раскаляться;

о/ определить температуру выпускного коллектора ДГУ с помощью дистанционного электронного термометра при 100% нагрузке.

10. Проверить параметры электронных ДГУ с помощью компьютера.

11. Привести дизель-генератор в идеально чистое состояние для передачи клиенту. Замечаний по внешнему виду не должно быть.

12. Заполнить наряд и протокол испытаний в полном объеме и сдать документацию.

**В. Мероприятия, проводимые на ДГ каждые 250 моточасов.**

1. Провести мероприятия ежедневного ТО и ТО-50.

При необходимости, в аккумулятор долить дистиллированной воды.

2. Произвести замену масла и масляного фильтра.

3. Провести испытания на эквивалент нагрузки.

4. Проверить систему отвода картерных газов. Если сапун забит, его необходимо прочистить.

**Г. Мероприятия, проводимые на ДГ каждые 500 моточасов.**

1. Провести мероприятия ежедневного ТО, ТО-50, ТО-250.

3. Промыть систему охлаждения и заменить охлаждающую жидкость (1 раз в год).

4. Проверить и очистить соты водяного и воздушного радиаторов.

5. Заменить топливные и воздушные фильтры.

**Д. Мероприятия, проводимые на ДГ каждые 750 моточасов.**

1. Провести мероприятия ежедневного ТО, ТО-50, ТО-250.

**Е. Мероприятия, проводимые на ДГ каждые 1000 моточасов.**

1. Провести мероприятия ежедневного ТО, ТО-50, ТО-250, ТО-500.

**Примечание.**

- Проверять состояние топливных форсунок, регулировать их синхронизацию, опережение впрыска топлива согласно описания на дизель-генератор (обычно 2000 – 2500 м/ч).

- Замену приводных ремней вентилятора радиатора производить каждые 2000 моточасов, независимо от их состояния (на рядном двигателе).

На двигателе серии 4000 – каждые 5000 моточасов.

- Перед проверкой ДГУ под нагрузкой с подключением нагрузочной станции убедиться в наличии заземления на самой дизель-генераторной установке и заземлить нагрузочную станцию.

- Промыть топливный бак и заменить топливо в топливном баке (1 раз в 2 года).

- Проверить тепловые зазоры клапанов и регулировать их согласно описания на дизель-генератор (двигатель серии 4000 – каждые 500 моточасов, двигатели других серий – 1000 м/ч) при температуре двигателя

25<sup>0</sup>С.

- При наличии подтеканий масла соответствующую крышку или поддон затянуть болтами с применением фиксатора резьбы герметиком Loctite 243.
- Для предотвращения утечек масла и топлива через резьбы протекающих штуцеров масляной и топливной системы смазать их герметиком Loctite 577.
- Через каждые 5000 моточасов осмотреть генератор подзарядки аккумулятора и стартер, проверить их работу, стартер смазать. Через смотровое отверстие проверить состояние зубчатого венца, установленного на маховике ДГУ. При наличии сколов и “съедания” зубцов необходимо произвести ремонт ДГУ.

### 1.3. Технологическая карта PDI.

1. Получить документы на дизель-генераторную установку:

- наряд на проведение PDI;
- накладная на перемещение;
- протокол испытаний ДГУ;
- документация с листами PDI;
- ДГ.

2. Получить расходные материалы и необходимое оборудование.

3. Подготовить аккумуляторы.

При заправке аккумуляторов необходимо соблюдать осторожность обращения с электролитом, не допускать его разбрызгивания. В случае, если электролит пролился, его промокнуть бумажным полотенцем, которое потом утилизировать, место пролива обильно смыть водным раствором соды.

При обращении с аккумуляторами соблюдать правила безопасности, описанные в Главе 6 учебного пособия “Памятка сервисному инженеру по эксплуатации и обслуживанию ДГУ”.

**4. На выключенном ДГУ проверить:**

- а/ проверить уровень масла;
- б/ проверить уровень антифриза или залить его в расчете 50% концентрата на 50% дистиллированной воды, проверить плотность антифриза и отметить в наряде. В систему охлаждения ДГУ, отправляемых на Север, заливать антифриз из расчета 60% концентрата и 40% дистиллированной воды;
- в/ проверить отсутствие следов топлива, охлаждающей жидкости и масла под двигателем дизель-генератора. При наличии следов определить место их утечки методом осмотра и устранить;
- г/ проверить состояние всех труб, шлангов и их соединений;
- д/ проверить систему подачи воздуха, состояние и затяжку крепежных соединений, ее чистоту;
- е/ при наличии турбонаддува провести мероприятия для смазки подшипника и прокрутить крыльчатку вентилятора турбины вручную, проверив ее плавное вращение. Проверить люфт, осевое смещение;
- ж/ крепление ДГУ с рамой;
- з/ крепление основного генератора с двигателем;
- и/ крепление впускного и выпускного коллектора, выхлопной системы;
- к/ состояние воздушного и водяного радиаторов, их крепление, затяжку болтов по периметру;
- Железные перемишки, которые стоят вместе с гибкими патрубками, соединяющими трубы воздухоподачи, должны быть хорошо затянуты.
- л/ состояние вентилятора радиатора, узел крепления лопастей и самого вентилятора;

- м/ натяжение приводных ремней вентилятора радиатора и генератора подзарядки аккумулятора, их состояние;
- н/ состояние натяжителя ремней вентилятора радиатора, состояние его шкива, подшипника;
- о/ крепление генератора подзарядки аккумулятора, состояние его шкива, подшипника;
- п/ положение шкива генератора подзарядки аккумулятора в одной плоскости со шкивом вентилятора радиатора (серия 1300), крепление шкивов, состояние их подшипников;
- р/ состояние и крепление защиты вентилятора радиатора;
- с/ затяжку всех крышек двигателя, поддона картера;
- т/ отсутствие следов подтеканий масла с мест установки датчиков, в узле крепления масляных фильтров, теплообменников масла;
- у/ отсутствие следов подтеканий топлива в топливной системе, состояние сеток фильтров грубой очистки топлива;
- ф/ отсутствие подтеканий охлаждающей жидкости с мест установки датчиков и штуцеров всех патрубков системы охлаждения;
- х/ отсутствие подтеканий прокладок термостата, водяного насоса системы охлаждения;
- ц/ затяжку силовых кабелей на выходном автомате и в основном генераторе, установка, при необходимости, дополнительной защиты на нулевой провод в монтажном шкафу генератора;
- ч/ затяжку заземляющих перемычек на двигателе, генераторе и раме;
- ш/ электрические соединения в панели управления, на AVR, на генераторе подзарядки аккумулятора и на датчиках;
- ш/ крепление демпфера, его состояние (не должно быть вмятин на демпфере и повышенной вибрации при работе двигателя дизель-генератора);
- ы/ крепление аккумуляторов, затяжка клемм, их смазка техническим вазелином;
- э/ состояние плавких индикаторов перегрева двигателя;
- ю/ тепловые зазоры клапанов и регулировку форсунок при температуре двигателя 25<sup>0</sup>С.

**5. Проверить функционирование стартера и панели управления ДГУ.**

Для этого необходимо отключить электромагнитный топливный клапан и проверить автоматику панели управления на три попытки запуска ДГУ. Попутно проконтролировать увеличение давления масла в масляной системе. Обратит внимание на работу стартера и иметь наготове ключ на 13 и быть готовым в любой момент отключить аккумулятор. Бывают случаи, когда не выключается промежуточное реле включения стартера и стартер крутится, пока не сядут стартерные аккумуляторы. В такой ситуации аккумулятор часто закипает и проливается электролит.

**6. Проверить работоспособность подогревателя ОЖ, его функционирование и крепление (если установлен).**

**7. Проверить работоспособность устройства подзарядки АКБ (если установлено).**

**8. Проверить функционирование свечи подогрева воздуха (если установлена).**

**9. Проверить состояние ручных перекачивающих насосов топлива и масла, их крепление и функционирование.**

**10. Провести необходимые доработки на ДГУ по заданию в наряде.**

**11. Проверить запуск ДГУ в автоматическом режиме:**

- соблюдать меры безопасности при дистанционном запуске ДГУ;
- в зависимости от типа панели управления установить переключатель режима работ в положение “АВТО” и запустить ДГУ, замкнув контакты автозапуска дополнительными проводами. При размыкании этих контактов ДГУ должен остановиться.



## **12. На работающем ДГУ:**

- а/ проверить функционирование индикации неисправностей панелей управления;
- б/ сверить реальные значения параметров ДГУ (величина выходного напряжения 220/380В, ток нагрузки, температура ОЖ, давление масла, напряжение бортовой сети и др.), измеренных контрольными приборами, с показаниями приборов, расположенных на панели управления ДГУ, или с показаниями цифровых панелей управления. При необходимости, отрегулировать AVR;
- в/ проверить срабатывание автоматики защиты ДГУ при замыкании контактов провода 15 датчика давления масла и провода 16 датчика температуры охлаждающей жидкости на корпус двигателя. При наличии датчика уровня охлаждающей жидкости непосредственно с датчика снять провод 32, при этом дизель-генератор остановится и высветится авария “Высокая температура ОЖ”.
- г/ проверить срабатывание всех аварийных кнопок и их состояние;
- д/ проверить герметичность выхлопной системы и принять меры к устранению неплотности соединений;
- е/ визуально проверить биение подшипников вентилятора радиатора;
- ж/ визуально проверить биение шкива генератора подзарядки аккумулятора на работающем двигателе, их не должно быть;
- з/ проверить положение шкива вентилятора в одной плоскости со шкивом помпы и генератора подзарядки для того, чтобы не было повышенного износа ремней.
- и/ визуально проверить состояние демпфера по биениям на работающем двигателе;
- к/ проверить функционирование термостата и определить момент его открытия методом проверки нагрева верхнего патрубка, уходящего с термостата на радиатор, и по указателю температуры ОЖ;
- л/ рассчитать номинальный ток нагрузки для данной модели ДГУ и провести испытание на эквивалент нагрузки, постоянно контролировать весь процесс с записью параметров в наряде;

### **Примечание:**

- перед испытанием ДГУ под нагрузкой проверить состояние нагрузочной станции, наконечников, их затяжку, состояние изоляции кабелей (повреждений изоляции не должно быть);
- СТРОГО ЗАПРЕЩАЕТСЯ оставлять ДГУ без присмотра во время испытания под нагрузкой;
- контролировать температуру изоляции кабеля при работе ДГУ под нагрузкой, она не должна превышать 60<sup>0</sup>С;
- дизель-генераторную установку и нагрузочную станцию обязательно заземлить;
- м/ провести полный осмотр ДГУ при 100% нагрузке на предмет утечек масла и охлаждающей жидкости;
- н/ оценить работу двигателя по выхлопу и выходу газов из сапуна под 100% нагрузкой дизель-генератора и на холостом ходу;
- о/ проверить состояние турбины при 100% нагрузке - она не должна раскаляться;
- п/ определить температуру выпускного коллектора ДГУ с помощью дистанционного электронного термометра при 100% нагрузке;
- р/ проверить параметры электронных ДГУ с помощью компьютера.

**13.** Привести дизель-генератор в идеально чистое состояние для передачи клиенту. Замечаний по внешнему виду не должно быть.

**14.** Заполнить наряд и протокол испытаний в полном объеме.

**15.** Заполнить листы PDI и сдать документацию сервисному менеджеру.

### **Примечание.**

При наличии подтеканий масла соответствующую крышку или поддон затягивать болтами с применением фиксатора резьбы герметиком.

Для предотвращения утечек масла и топлива через резьбы протекающих штуцеров масляной и топливной системы смазать их герметико

# Трансформаторы тока и напряжения.

## 1. Общие сведения.

Трансформатор – это статический электромагнитный аппарат, служащий для преобразования электрической энергии переменного тока одного напряжения в электрическую энергию переменного тока того же или иного напряжения при неизменной частоте.

Трансформатор состоит из двух основных частей: магнитопровода (сердечника) и обмоток. Для уменьшения потерь от вихревых токов (паразитные токи Фуко, замкнутые в толще сердечника, энергия которых уходит на нагрев сердечника), возникающих при перемагничивании, сердечники собирают из отдельных тонких (0,3-0,5 мм) пластин специальной трансформаторной стали (ферромагнетик). Эта сталь характеризуется узкой петлей гистерезиса, большим электрическим сопротивлением и она теряет свойства намагниченности при температуре (точка Кюри)  $770^{\circ}\text{C}$ . При температуре выше точки Кюри ферромагнетик превращается в обычный парамагнетик, который слабо намагничивается и не может использоваться в качестве сердечника трансформатора. Пластины изолированы одна от другой тонким слоем электротехнического лака.

## 2. Режимы работы трансформатора.

а/ режим холостого хода – вторичная обмотка разомкнута и трансформатор работает без нагрузки.

б/ рабочий режим – режим, при котором к вторичной обмотке включена нагрузка и во вторичной обмотке протекает ток.

в/ Если вторичную обмотку трансформатора замкнуть накоротко, а на первичную обмотку подать такое пониженное напряжение, при котором токи во вторичной обмотке не превышают номинальных значений тока, то энергия, потребляемая трансформатором из сети, расходуется в основном на тепловые потери в проводах обмоток трансформатора. В самом деле, при короткозамкнутой вторичной обмотке к первичной подводится пониженное напряжение, поэтому магнитный поток очень мал и потери в стали, зависящие от значения магнитного потока, также малы. Этот опыт называют опытом *короткого замыкания*.

**Трансформатор тока** тороидальный (в виде бублика) и состоит из сердечника с обмоткой.

Первичную обмотку, представляющую собой шину кабеля, включают последовательно с нагрузкой, в цепи которой необходимо измерить ток, а к вторичной обмотке, с большим числом витков, подключают амперметр или концы обмотки замыкают накоротко. Полное суммарное сопротивление

$Z = R + jX$  приборов и подводящих проводов является нагрузкой трансформатора тока.

Так как сопротивление амперметра мало, то можно считать, что трансформатор тока работает в режиме короткого замыкания, при котором суммарный магнитный поток равен разности потоков, созданных первичной и вторичной обмотками.

Для расширения пределов измерения электромагнитных амперметров шунты не применяют из-за громоздкости и дороговизны, а в цепях переменного тока используют измерительные трансформаторы тока (рис. 95, а). Первичная обмотка такого трансформатора включается в цепь измеряемого тока и обозначаются  $P_1$  и  $P_2$ , а вторичная с зажимами  $S_1$  и  $S_2$ , рассчитанная на номинальный ток 1; 2; 2,5 или 5 А, замыкается на амперметр. На дизель-генераторах FGWilson используются трансформаторы тока с номинальным током во вторичной обмотке 5А. Коэффициент трансформации измерительных трансформаторов принято обозначать отношением номинальных токов: первичного ко вторичному, например: 60/5, 200/5, 600/5.

При включении амперметра через измерительный трансформатор тока измеряемый ток  $I_1$  определяют по формуле

$$I_1 = K_I I_2,$$

где  $K_I$  — коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока;  $I_2$  — показание амперметра.

Измеряемый ток, протекая по первичной обмотке с низким сопротивлением, создает на ней весьма небольшое падение напряжения, которое трансформируется во вторичную обмотку. При достаточной мощности источника первичного тока размыкание вторичной цепи трансформатора тока вызовет значительное увеличение магнитного потока  $\Phi_0$  в сердечнике. Размыкание этой цепи относится к аварийному случаю, потому что возрастание потока в сердечнике приводит к большому увеличению э. д. с. (до нескольких сотен вольт), что опасно для обслуживающего персонала и может вызвать электрический пробой изоляции вторичной обмотки. Кроме того, увеличение потока сопровождается ростом потерь на перемагничивание и вихревые токи, повышением температуры сердечника, а следовательно, и обмоток и может служить причиной термического разрушения их изоляции.

Для безопасности один вывод вторичной обмотки заземляют для того, чтобы при пробое изоляции между обмотками провод с высоким потенциалом оказался замкнутым на землю.

В случае, если вторичная обмотка все же случайно оказалась разомкнутой под током в шине, необходимо для восстановления точности работы измерительного трансформатора тока подвергнуть его магнитопровод трехкратному размагничиванию. Это достигается возбуждением в первичной обмотке 10%-го номинального тока и плавным уменьшением его до нуля при разомкнутой вторичной обмотке.

Ток во вторичной обмотке трансформатора зависит от качества материала сердечника, его размеров, числа витков, а также от характера и значения нагрузки во вторичной цепи.

**Электромагнитные вольтметры** отличаются от амперметров, у которых обмотка имеет небольшое число витков толстого провода, тем, что обмотка их выполнена большим числом витков тонкого провода и они имеют еще добавочный резистор из изолированного манганинового провода, который встроен в корпус прибора.

Верхний предел измерения электромагнитных вольтметров при непосредственном включении их в электрическую цепь составляет 500—600 В.

Для расширения пределов измерения электромагнитных вольтметров на постоянном токе применяют добавочные резисторы, а на переменном токе — измерительные трансформаторы напряжения  $TН$  с первичной обмоткой  $AX$  и вторичной —  $ax$  (рис. 95, б).

Первичная обмотка содержит значительно больше витков, чем вторичная. На первичную обмотку подается измеряемое напряжение  $U_1$ , а к вторичной обмотке подключается вольтметр. Поскольку сопротивление вольтметра велико, то по вторичной обмотке течет небольшой ток, и можно считать, что трансформатор напряжения работает в режиме холостого хода, т.е. изменения вторичного напряжения пропорциональны изменениям первичного при постоянном коэффициенте трансформации. Фаза вторичного напряжения противоположна фазе первичного.

Все трансформаторы напряжения изготавливают таким образом, чтобы номинальное напряжение вторичной обмотки было равно 100 В.

Коэффициент трансформации измерительных трансформаторов напряжения обозначают отношением номинальных напряжений: первичного ко вторичному, например,

$$\frac{380}{100}, \frac{6000}{100}.$$

При включении вольтметра через измерительный трансформатор напряжения измеряемое напряжение  $U_1$  находят по формуле  $U_1 = K_U U_2$ ,

где  $K_U$  — коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения;

$U_2$  — показание вольтметра.

Вольтметры, предназначенные для включения через измерительные трансформаторы напряжения, имеют на шкале надпись:

Например,

$$\text{«ТН } \frac{U_{1\text{НОМ}}}{U_{2\text{НОМ}}\text{»},$$

В измерительных трансформаторах напряжения вторичную обмотку нельзя замыкать накоротко, так как при этом обе его обмотки могут сгореть.

По Правилам устройства электроустановок зажимы вторичных обмоток измерительных трансформаторов тока и напряжения, устанавливаемых в цепях напряжением 500 В и выше, должны надежно соединяться с сетью заземления для безопасности обслуживающего персонала.

### 3. Использование трансформаторов тока.

К измерительным трансформаторам тока относятся электроизмерительные клещи с раздвижным магнитопроводом и выпрямительным прибором, позволяющим при охвате магнитопроводом проводника с переменным током частоты 50 Гц измерять этот ток в пределах от 0 до 600 А. Здесь первичной обмоткой является сам проводник с током, возбуждающим в замкнутом ферромагнитном магнитопроводе переменный магнитный поток, который наводит во вторичной обмотке э. д. с., где включен электроизмерительный прибор. Ток, измеряемый прибором, прямо пропорционален току в охваченном клещами проводнике и отсчитывается микропроцессором. Значение тока в амперах выводится на жидкокристаллический экран.

Электроизмерительные клещи позволяют также измерять переменное напряжение до 600 В частоты 50 Гц, для чего их зажимы присоединяют проводниками к тем точкам электрической цепи, между которыми измеряется величина напряжения, а рычажный переключатель ставится в положение замыкания магнитопровода, при котором вторичная обмотка трансформатора тока замыкается накоротко.

Электроизмерительные клещи с раздвижным ферромагнитным магнитопроводом и ферродинамическим прибором дают возможность измерять активную мощность без разрыва цепи тока путем охвата ими проводника с током и присоединения прибора двумя проводниками со штепсельными вилками к напряжению сети. Клещи предназначены для измерения при двух номинальных напряжениях — 220 и 380 В частоты 50 Гц и соответственно трех номинальных значениях токов — 150, 300, 400 А или 150, 300, 500 А, что дает при номинальном коэффициенте мощности  $\cos \varphi = 0,8$  соответствующие номинальные пределы измерения активной мощности: 25, 50, 75 кВт и 50, 100, 150 кВт. Отсчеты в пределах измерений 25, 50, 100 кВт производятся по верхней шкале 0—50, а в пределах 75, 150 кВт — по нижней шкале 0—150. Переключение напряжений осуществляется штепсельными вилками, из которых одна вставляется в генераторное гнездо с маркировкой «\*», а другая — в гнездо с отметкой 220 или 380 В. Переключение пределов измерения по току производится рычажным переключателем, который устанавливают в одно из шести положений, отвечающих величинам номинального напряжения сети и номинального значения измеряемой активной мощности.

Электроизмерительными клещами можно измерять активную мощность в трехфазных цепях, для чего необходимо магнитопроводом охватить линейный провод, а обмотку напряжения подключить на соответствующее линейное или фазное напряжение. При симметричном режиме достаточно измерить мощность одной фазы и результат измерения умножить на три, а при несимметричном режиме выполнить поочередное измерение соответствующих мощностей согласно схемам двух или трех приборов и полученные результаты алгебраически сложить

## Испытание дизель-генератора под нагрузкой

Для чего нужно испытание дизель-генератора под нагрузкой?

### 1. Очистка двигателя от нагароотложений.

Если двигатель ДГУ закоксован, образовался нагар на внутренних его поверхностях, при этом двигатель не развивает паспортную мощность, то такому двигателю необходимо поработать при полной нагрузке до тех пор, пока у него не станет чистым выхлоп и он нормально будет держать паспортную нагрузку для данного ДГУ. На такую работу ДГУ может уйти один час, а может 4-6 часов, в зависимости от степени загрязнения двигателя. Сильно загрязненный двигатель может держать 20-30% от полной нагрузки, постепенно поднимая нагрузку доводят ее до 100%.

### 2. Просушка обмоток основного генератора.

В осенне-весенний период в воздухе накапливается много влаги и если ДГУ стоит на открытом воздухе (даже в звукоизолирующем кожухе), эта влага пропитывает обмотки основного генератора. Сопротивление изоляции обмоток резко падает и при работе дизель-генератора без нагрузки может произойти пробой изоляции вырабатываемого основным генератором переменного напряжения на корпус, что часто приводит к выходу основного генератора из строя (сгорают его обмотки).

Замеряют сопротивление изоляции обмоток генератора Мегомметром с напряжением на его выходных клеммах 1000В, при этом сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 Мом. Перед замером сопротивления изоляции необходимо все концы обмоток открутить и заизолировать, с AVR отключить, сняв все провода, которые к нему подходят.

Сопротивление изоляции измеряют:

- между изолированными обмотками;
- между каждой обмоткой и корпусом генератора.

Часто замерять сопротивление изоляции обмоток генератора не рекомендуется, замер производить только в исключительных случаях для того, чтобы во время испытания не провоцировать пробой изоляции в дальнейшей работе генератора. Измерение сопротивления изоляции в особо опасных помещениях и наружных установках (ДГУ) производится 1 раз в год, в остальных – 1 раз в 3 года.

С практики эксплуатации ДГУ и так понятно, что после дождливой осени и сырой весны сопротивление изоляции обмоток низкое и их необходимо просушить. Поэтому в эти периоды проводят дизель-генератору техническое обслуживание с нагрузкой. После просушки можно, при желании, измерить сопротивление изоляции. **Но только после просушки обмоток генератора!**

Для просушки обмоток генератора есть несколько способов:

а) к генератору подключают тэновую нагрузку и запускают дизель-генератор.

Поначалу подают 30% нагрузки на время 20 мин., потом 60% на то же время, потом 100% нагрузки на 30-40 мин, а то и больше.

По амперметру выставляют номинальный ток в нагрузке для данного генератора. При этом токе обмотки генератора нагреваются, сам генератор при работе вентилируется и осушается.

б) отключают AVR, выходные контакты обмоток генератора закорачивают перемычкой, генератор запускают, а на обмотку возбуждения через реостат подают постоянное напряжение с аккумулятора и также, как и в первом случае, по амперметру выставляют номинальный ток в нагрузке для данного генератора. И так же при этом токе обмотки генератора нагреваются, сам генератор при работе вентилируется и осушается.

В обоих случаях для ускорения процесса осушки обмоток генератора во всасывающие окна направляют нагретый тепловыми пушками воздух.

в) разбирают генератор, статор с обмотками и ротор располагают в сухом теплом помещении. Статор устанавливают вертикально и внутрь подвешивают лампу мощностью 0,5-1 кВт и включают ее. Ротор располагают на подогревателе. Сушат несколько суток

## Особенности эксплуатации ДГУ в условиях высоких температур южных районов.

При эксплуатации дизель-генератора в условиях высоких температур наружного воздуха есть некоторые особенности, которые необходимо учитывать. С повышением температуры наружного воздуха при работе дизель-генератора падает эффективность вентилятора, который прогоняет воздух вдоль дизель-генератора для отбора тепла.

Для создания нормальных условий работы дизель-генератора необходимо:

1. Устанавливают радиатор системы охлаждения ДГ больших, чем стандартный, размеров или выносят его за пределы помещения, в котором установлен ДГУ, для того, чтобы тепло радиатора не влияло на теплообмен двигателя. Приточный воздух в помещение с дизель-генератором можно пропустить через водяной охлаждающий радиатор.

ДГУ желательно размещать в прохладных помещениях (подвального типа), оборудованных эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Площадь окон приточных и вытяжных жалюзи, каждая по отдельности, должны быть на 20-30% больше площади радиатора системы охлаждения. Необходимо разделить приточный и вытяжной поток воздуха в дизельном помещении. Воздух при выходе с радиатора системы охлаждения не должен возвращаться в помещение.

2. Установить термостат, который рассчитан на более низкую температуру начала его открытия и полного открытия.

Пример параметров разных термостатов двигателя серии 1006:

| Номинальная температура, выбитая на перепускном клапане | Начало открытия термостата         | Термостат полностью открыт         | Миним. путь открытия при полном открытии |
|---|------------------------------------|------------------------------------|--|
| 82 <sup>0</sup> С                                       | 77 <sup>0</sup> /85 <sup>0</sup> С | 92 <sup>0</sup> /98 <sup>0</sup> С | 9 мм                                     |
| 71 <sup>0</sup> С                                       | 67 <sup>0</sup> /75 <sup>0</sup> С | 85 <sup>0</sup> /88 <sup>0</sup> С | 9 мм                                     |

3. Производитель сообщает, что параметры дизель-генератора будут соответствовать заявленным при условиях, оговоренных в паспорте на ДГУ: при температуре наружного воздуха 27<sup>0</sup>С и атмосферном давлении, соответствующий высоте 152,4 м над уровнем моря. КПД основного генератора будет при этом равен 0,93. КПД основного генератора зависит от расстояния между ротором и статором. Чем расстояние меньше, тем меньше потери, тем выше КПД основного генератора. Но материал ферромагнетик, из пластин которого собраны ротор и статор, имеет свойство при увеличении температуры значительно увеличиваться в размерах. На исправном генераторе эти пластины изолированы друг от друга слоем электротехнического лака. При высоких температурах зазор может стать минимальным, а то и пропасть совсем. При этом ротор, вращаясь, может задеть статор, из окон вентиляции основного генератора полетит сноп искр. Такой генератор уже эксплуатировать нельзя, так как его пластины замкнутся между собой, в них будет наводиться паразитный ток, который будет приводить к значительному перегреву сердечника ротора и статора. Поэтому производитель ограничивает температуру наружного воздуха, при которой эксплуатируется основной генератор, значением 40<sup>0</sup>С. Не надо забывать и о том, что при работе основного генератора по его проводам обмоток протекает ток, который нагревает железо генератора, из-за чего происходит расширение ротора и статора и уменьшение зазора между ними.

Если температура наружного воздуха, при которой эксплуатируется основной генератор, повышается, то значение максимального тока в нагрузке генератора уменьшается с ее повышением. Таким образом, потребляемая нагрузкой мощность должна уменьшаться с увеличением температуры наружного воздуха.

## СНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА:

Эта процедура означает снижение мощности двигателя и основного генератора по сравнению с номинальной, чтобы смягчить влияние неблагоприятных значений температуры и давления.

Номинальная мощность двигателя рассчитана для условий, определяемых стандартом ISO3046:

Температура наружного воздуха, при которой эксплуатируется ДГУ, должна быть 25-27 °С.

Атмосферное давление - 100 кПа.

Принимается высота над уровнем моря – 152,4 м.

Влажность - 60%.

Пересчет: 100 кПа = 1 бар = 14,5 psi = 1 атм = 110 м.

Если условия эксплуатации отличаются от приведенных выше, мощность дизель-генератора должна быть снижена в соответствии со стандартной процедурой.

Типовые поправочные коэффициенты к максимальной мощности дизель-генератора таковы:

Для двигателя:

| ВЫСОТА<br>НАД УРОВНЕМ<br>МОРЯ | ПОПРАВОЧН<br>ЫЙ<br>КОЭФФИЦИЕН |
|-------------------------------|-------------------------------|
| до 1000м                      | 0%                            |
| 1500                          | 4%                            |
| 2000                          | 7,5%                          |
| 2500                          | 11%                           |
| 3000                          | 16%                           |

Для генератора:

| ТЕМПЕРАТУРА<br>ОКРУЖАЮЩЕГО<br>ВОЗДУХА | ПОПРАВОЧНЫ<br>Й<br>КОЭФФИЦИЕНТ |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| до 40°C                               | 0%                             |
| 45°C                                  | 4%                             |
| 50°C                                  | 8,5%                           |
| 52°C                                  | 11%                            |
| 55°C                                  | 13,5%                          |

Общий поправочный коэффициент для мощности дизель-генератора получается сложением процентов уменьшения мощности по температуре и давлению.

4. Как правило, температура потребляемого дизельным двигателем топлива не должна превышать 55<sup>0</sup>С. Обязательной является установка воздушных радиаторов охлаждения топлива на обратной линии, обдуваемые потоком воздуха воздушного вентилятора.

Понижение средней температуры топлива достигают увеличением емкости расходного бака.

Результат повышения температуры топлива (выше 55<sup>0</sup>С) и воздуха:

- чем выше температура поступающего в цилиндры воздуха, тем меньше кислорода поступает в цилиндры, топливо при этом сгорает не полностью, двигатель не может развить полную мощность, в выхлопе появляется черный дым;

- топливо теряет вязкость, и, как следствие, смазывающие свойства, при этом в дорогостоящей топливной аппаратуре могут появиться задиры и она выйдет из строя;

- при высокой температуре из топлива выделяются пары легких фракций, которые заводушивают топливную систему, двигатель при этом глохнет;

- разогретое топливо быстрее сгорает в камере сгорания, что приводит к более жесткой работе двигателя (раннее воспламенение топлива) и уменьшению его ресурса;

- падает мощность двигателя, по этой причине дизель-генератор также не может использоваться на полную мощность.

Для лучшего охлаждения топлива используют водяные теплообменники, в которых тепло топлива отбирает протекающая по теплообменнику холодная вода. Также увеличивают расходные топливные емкости и не допускают низкого уровня топлива, чтобы возвратное топливо разбавлялось в более прохладном.

Температура топлива, при которой достигаются паспортные параметры ДГУ, должна равняться температуре наружного воздуха, при которой производитель гарантирует параметры ДГУ, согласно паспорта 25-27<sup>0</sup>С.

5. Плотность электролита аккумуляторов довести до  $1,21 \div 1,23 \text{ г/см}^3$ , что увеличивает их ресурс при достаточном стартовом токе, если аккумулятор полностью заряжен.

6. Независимо от температуры наружного воздуха антифриз применяется стандартный: концентрат антифриза разбавить дистиллированной водой в пропорции соответственно 40% на 60%. В первую очередь, такой антифриз применяется для смазки внутренних частей и антикоррозийной обработки внутренних поверхностей системы охлаждения.

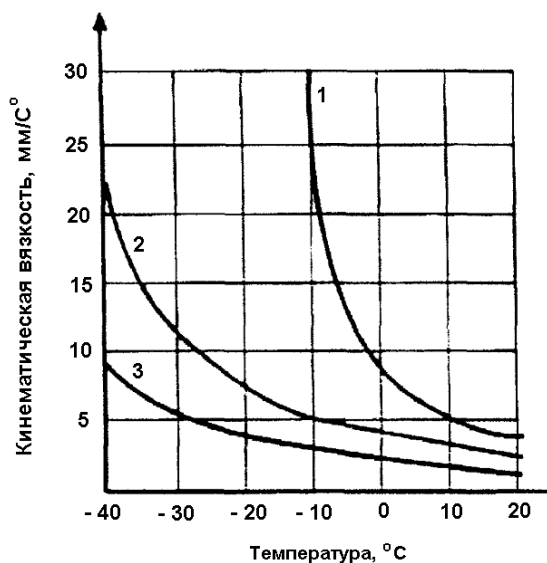
В технической литературе часто встречается высказывание, что в районах с жарким климатом в качестве охлаждающей жидкости системы охлаждения двигателя достаточно взять 10% концентрата антифриза, а остальное вода. Такая охлаждающая жидкость теряет свойства смазки системы охлаждения, а также у нее незначительные антикоррозийные свойства, не говоря уже о других присадках.

Использование тосолов в качестве охладителя двигателя категорически ЗАПРЕЩЕНО, в первую очередь выйдет из строя помпа.



## Особенности эксплуатации ДГУ в зимний период.

### 1. Особенности топлива.



Зависимость вязкости дизельного топлива от температуры.  
1 - летнее; 2 - зимнее; 3 - арктическое

Марка топлива должна соответствовать ГОСТу 305-82, марке двигателя и погодным условиям, при которых он эксплуатируется.

Летнее топливо типа “Л” применяется при температурах окружающего воздуха выше 0<sup>0</sup>С, но уже при средней дневной температуре +10<sup>0</sup>С необходимо рекомендовать клиентам переходить на зимнее топливо, так как ночью температура воздуха может упасть до 0<sup>0</sup>С и ниже, при этом топливо может запарфиниться и забить все топливопроводы и фильтры, если ДГУ не находится в отапливаемом помещении. В этом случае ДГУ работает неустойчиво, а то и останавливается. Для приведения ДГУ в рабочее состояние после такого

топлива необходимо прочищать всю топливную систему и менять все топливные фильтры.

Зимнее топливо типа “З” есть двух типов с разной температурой помутнения, одно предназначено для использования его при понижении температуры наружного воздуха до -20<sup>0</sup>С (в этом случае зимнее дизельное топливо должно иметь температуру его помутнения, т.е., начало кристаллизации парафинов, -25<sup>0</sup>С; температура застывания этого топлива -35<sup>0</sup>С), второе топливо предназначено для использования его при понижении температуры наружного воздуха до -30<sup>0</sup>С (в этом случае зимнее дизельное топливо должно иметь температуру его помутнения, -35<sup>0</sup>С; температура застывания - 45<sup>0</sup>С). Есть топливо арктическое типа “А”, которое используется при понижении температуры наружного воздуха до -50<sup>0</sup>С. В сильные морозы нельзя смешивать зимнее топливо с летним в любой пропорции, как и летнее топливо, такая смесь тоже парафинится и приводит ДГУ к неустойчивой работе, а то и к остановке. Поэтому, при эксплуатации ДГУ при низких температурах летнее топливо необходимо слить и залить топливо зимнее. Так как попытки запуска двигателя с загустевшей соляжкой без отогрева его практически всегда заканчиваются повреждением ТНВД. В такой ситуации никакие средства для облегчения запуска двигателя не спасут. Применение всякого рода антигелей для дизельного топлива к положительному результату не приводят. Более того, для некоторых моделей дизелей применение подобных средств опасно — известны случаи поломки поршней из-за быстрого воспламенения и сгорания веществ, содержащихся в этих средствах. И только зимнее дизтопливо, у которого меньше вязкость и скорость ее возрастания при снижении температуры, может обеспечить надежную работу двигателя в холодное время года. Добавление же в дизтопливо керосина или бензина не решает проблемы в целом, т.к. при этом другие свойства топлива существенно ухудшаются.

Информация о топливе и его свойствах находится в разделе “Горюче-смазочные материалы”.

### 2. Сера, вода и механические примеси.

Основную массу топлива получают из сернистой нефти, т.к. запасы малосернистых весьма ограничены. При переработке нефти основное количество сернистых соединений перегоняется с фракциями, идущими на получение дизельного топлива. Дальнейшее снижение количества серы в топливе производится сложными и дорогими

способами, в основном, гидроочисткой, поэтому получение малосернистого топлива затруднено, а часто и не очень выгодно для производителя.

В то же время повышенное содержание серы заметно увеличивает износ двигателя и топливной аппаратуры из-за сернистой коррозии, коррозионного износа и быстрого окисления масла. Так, по статистике, при увеличении содержания серы с 0,2 до 0,5% (а 0,5% — это предельный уровень по ГОСТ 305-82), износ двигателя возрастает примерно на 25%.

Для справки: содержание серы в зарубежном дизтопливе обычно составляет 0,05-0,1%, т.е. раз в десять меньше, чем в отечественном.

Современные высокофорсированные дизели в большей мере подвержены сернистой коррозии, чем двигатели старых конструкций. При работе современного дизеля на топливе, содержащем повышенное количество серы, образуется заметно больше твердого и плотного нагара. Поэтому в моторном масле для современных дизелей приходится увеличивать содержание моющих и диспергирующих присадок. А быстрое окисление масла при работе на высокосернистых топливах требует его более частой замены. Из-за чего срок смены масла для России рекомендуется сокращать вдвое по сравнению с европейскими инструкциями (!).

Справедливости ради надо отметить, что и у нас выпускается качественное экспортное топливо по ТУ 38.401-58-110-94 с содержанием серы 0,1 %. Вопрос только в том, где им можно заправиться?

Но, пожалуй, самый страшный враг дизеля — это вода. Попадая в топливо, вода способна быстро вывести из строя любой топливный насос. По ГОСТу, естественно, вода в топливе не допускается. Однако она все-таки присутствует практически всегда: как из-за повышенной гигроскопичности дизельного топлива, так и в свободном состоянии из-за нарушения условий транспортировки и хранения.

То же самое касается и механических примесей. Загрязнение топлива происходит на всех этапах транспортировки от завода-изготовителя до потребителя. Поэтому заправка даже дорогим импортным дизтопливом не всегда гарантирует его чистоту. Все зависит от способа доставки и чистоты емкостей. Но, так или иначе, а водичка с грязью будет пострашнее серы.

Как с этим бороться? Да в общем-то несложно. Надо почаще мыть топливный бак и сливать отстой из фильтра, если, конечно, это предусмотрено конструкцией. Такой способ — гораздо более эффективная профилактика неисправностей двигателя, чем применение всевозможных присадок, особенно не прошедших никаких испытаний. А таких, к сожалению, в продаже немало.

Одним из способов очистки топлива является заполнение топливом бочек, в которых топливу дают отстояться. Вода с грязью собирается на дне бочки. Такое отстоянное топливо можно слить и заправить станцию, не трогая осадок, который потом можно вылить.

Но представим, что все проблемы с дизельным топливом тем или иным путем удалось победить. Однако этого будет недостаточно для надежной работы дизеля, если забыть о масле.

### **3. Особенности смазки отдельных узлов ДГУ.**

**Перед запуском ДГУ, простоявшем больше недели, необходимо в любое время года и при любой температуре наружного воздуха прогнать масло в двигателе. Особенно это касается турбонаддува.**

При наличии турбонаддува перед запуском ДГУ необходимо обеспечить доступ масла к подшипникам турбины, особенно в холодный зимний период. В эти периоды желательно использовать смазочные масла полусинтетические или синтетические, которые при низких температурах не теряют свои свойства и не густеют.

Минеральное масло при сильных морозах практически теряет свою текучесть. При запуске ДГ с таким маслом оно не успевает поступить в турбину для смазки, так как сильно загустевает. Крыльчатка турбины вращается без смазки с большой скоростью

(около 120000 об/мин), втулки и маслоотражающие шайбы быстро стираются и при поступлении в турбину масла начинают его пропускать. Масло выбрасывается с большой скоростью через образовавшиеся зазоры в турбине и двигатель ДГУ может остаться без масла и заклинить.

Для полного прохождения масла по всему двигателю и обеспечению поступления масла в турбину необходимо перекрыть подачу топлива в цилиндры двигателя снятием напряжения с топливного электромагнитного клапана (снять один из проводов 53А) и установить переключатель режима работ в положение “Работа”. При этом должны пройти 3 (три) попытки запуска двигателя ДГУ. При этом масло пройдет все каналы в двигателе и также пройдет к подшипникам турбины. Заодно проверяется способность панели управления провести три попытки запуска ДГУ. Отследить процесс прохождения масла в двигателе можно по указателю давления масла в системе. После прокручивания стартером коленвала двигателя в системе появляется давление около 2 Bar. ДГУ готов к запуску.

Обращаем Ваше внимание на то, что при прохождении масла в ДГУ не должно быть больше трех включений по три попытки запуска двигателя. После этих трех включений ДГУ устанавливается на место провод 53А и подключается топливный электромагнитный клапан. Дизель-генератор готов к запуску и если это необходимо, то лучше подкачать топливо вручную подкачивающим насосом, если он есть в наличии, и дизель сразу запустить. Если дизель-генератор не запустился, то дальше необходимо сделать паузу в запусках в течении 5-10 мин в зависимости от мощности ДГУ (чем мощнее ДГУ тем больше пауза). Это необходимо для остывания стартера, по которому при запуске проходит большой ток и он нагревается. Если паузу не сделать, то стартер продолжает нагреваться за счет нагрева его обмоток, которые в итоге сгорают и стартер выходит из строя.

#### **4. Особенности состояния аккумуляторов в зимнее время.**

Необходимо помнить об особенностях эксплуатации аккумуляторной батареи в зимний период. Полностью заряженный, но не подогретый, аккумулятор в сильные морозы (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ) не сможет резко отдать свою энергию в таких количествах, в которых он может отдать ее будучи теплым. При сильных морозах аккумулятор теряет свою емкость. Например, при частом включении стартера при пуске холодного дизель-генератора аккумулятор не может обеспечить стартовый ток необходимой величины. При этом он быстро разряжается, но также быстро восстанавливается, если дать ему постоять. Если ДГ запускать от холодного аккумулятора, то это приводит к порче этого аккумулятора (“осыпание” пластин), срок службы его сокращается.

Для того, чтобы холодный аккумулятор мог отдать побольше своей энергии, необходимо его прогреть, включив на него нагрузку около 20% на время до 10-15 сек. После такой тренировки можно запускать ДГ стартером, но не длительное время. Но такой тренировки аккумулятора в конструкции ДГ FGWilson перед его пуском не предусмотрено. Значит, необходимо пойти другим путем и обеспечить нормальный температурный режим аккумулятору, для чего в ДГ устанавливают подогреватели.

Если аккумулятор не заряжен, плотность электролита падает, вода превращается в лед и раздувает банку аккумулятора, которая трескается. Такой аккумулятор уже эксплуатировать нельзя. Необходимо следить за тем, чтобы он всегда был заряжен.

Если подзаряжающее устройство включено и обеспечивает подзарядку аккумулятора, то в таком аккумуляторе только остается следить за уровнем электролита и вовремя подливать дистиллированную воду.

При емкости аккумулятора ниже 75% его необходимо заменить.

#### **5. Использование эфирной жидкости при пусках ДГУ.**

В дальнейшем при неудачном запуске ДГ для его пуска можно использовать эфирную жидкость для облегчения пуска двигателя. Для этого необходимо вынуть воздушный фильтр, впрыснуть туда небольшое количество эфирного масла, нажать кнопку

термостарта на 7 сек и установить переключатель режима работ в положение “Работа” при нажатой кнопке термостарта. **Впрыскивать большое количество эфирной жидкости запрещается. Это может привести к поломке двигателя.**

Как правило, с использованием эфирной жидкости осуществляют запуск открытых ДГ. При соблюдении температурного режима эфирная жидкость для запуска ДГ, расположенного в специальном контейнере или в дизельном помещении, не используется. Для таких станций созданы все условия для их нормального пуска.

#### **6. Необходимость прогрева двигателя ДГУ.**

В зимний период времени температура охлаждающей жидкости дизель-генератора, работающего без нагрузки, может не подняться выше 40<sup>0</sup>С. Дизель-генератор в таком режиме работать не должен, так как происходит падение компрессии (давления конца сжатия), мощности, увеличивается расход топлива и моторного масла, появляется белый дым в картере и в выхлопе двигателя за счет конденсата топлива, осевшего на стенках гильз. Образуется нагар на стенках камеры сгорания, клапанах, поршнях, происходит закоксовывание колец, идет повышенный износ двигателя. Падение компрессии в дизельных двигателях сильно затрудняет их пуск, особенно при низких температурах. Происходит неполное сгорание топлива, дым имеет белый цвет.

После пуска двигатель ДГ прогревают согласно инструкции по обслуживанию. Сначала дизель некоторое время работает на холостом ходу с небольшой частотой вращения (как правило, 700-800 об/мин.), а затем повышают частоту до номинальной (1500 об/мин.) и постепенно загружают дизель до 100% нагрузки. Необходимость предварительного прогрева дизеля вызывается следующими обстоятельствами.

При работе дизеля с полной нагрузкой в камере сгорания выделяется большое количество тепла. У непрогретого дизеля температура масла, охлаждающей воды и различных его деталей — головок цилиндров, гильз, поршней — недостаточно высока. При этом наблюдается большая разница температур деталей, образующих камеру сгорания и подвергающихся воздействию высоких температур, и деталей, охлаждаемых водой и маслом, в результате чего возникают высокие тепловые напряжения, которые могут привести к короблению рабочих поверхностей, образованию трещин, задирам и другим дефектам.

У быстроходных дизелей с поршнями из алюминиевого сплава зазор между поршнем и гильзой устанавливают с учетом значительного расширения поршня при нагревании. Поэтому в начальный момент при пуске, когда поршень еще не успел прогреться и расшириться, зазор между ним и гильзой слишком велик. Если в этот момент полностью нагрузить дизель, то юбки поршней будут ударяться о гильзы, значительно возрастут нагрузки на детали поршневой группы и их износ.

Кроме того, при низкой температуре масла к подшипникам будет поступать недостаточное количество смазки. Их смазка и охлаждение окажутся неудовлетворительными. На непрогретом двигателе может также оказаться недостаточным количество масла для смазки деталей разбрызгиванием.

Режим прогрева дизелей различных марок зависит от их конструктивных особенностей, быстроходности, мощности, материала поршневой группы, состояния дизеля, а также от окружающих условий,

Процесс прогрева дизеля можно разделить на три этапа:

- работа на холостом ходу с частотой вращения, не превышающей 50% номинальной;
- медленное увеличение частоты вращения дизеля без нагрузки;
- плавное увеличение нагрузки.

Например, для дизелей с номинальной частотой вращения коленчатого вала 1500 об/мин работа на холостом ходу на первом этапе продолжается 10—15 мин при 700—800 об/мин. Температура масла за это время должна повыситься до 30—40° С. На втором этапе прогрева частоту вращения коленчатого вала дизеля повышают до 1500 об/мин, пока температура масла увеличится до 45—50° С, а охлаждающей жидкости - до 50—55° С. После этого приступают к третьему этапу прогрева — начинают

постепенно нагружать дизель. Прогрев дизеля можно ускорить путем предварительного подогрева масла и охлаждающей воды.

**Температурный режим системы охлаждения оказывает значительное влияние на работу двигателя.** При повышении температуры охлаждающей жидкости до 85—90°С двигатель развивает максимальную мощность, снижается удельный расход топлива и масла, уменьшается износ стенок цилиндра, уменьшается разница температур внутренних и наружных стенок цилиндров и, следовательно, уменьшаются температурные напряжения. Температуру в системе охлаждения необходимо поддерживать на строго определенном уровне в соответствии с указаниями завода-изготовителя для данной марки двигателя.

При использовании ДГУ в дежурном режиме совместно с коммутационной панелью управления TI или STI для задержки включения нагрузки на ДГУ увеличивают время задержки таймера AT в плате коммутационной панели. Это время необходимо для более полной смазки двигателя.

### **7. Дополнительный подогрев выключеного ДГУ.**

Для использования ДГУ в зимний период необходимо принять дополнительные меры для его нормальной эксплуатации. Эти дополнительные меры заключаются в том, что создается положительный температурный режим для дизель-генератора, который находится в дежурном режиме и всегда готовый к запуску. Такой дизель-генератор устанавливается в звукоизоляционный корпус или в закрытое дизельное помещение. Открытый ДГУ в зимний период на открытом воздухе в дежурном режиме не используется, так как его тяжело запустить.

Нужный температурный режим для ДГ создается установкой электроподогревателей:

А) Устанавливаются подогреватели воздуха внутри помещения контейнера или отдельно взятого дизельного помещения.

Б) Для подогрева масла заказывается опция при покупке ДГ, по которой подогреватель устанавливается непосредственно в картер двигателя.

Также подогреватели наклеиваются на масляный картер двигателя или устанавливаются рядом в виде масляного радиатора и подогревают масло в картере. При нагреве масло разжижается для того, чтобы коленвал двигателя легче и быстрее прокручивался и легче был запуск двигателя.

В корпусных электростанциях подогреватели устанавливаются для того, чтобы подогревать воздух внутри корпуса. При этом теплый воздух собирается сверху звукоизоляционного корпуса и топливный фильтр с топливопроводами находятся в относительном тепле, что также облегчает запуск ДГ.

В) При необходимости, устанавливаются масляные радиаторы вблизи аккумуляторов для их подогрева.

Г) Подогреватели типа “Доброе тепло” устанавливаются или клейкие подогреватели наклеиваются на стенки топливного бака и закрываются асбестовыми щитами, на внутренней стороне которых наклеена минеральная вата, используемая как утеплитель. Под баком ДГ располагают листы пенопласта. Таким образом, устанавливается нужный температурный режим для топлива. В переходный период осень-зима на заправочных станциях часто смешивают оставшееся летнее топливо с зимним. Если такое топливо попало к потребителю, то желательно иметь возможность подогрева топливного бака.

Д) Устанавливаются подогреватели внутри панели управления для того, чтобы не образовывался конденсат на электроприборах панели, из-за которого может сгореть панель управления, так как в ней присутствует переменное напряжение 220В.

Е) Устанавливается подогреватель внутри генератора для подогрева его обмоток с целью устранения образования конденсата на них и удаления влаги.

Примечание. При пуске дизель-генератора все эти подогреватели отключаются автоматически.

Для создания нормального рабочего температурного режима дизель-генератора, помещенного в контейнер или отдельное помещение, собирают целый комплекс оборудования, состоящий из температурно-регулируемых приточных и вытяжных жалюзей, датчиков температуры, продувочного вентилятора и дополнительных продувочных жалюзей. Приточные и вытяжные жалюзи состоят из секций, которые открываются и закрываются при определенных температурах в контейнере или дизельном помещении. Как правило, при запуске ДГУ открывается одна секция приточных и вытяжных жалюзей, могут открываться только приточные жалюзи, независимо от температуры внутри помещения. Остальные секции жалюзей открываются при повышении температуры до  $20^{\circ}\text{C}$  и выше. Закрываются такие жалюзи при температуре воздуха внутри помещения  $10^{\circ}\text{C}$  и ниже. При остановке ДГУ воздух в помещении нагревается за счет остывания выключенного ДГУ и при температуре  $30^{\circ}\text{C}$  включается вытяжной дополнительный вентилятор и открываются дополнительные жалюзи для прогона воздуха и охлаждения помещения.

Часто бывает, что автоматика не справляется с регулировкой температуры в контейнере. Такое бывает при температуре наружного воздуха, превышающей  $-40^{\circ}\text{C}$ . Для поддержания температуры в контейнере отключают автоматику и жалюзи выставляют вручную. Как правило, вытяжные жалюзи прикрывают больше, чем приточные. Считается, что если происходит 15% обновление воздуха в помещении при работе ДГУ, то этого достаточно для его нормальной работы (приходит достаточное количество кислорода для сгорания топлива и при этом двигатель развивает полную мощность), лишь бы он не перегревался.

В некоторых случаях положительную температуру в помещении поддерживают неполным открыванием впускных жалюзей. Это возможно, если радиатор ДГ не полностью закрывает выпускное окно.

**Примечание.** Очень часто бывает, что при температуре наружного воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже отказывается работать электроника панели управления, особенно с жидкокристаллическим экраном. Для запуска ДГ ее пробуют отключить, но при этом будут отключены все аварийные датчики и контроль параметров выдаваемого дизель-генератором напряжения и токов в нагрузке, что не желательно.

## Температурный режим дизель-генератора и порядок увеличения нагрузки.

### 1. Температурный режим дизель-генератора.

Запуск ДГУ осуществляется при температуре охлаждающей жидкости не ниже  $30^{\circ}\text{C}$ , температура масла должна быть около  $35^{\circ}\text{C}$ . Температура окружающего воздуха вокруг неработающего ДГУ, находящегося в помещении или контейнере, должна быть не ниже  $20^{\circ}\text{C}$ .

Производитель гарантирует указанные в паспорте на дизель-генератор параметры при температуре окружающего воздуха  $25-27^{\circ}\text{C}$  на высоте 152,5 м над уровнем моря.

Эксплуатироваться дизельная электростанция должна при температуре окружающего воздуха не выше  $40^{\circ}\text{C}$  (определяется производителем основного генератора). При этом параметры дизель-генератора будут стабильны.

При температуре основного генератора выше  $40^{\circ}\text{C}$  происходит расширение металла статора и ротора, что приводит к уменьшению зазоров между ними. Это приведет к тому, что они при работе притрутся и такой генератор необходимо будет менять полностью. Для того, чтобы зазор между ротором и статором не уменьшался необходимо снижать нагрузку для уменьшения токов в обмотках генератора, из-за которых металл генератора нагревается и расширяется.

Поправочные коэффициенты смотреть в ГЛАВЕ 12, страница 93.

Температура топлива не должна быть выше  $55^{\circ}\text{C}$ . При более высокой температуре топливо теряет свои смазочные свойства, из-за чего могут появиться задиры в плунжерных парах насосов высокого давления и насос-форсунках, после чего эти устройства необходимо заменить, так как они выйдут из строя. Также при повышении температуры топлива из него выделяются пузырьки воздуха и топливная система завоздушивается, что приводит к остановке двигателя.

Нижний порог температуры окружающего воздуха ограничен свойствами используемого масла, топлива и охлаждающей жидкости.

Верхний порог температуры окружающего воздуха должен быть не выше  $60^{\circ}\text{C}$ .

При сильных морозах положительный перепад температуры в контейнере достигается тем, что прикрывают выпускные жалюзи, при этом горячий воздух после радиатора возвращается обратно в помещение. При этом в контейнере создается избыточное давление воздуха и становится тепло, но при этом происходит сильный круговорот потока воздуха, который трется о стенки контейнера и дополнительно нагревается.

Если прикрывать приточные жалюзи, то в помещении дизельной будет тепло, но и создается вакуум, который не дает открываться выходной двери извне, что нежелательно.

Т.е., при низких температурах наружного воздуха необходимо частично прикрывать впускные и выпускные жалюзи методом подбора, ориентируются по температуре охлаждающей жидкости. Если эта температура значительно зависит от степени прикрытия жалюзей, то на двигателе пора уже менять термостаты и приводить двигатель в порядок.

Для нормальной работы дизель-генератора достаточно обновление воздуха не менее 15%.

Полную нагрузку при крайней необходимости можно подавать только на прогретый дизель-генератор при температуре подогретой охлаждающей жидкости не менее  $60^{\circ}\text{C}$  (для дизель-генераторов, находящихся в режиме Standby). Для чего и устанавливаются на разного рода подогреватели. После подключения нагрузки температура охлаждающей жидкости растет быстро, при этом обеспечивается оптимальный рабочий температурный режим двигателя дизель-генератора.

Во время эксплуатации ДГУ при низкой температуре охлаждающей жидкости ниже  $0^{\circ}\text{C}$  жидкие фракции топлива будут оседать (конденсироваться) на стенках цилиндра и смывать с них масло и разжижать его в поддоне картера. Вращающиеся детали двигателя не получают достаточного количества полноценной смазки, что может стать

причиной повреждения двигателя.

Рабочий температурный диапазон охлаждающей жидкости ДГУ должен быть в пределах 68-95<sup>0</sup>С.

Оптимальная температура охлаждающей жидкости работающего дизель-генератора должна быть в диапазоне 85-90<sup>0</sup>С, независимо от нагрузки на двигатель и температуры окружающей среды. При этом двигатель развивает максимальную мощность при минимальных затратах топлива, выхлоп также будет минимальным. При такой температуре топливо сгорает почти полностью и минимально образуется нагар на поршнях, клапанах, камере сгорания. Это идеальная температура для хорошей работы дизельного двигателя.

Термостат системы охлаждения начинает открываться при температуре 80-82<sup>0</sup>С и полностью открывается при температуре 93<sup>0</sup>С для двигателей 1000 серии. Для двигателей серии 2300-2800 температура открывания термостата 88<sup>0</sup>С и полностью открывается при 98<sup>0</sup>С.

## **2. Порядок увеличения нагрузки на ДГУ.**

Нагрузка на ДГУ увеличивается постепенно через промежутки времени: в летнее время через каждые 5-7 мин., в зимнее время через каждые 10-12 мин. После запуска ДГУ подается 25% нагрузки, потом 50%, потом 75%, потом 100%.

На ДГУ при температуре охлаждающей жидкости 50<sup>0</sup>С, при необходимости, можно подать до 50% нагрузки без просадки оборотов двигателя.

На ДГУ при температуре охлаждающей жидкости 60<sup>0</sup>С и более, при необходимости, можно подать до 70% нагрузки без просадки оборотов двигателя.



## **Последствия воздействия малой нагрузки на двигатель дизель-генератора.**

Рекомендации производителя.

Если двигатель эксплуатируется под нагрузкой менее 30% от номинальной мощности длительное время, следует обратить внимание на следующее:

1. Результат такой работы – повышенное потребление моторного масла, подтекание масла из турбонаддува и попадание масла в выхлопной и в воздушный коллекторы.

2. При малой нагрузке на двигатель в цилиндры поступает недостаточное количество топлива. Двигатель не прогревается до необходимой температуры. Из-за низкой температуры в цилиндрах происходит неполное сгорание топлива, что приводит к повышенному нагарообразованию. А также несгоревшее топливо смывает масляную пленку со стенок цилиндра и частично попадает в масляный картер. При таком режиме зазоры в цилиндро-поршневой группе не достигают эксплуатационных размеров (увеличены), что приводит к излишнему попаданию масла в цилиндр, что также сказывается на повышенном нагарообразовании. Это также приводит к медленному подтеканию масла в уплотнителях выхлопного коллектора.

Происходит скапливание нагара на клапанах, головке поршня и выхлопном коллекторе. Происходит местный перегрев их из-за накопленного нагара, который накаляется, возникает эффект калильного зажигания, когда топливо воспламеняется раньше, чем должно при нормальной работе двигателя, то есть, появляется детонация, ударные нагрузки на внутренние детали двигателя, что повышает его износ.

3. При попадании большого количества топлива в картер двигателя происходит разжижение масла и падение давления в смазывающей системе двигателя. Это происходит, когда на непрогретый дизель-генератор подается полная нагрузка, через форсунки в цилиндры поступает много топлива и оно не успевает воспламениться и полностью сгореть. Большой частью топливо поступает в картер двигателя. Так же топливо может попасть в двигатель, когда форсунка не распыляет топливо, а подает его струей. Попадание топлива в масло приводит к задирам трущихся поверхностей деталей, повышению температуры двигателя, заклиниванию отдельных его деталей и выхода двигателя из строя.

### **Причины появления дыма в выхлопе дизель-генератора.**

1. Белый дым в выхлопе:

- появление воды в цилиндрах – прочистить сепаратор топлива;
- непрогретая станция;
- от ДГУ выводится слишком высокая выхлопная труба (при малой нагрузке идет черный выхлоп, при средней нагрузке дыма нет, при полной нагрузке выхлоп белый, идет подпор воздуха) – большое значение противодавления;
- неправильно выставлен угол впрыска (ранний или поздний);
- пробита прокладка головки, ОЖ поступает в цилиндры;
- неисправны форсунки.

2. Голубой (сизый) дым в выхлопе:

- поступление масла в камеру сгорания при работе двигателя – маслосъемные кольца или маслосъемные колпачки не выполняют свою функцию, их необходимо заменить;
- стенки цилиндра потеряли глубину сетки (фалинговка стенок цилиндра) – износ двигателя;
- перелив масла выше уровня;
- неисправна турбина.

3. Черный дым:

- перегрузка двигателя – сбросить нагрузку;
- нехватка воздуха – забит воздушный фильтр или неисправна турбина;
- высокая температура впускного воздуха, забит охладитель воздуха - не хватает

кислорода для сжигания топлива.

### **Потеря мощности двигателя.**

#### **1. Причины:**

- потеря компрессии в цилиндрах – износ компрессионных колец.

Зимой при сильном износе колец двигатель не заводится. Для его запуска необходимо снять форсунки и залить в каждый цилиндр 50 гр. масла, после чего двигатель можно запускать.

- не отрегулированы клапаны. Отрегулировать тепловые зазоры клапанов.

Если клапаны долго не регулировались, то возможно прогорание соприкасающихся поверхностей клапанов. Необходима их притирка.

2. Загрязнены воздушные или топливные фильтры.

3. Двигатель закоксован в результате работы на малой нагрузке – прогрузить двигатель при 100% нагрузки в течение нескольких часов.

4. Высокая температура поступающего топлива (больше 55<sup>0</sup>С) – может заклинить топливный насос высокого давления, могут быть задиры в плунжерных парах.

5. Перегрев двигателя.

6. Пригорели кольца из-за того, что давно не менялось масло.

6. Некачественное топливо.

7. Неправильно выставлен угол впрыска.

8. Проблема с турбиной.

# Горючесмазочные материалы.

## 1. КЛАССИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Для обеспечения долговечности и надежного пуска двигателя необходимо использовать масла, соответствующие по уровню эксплуатационных свойств его конструкции, а по вязкости — температурам окружающей среды.

### 1.1. Общие сведения

**Вязкость** — свойство масла, связанное с внутренним трением между его слоями. Она уменьшается с ростом температуры масла и наоборот. Диапазон рабочих температур всесезонных моторных масел составляет от  $-35^{\circ}\text{C}$  (холодный пуск зимой) до  $+15^{\circ}\text{C}$ - $180^{\circ}\text{C}$  (температура масла в поддоне картера двигателя летом при его работе с полной нагрузкой), что приводит к изменению вязкости в сотни раз. Если она будет слишком низкой при

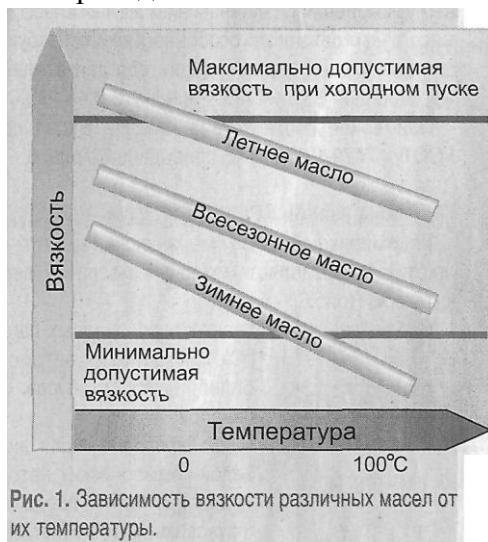


Рис. 1. Зависимость вязкости различных масел от их температуры.

высоких температурах, прочность масляной пленки между трущимися поверхностями и давление в системе смазки будут недостаточными. Это приведет к увеличению износа пар трения. Чрезмерно высокая вязкость при отрицательных температурах может привести к тому, что стартер не прокрутит коленвал, будет невозможен пуск двигателя. Возможно также масляное "голодание" на первых минутах его работы из-за того, что масло не будет прокачиваться по системе смазки.

Температура масла в двигателе зависит от температуры окружающего воздуха и конструкции ДВС. Чем теплее на улице, тем больше оно нагрето, несмотря на то, что температура охлаждающей жидкости в двигателе поддерживается в определенных

пределах.

В связи с вышеперечисленным масла разбиты на классы по вязкости (см. ниже), для каждого из которых рекомендуются определенные температурные диапазоны применения, несколько различающиеся для разных моделей двигателей.

**Зимние масла** обладают небольшой вязкостью для обеспечения холодного пуска двигателя при низких температурах. Они не обеспечивают надежного смазывания двигателя в летних условиях эксплуатации.

**Летние масла** благодаря большой вязкости надежно смазывают двигатель при высоких температурах, но не обеспечивают холодный пуск при температуре окружающего воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

**Всесезонные масла** при низких температурах обладают вязкостными свойствами зимних, а при высоких — летних масел. Для достижения таких вязкостно-температурных

характеристик маловязкие масла загущают специальными присадками, позволяющими им меньше "разжижаться" при высоких и "густеть" при низких температурах. Летние и зимние масла практически вытеснены всесезонными, так как нет необходимости заменять их при наступлении другого сезона. Кроме того эти масла могут обладать энергосберегающими свойствами.

Зависимость вязкости от температуры для разных классов масел показана на рис. 1.

**Эксплуатационные свойства** (их уровень) определяют возможную область применения масла (тип и степень форсирования двигателя). К ним относятся: противоизносные, моюще-диспергирующие, антиокислительные, антикоррозионные и энергосберегающие и другие свойства.

**Вид масла** зависит от его основы (базового масла), в которую вводятся пакеты присадок для улучшения эксплуатационных свойств. В качестве базовых масел используются минеральные (полученные переработкой нефти), синтетические (полученные путем органического синтеза природного газа), а также их смесь. Соответственно моторные масла подразделяются на **минеральные (Mineral)**, **синтетические (Fully Synthetic)** и **частично синтетические (Semi Synthetic)** — в обиходе полусинтетические. Минеральные имеют невысокую стоимость при приемлемых эксплуатационных качествах, но относительно узкий температурный диапазон применения. Большую стоимость "синтетики" определяет сложность технологических процессов его изготовления, но этот вид масла обладает лучшими свойствами, прежде всего малым изменением вязкости от температуры. Частично синтетические масла являются компромиссом между названными выше видами, имея лучшие свойства, чем минеральные, при более низкой цене, чем "синтетика".

## 1.2. Классификация моторных масел.

### А) Классификация моторных масел по ГОСТу 17479.1-85

Разделяет масла на **классы** по вязкости и **группы** по назначению и уровню эксплуатационных свойств.

По вязкости ГОСТ подразделяет масла на следующие классы:

- **Летние** - 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24 (цифра указывает вязкость масла в  $\text{мм}^2/\text{с}$ : чем она больше, тем выше вязкость);
- **зимние** — 4, 5, 6;
- **всесезонные** — имеют двойное обозначение: первая цифра указывает на зимний класс, которому соответствуют низкотемпературные характеристики масла, вторая — на летний: **3з/8, 4з/6, 4з/8, 4з/10, 5з/10, 5з/12** (буква "з" рядом с цифрой указывает на то, что масло загущено присадками). Группы по эксплуатационным свойствам обозначаются буквами русского алфавита от А до Е (свойства масел улучшаются от А к Е) с индексами: 1 — для бензиновых двигателей, 2 — для дизелей. Буква без индекса обозначает универсальное масло, пригодное для использования в обоих типах двигателей. Если указаны две буквы, то численный индекс первой указывает на тип двигателя, в котором предпочтительнее использовать масло.

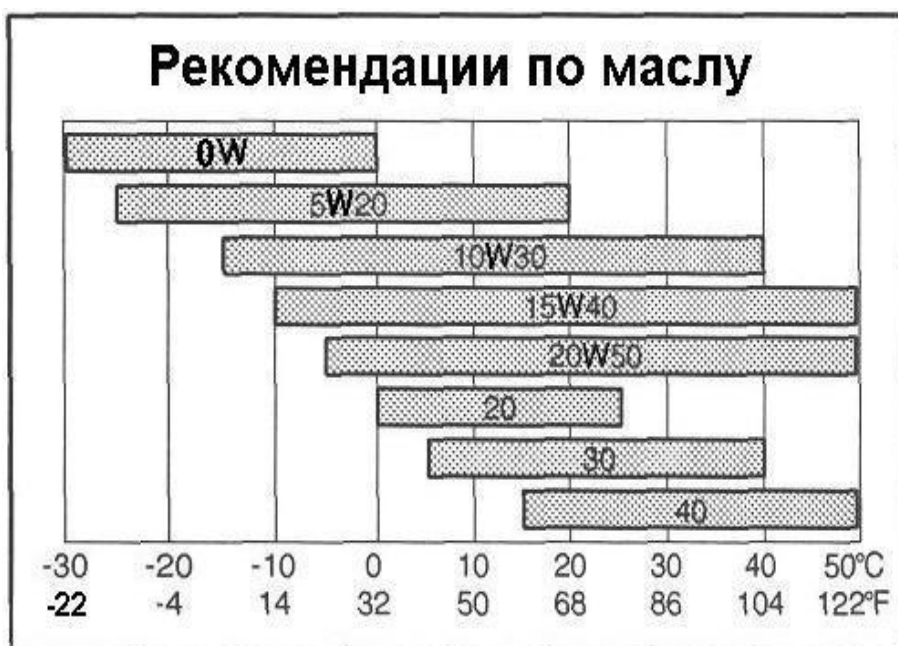
Пример обозначения моторного масла по ГОСТу : М-6з/12-Е<sub>1</sub>Д<sub>2</sub>.

### Б) Классификация SAE.

Классификация по SAE определяет применение масла в двигателе внутреннего сгорания с учетом температуры наружного воздуха.

Классификация SAE J-300DEC99 Общества автомобильных инженеров США (Society of Automotive Engineers) разделяет моторные масла по вязкости на 6 зимних и 5 летних классов. Зимние имеют в обозначении букву **W** (с англ. Winter — зима). Чем больше число, входящее в обозначение класса, тем выше вязкость относящихся к нему масел.

Зимние классы: SAE 0W, SAE 5W, SAE 10W, SAE 15W, SAE 20W, SAE 25W;  
 Летние классы: SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 50, SAE 60.



**Всесезонные масла** имеют двойное обозначение, например **SAE 10W-30, SAE 15W-40** и т. п.

Производители масел дают собственные рекомендации по температурным диапазонам применения различных вязкостных классов масел. Это связано с особенностями конструкции двигателей.

Примерное соответствие классов масел по ГОСТ 17479.1-85 и SAE приведено на рис. 5.

| ГОСТ | 3з/8  | 4з/6   | 4з/8   | 4з/10  | 5з/10  | 5з/12  | 5з/14  | 6з/10 | 6з/14 | 6з/16 |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| SAE  | 5W-20 | 10W-20 | 10W-30 | 15W-30 | 15W-40 | 20W-30 | 20W-40 |       |       |       |

Рис. 5. Примерное соответствие классов вязкости всесезонных масел по ГОСТу 17479.1-85 и SAE J300DEC99.

Для масел, обозначенных только цифрой, предельная вязкость определена при 100°C в соответствии с приложенной таблицей.

Буква W после цифры обозначает пригодность масла к эксплуатации в

холодных условиях. Для масел данных классов кроме указанной в таблице минимальной вязкости при 100°C определяется также предельная температура перекачиваемости и вязкость при низких температурах. Для каждого класса SAE определена максимальная вязкость при своей температуре (см. приложенную таблицу). Измерение вязкости происходит на имитаторе холодного картера (устройство CCS). Предельная температура перекачиваемости, со своей стороны, показывает самую низкую температуру, при которой масляный насос двигателя может перекачивать масло в системе смазки. Данную температуру можно считать самой низкой температурой безопасного пуска двигателя.

Буквы "HTHS" в таблице расшифровываются как High Temperature High Share Rate, т.е. "высокая температура - высокая прочность на сдвиг". С помощью данного испытания измеряется стабильность вязкости масла в экстремальных условиях при высокой температуре. Большинство имеющихся в продаже в настоящее время моторных масел имеет несколько диапазонов вязкости, т.е., отвечает требованиям к вязкости в определенном классе как при низкой, так и при высокой температуре.

| Минимальная температура<br>гарантированного холодного пуска,<br>°С | Класс<br>вязкости по<br>SAE | Максимальная<br>температура окружающей<br>среды, °С |
|--|-----------------------------|---|
| -30  | 0W-30                       | 20  |
| -35  | 0W-40                       | 35  |
| -25  | 5W-30                       | 20  |
| -25  | 5W-40                       | 35  |
| -20  | 10W-30                      | 30  |
| -20  | 10W-40                      | 35  |
| -15  | 15W-40                      | 45  |
| -10  | 20W-40                      | 45  |
| -5   | 30                          | 45  |
| 0  | 40                          | 45  |

### В) Классификация API.

Классификация по API определяет качество основы масла, насколько основа чиста от разного рода примесей, от чего зависит количество оставшегося нагара на деталях мотора при сгорании этого масла.

Классификация моторных масел API была создана и совершенствуется в сотрудничестве API (American Petroleum Institute), ASTM (American Society for Testing and Materials) и SAE. Она определяет пределы различных параметров (в частности, чистоты поршня, износа поршневых колец и т.д.) с помощью различных испытательных двигателей.

Классификация API (Американский институт нефти) подразделяет моторные масла на две категории (рис 6):

**S** (Service) — для 4-тактных бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов и пикапов;

**C** (Commercial) — для дизелей коммерческих авто-1 транспортных средств (грузовиков), промышленных и сельскохозяйственных тракторов, дорожно-строительной техники, двигателей дизель-генераторов.

Обозначение класса масла состоит из двух букв латинского алфавита: первая (S или C) указывает категорию масла, вторая (от A до L) — уровень эксплуатационных свойств. Чем дальше от начала алфавита вторая буква, тем выше уровень свойств (рис. 6). Класс **SL** введен только в 2001 г. и отличается от **SJ** существенно лучшими антиокислительными, противоизносными, противопенными свойствами, а также меньшей испаряемостью.

**Универсальные масла** для бензиновых двигателей и дизелей имеют обозначения обеих категорий, например API SG/CD, API SJ/CF.

Энергосберегающие масла обозначаются аббревиатурой EC (Energy Conserving) и должны обеспечивать экономию топлива не менее 0,9-2%.

**Классы дизельных масел** подразделяются дополнительно для двухтактных (CO-2, CF-2) и четырехтактных дизелей (CF-4, CG-4, CH-4).

В настоящее время API сертифицирует моторные масла классов SJ, SL, CF, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4. Масла остальных классов по API, отмененных в США, следует использовать, если они допущены производителем автомобилей.

На упаковке масла, сертифицированного API, имеется маркировка.

**Классификация моторных масел API разделена на две группы:**

**1. Моторные масла для бензиновых двигателей.**

Моторные масла для бензиновых двигателей, где действуют классы **SE, SF, SG, SH** и **SJ**.

**SE** Класс масел для бензиновых двигателей 1972-1980 гг. выпуска.

**SF** Моющие и противоизносные свойства масел этого класса выше, чем масел класса SE. Соответствуют требованиям для бензиновых двигателей 1981-1988 гг. выпуска.

**SG** Масла данного класса обладают еще более высокими моющими и противоизносными свойствами, лучше защищают от шламообразования и продлевают срок службы двигателя. Соответствуют требованиям большинства производителей двигателей начиная с 1989 г.

**SH** Этот класс был введен в 1993 г. Испытания и предельные показатели совпадают с классом SG, но методика проведения испытаний более требовательная.

**SJ** Новый класс масел, введенный в 1996 г. Разработан в соответствии с более жесткими требованиями к выбросам и эксплуатационным свойствам новых двигателей.

**2. Моторные масла для дизельных двигателей.**

Моторные масла для дизельных двигателей, где действуют классы **CC, CD, CE, CF, CG** и **CH**.

**CC** Класс масел для двигателей с легким турбонаддувом и без него, работающих в умеренных условиях.

**CD** Класс масел для скоростных дизельных двигателей с турбонаддувом и высокой удельной мощностью, которые требуют от масел высоких противозадирных свойств и предотвращения образования нагара.

**CE** Класс масел для дизельных двигателей с сильным турбонаддувом, работающих при исключительно высоких нагрузках.

**CF** Класс масел для дизельных двигателей легковых автомобилей с турбонаддувом.

**CF-2** Этот класс масел в основном совпадает с предыдущим классом, но масла данного класса предназначены для двухтактных дизельных двигателей.

**CF-4** Улучшенный класс масел, заменяющий класс CE.

**CG-4** Класс масел, предназначенных для высоконагруженных дизельных двигателей тяжелого транспорта.

**CH-4** Новый класс масел, предназначенных для тяжелого транспорта.





| Классификация моторных масел по ACEA             |   |
|--|---|
| Класс  | Применение и особенности  |
| <b>Бензиновые двигатели легковых автомобилей</b> |   |
| A1-98  | Экстракласс для двигателей без наддува современных европейских автомобилей с энергосберегающим эффектом.        |
| A2-96, вып. 2                                    | Стандартный класс для двигателей с наддувом и без него современных европейских автомобилей.                     |
| A3-98  | Экстракласс для двигателей с наддувом и без него современных европейских автомобилей.                           |
| <b>Дизели легковых автомобилей</b>               |   |
| B1-98  | Стандартный класс для двигателей без наддува современных европейских автомобилей с энергосберегающим эффектом.  |
| B2-98  | Стандартный класс для двигателей с наддувом и без него современных европейских автомобилей.                     |
| B3-98  | Экстракласс для двигателей с наддувом современных европейских автомобилей.                                      |
| B4-98  | Стандартный класс для двигателей с непосредственным впрыском топлива.   |
| <b>Дизели грузовых автомобилей</b>               |   |
| E1-96, вып. 2                                    | Стандартный класс для двигателей без наддува.   |
| E2-96, вып. 2                                    | Стандартный класс для двигателей с умеренным наддувом и без него.   |
| E3-96, вып. 2                                    | Высокий класс для двигателей с высоким наддувом, с увеличенным сроком замены.                                   |
| E4-99  | Экстракласс для двигателей с высоким наддувом, выполняющий требования EURO-II, с увеличенным интервалом замены. |
| E5-99  | Наивысший класс, обеспечивающий наименьшую токсичность отработавших газов.                                      |

#### Д) Классификация ССМС

Классификация ССМС - Комитета производителей автомобилей стран Общего рынка - была официально отменена в 1996 г. и ее заменила новая классификация АСЕ. Классификация ССМС еще встречается в справочниках и рекомендациях по использованию масел для старых моделей автомобилей. Масла, предназначенные для бензиновых двигателей легковых автомобилей и пикапов, обозначены буквой G, а масла, предназначенные для дизельных двигателей - буквами РС. Моторные масла для дизельных двигателей тяжелого транспорта обозначены буквой D.

#### 1.3. Характеристики масел.

##### Плотность и удельный вес

Плотность вещества - это соотношение его массы к объему ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ).

Удельный вес - соотношение массы определенного объема вещества к массе соответствующего объема воды при  $20^\circ\text{C}$ . Плотность и удельный вес зависят от температуры.

##### Вязкость

Вязкость - это величина, которая характеризует текучесть жидкости. Вязкость зависит от температуры. Вязкостных единиц множество. Кинематическую вязкость в т.н. технической системе единиц измеряют в Стоксах (Ст) или сантистоксах (сСт), а в системе СИ ( $\text{м}^2/\text{с}$ ) или ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ). Когда величину кинематической вязкости умножают на показатель плотности масла в температуре измерения, получают динамическую вязкость, единицей которой в технической системе является Пуаз (П). В системе СИ динамическую вязкость измеряют в Паскаль-секундах (Пас) или ( $\text{Нс}/\text{м}^2$ ).

##### Индекс вязкости

Он характеризует зависимость вязкости масла от изменения температуры. Чем больше индекс вязкости, тем меньше вязкость масла изменяется при колебании температуры.

### **Температура вспышки**

При повышении температуры из масла выделяются пары, которые при поднесении открытого огня вспыхивают. Эта температура называется температурой вспышки, которую можно измерять либо в открытом (Cleveland), либо закрытом тигле (Pensky-Martens).

### **Температура застывания**

Температура застывания - это самая низкая температура, при которой масло еще полностью не потеряло текучесть при наклонении пробирки, в которой его охладили. Температура застывания характеризует момент резкого увеличения вязкости при снижении температуры, или кристаллизации парафина вместе с повышением вязкости в такой степени, что масло становится твердым.

### **Число нейтрализации**

В зависимости от базовых масел и присадок, а также эксплуатационных условий, в результате окисления в смазочных маслах содержатся кислотные и/или щелочные продукты. Общее щелочное число (TBN) или общее кислотное число (TAN) анализируются в лабораторных условиях. Величина этих показателей характеризует количество тех щелочных/кислых продуктов, которое требуется для нейтрализации масла. Кислотное число измеряется в (мг КОН/г) (миллиграмм гидроксида калия на грамм масла).

## **1.4. БАЗОВЫЕ МАСЛА.**

### **Минеральные масла.**

Хорошее минеральное масло является надежным сырьем смазочных масел. Оно обладает стабильными свойствами в частности стабильной растворимостью присадок эффективностью их действия, а также меньше изнашивает прокладки и сальники, особенно старого образца (т.н. сальниковые набивки). В нормальных эксплуатационных условиях смазочные свойства минеральных масел вполне достаточны при условии выбора подходящей вязкости. Однако, на базе минерального масла трудно, а иногда и невозможно разработать смазочный материал, обладающий отличными свойствами при низких температурах и в то же время сохраняющий достаточно высокие смазочные свойства и при высоких эксплуатационных температурах. Вырабатывается из нефтепродуктов.

### **Частично синтетические масла (полусинтетика).**

Свойства минеральных масел можно улучшать заменой части минерального масла на синтетические компоненты. Таким образом, можно производить обладающие хорошими свойствами при низких температурах круглогодичные масла, которые трудно производить на базе одного только минерального масла. Основа – минеральное масло.

### **Синтетические масла.**

С помощью синтетических базовых масел можно улучшить свойства смазочных материалов. Однако само по себе применение синтетического базового масла не всегда гарантирует высокие свойства, для обеспечения хорошего качества требуется очень внимательный подбор компонентов и оптимизация их смеси. Поэтому возможна весьма большая разница в стоимости "однотипных" синтетических масел.

Синтетические масла позволяют достичь следующих свойств:

- Отличные свойства при низких температурах, в т.ч. легкий запуск двигателя и смазка в холодных условиях.

- Отличные свойства при высоких температурах, в частности, стабильность против окисления, низкая летучесть и расход масла.

Масло вырабатывается из природного газа.

## 1.5. ПРИСАДКИ

С помощью только базовых масел невозможно достичь всех тех свойств, которые современное оборудование и механизмы требуют от смазочных масел. В связи с этим к ним добавляют специальные присадки, которые улучшают свойства высококачественных базовых масел. Однако, необходимо помнить, что даже самые хорошие присадки не способны превратить низкокачественные базовые масла в высококачественные смазочные материалы.

### ОСНОВНЫЕ ПРИСАДКИ

**Антиокислительные присадки** приостанавливают реакцию окисления и исключают каталитическое воздействие примесей на металлические поверхности. Окисление - это цепная реакция, где как продукты окисления, так и примеси, загрязняющие масла, ускоряют реакцию.

**Моющие присадки** (детергенты и дисперсанты) очищают двигатель.

Дисперсанты не позволяют загрязнениям собираться в комки.

**Противокоррозийные присадки** обеспечивают образование на металлических поверхностях пленки, предотвращающей коррозию.

**Противоизносные присадки** образуют на смазываемых поверхностях пленку, предотвращающую непосредственное соприкосновение металлических поверхностей.

**Противозадирные присадки** образуют вместе со смазываемыми металлическими поверхностями химическую пленку, которая эффективно предотвращает задиры. Противопенные присадки предотвращают вспенивание масел за счет снижения поверхностного напряжения, при этом образующиеся воздушные пузыри легко лопаются.

**Присадки, снижающие температуру застывания**, предотвращают слипание парафиновых кристаллов и застывание масла.

**Присадки, улучшающие индекс вязкости** - это высокомолекулярные полимеры, которые замедляют повышение вязкости при понижении температуры.

## 1.6. СКЛАДИРОВАНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ СО СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.

Транспортировочная тара должна быть чистой и без воды. Например, бочки лучше хранить на боку или вверх дном, при этом на крышке вода не накапливается и пониженное давление, вызванное колебанием температуры, не может всасывать воду в тару.

Эмульсионные масла, в т.ч. смазочно-охлаждающие жидкости, следует транспортировать и складировать при температуре выше 0°C. Также рекомендуется, чтобы консистентные смазки складировались при температуре выше 0°C.

При транспортировке и складировании смазочных материалов необходимо соблюдать принципы охраны окружающей среды, а также инструкции и указания властей.

Отработанное масло относится к экологически вредным отходам.

### 1.7. Масла для бензиновых двигателей.

**Teboil Diamond Plus OW-40** - полностью синтетическое масло для круглогодичного применения в тяжелых эксплуатационных условиях для четырехтактных двигателей всех машин, в т.ч. оснащенных турбонаддувом. Обеспечивает легкий пуск и немедленную циркуляцию даже в арктических условиях, а также надежную смазку и при самых высоких эксплуатационных температурах.

SAE OW-40

API SJ/CF

ACEA A3/B3

**Teboil Diamond 5W-40** - полностью синтетическое моторное масло для применения

в самых суровых эксплуатационных условиях. Хорошие свойства масла "Тебойл Даймонд" при низких температурах обеспечивают надежный пуск. Масло обладает отличной перекачиваемостью, обеспечивающей эффективную смазку сразу после пуска даже при самых сильных морозах. Эти качества в сочетании с хорошими свойствами при высоких температурах делают из "Даймонда" идеальное масло для круглогодичного применения. "Тебойл Даймонд" рекомендуется для применения в четырехтактных двигателях легковых машин и пикапов любых типов.

**SAE** 5W-40  
**API** SJ/CF  
**ACEA** A3/B3

**Teboil Gold 5W-40** - синтетическое моторное масло для круглогодичного применения в тяжелых эксплуатационных условиях. Хорошая перекачиваемость масла обеспечивает легкий пуск и надежную смазку при морозе, тогда как его сбалансированные вязкостные свойства обеспечивают смазку при высоких эксплуатационных температурах.

Масло "Тебойл Голд" рекомендуется для применения во всех четырехтактных бензиновых и дизельных двигателях, в т.ч. оснащенных турбонаддувом.

**SAE** 5W-40, 5W-30 (полусинтетическое)  
**API** SJ/CF  
**ACEA** A3/B3 (5W-40), A1/B1 (5W-30)

**Teboil Silver G** - SAE 10W-40 - многоцелевое полусинтетическое, SAE 10W-30 и SAE 10W-50 - многоцелевое минеральное масло, применяемое в бензиновых и обыкновенных дизельных двигателях легковых машин и пикапов. **Teboil Silver C** - SAE 20W-50 рекомендуется особенно для применения в таких условиях, когда требуется масло с хорошими свойствами при высоких температурах, например в четырехтактных двигателях мотоциклов или машин-тягачей туристских прицепов.

**SAE** 10W-40 (полусинтетическое)  
**API** SJ/CF  
**ACEA** A3/B3  
**SAE** 10W-30, 20W-50 (минеральное)  
**API** SH/CD  
**ACEA** A2/B2

**Teboil Moniaste** - минеральное масло, предназначенное для применения, в основном, в легковых машинах и пикапах более старых моделей.

**SAE** 10W-30, 20W-40  
**API** SF/CC

**ТИПОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И МИКРОАВТОБУСОВ**

| Продукт                     | Вязкость, мм <sup>2</sup> /с |            | Индекс вязкости | Температура, °С |            | TBN, мгКОН/г | Сульфатная зольность, % |
|-----------------------------|------------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-------------------------|
|                             | при 40 °С                    | при 100 °С |                 | Вспышки         | Застывания |              |                         |
| <b>Diamond Plus 0W-40</b>   | 79                           | 14,0       | 185             | 220             | < -54      | 7,8          | 1,07                    |
| <b>Diamond 5W-40</b>        | 94                           | 14,5       | 160             | 230             | < -54      | 7,8          | 1,07                    |
| <b>Gold 5W-40</b>           | 90                           | 14,0       | 160             | 220             | -45        | 7,8          | 1,07                    |
| <b>Gold 5W-30</b>           | 63                           | 10,5       | 155             | 212             | -42        | 7,8          | 1,07                    |
| <b>Silver G 10W-30</b>      | 69                           | 10,5       | 140             | 210             | -39        | 7,8          | 1,07                    |
| <b>Silver G 10W-40</b>      | 93                           | 14,0       | 155             | 214             | -36        | 7,8          | 1,17                    |
| <b>Silver G 20W-50</b>      | 160                          | 18,0       | 125             | 236             | -30        | 7,8          | 1,07                    |
| <b>Moniaste 10W-30</b>      | 73                           | 10,5       | 130             | 220             | -36        | 6,0          | 1,00                    |
| <b>Moniaste 20W-40</b>      | 125                          | 14,0       | 110             | 220             | -33        | 6,0          | 0,85                    |
| <b>Special Power 10W-30</b> | 72                           | 11,0       | 145             | 210             | -36        | 8,8          | 1,30                    |

### 1.8. Масла для дизельных двигателей.

Масло **Teboil Super HPD** минеральное, предназначено для больших дизельных двигателей с сильным наддувом. Масло класса **SHPD** (Super High Performance Diesel) отлично защищает цилиндры от истирания. При работе с удлинённой периодичностью

смены масла, в частности, Вольво и Мерседес-Бенц требуют применения в их дизельных двигателях масла класса SHPD.

**SAE** 10W-30, 15W-40  
**ACEA** E3, E4, E5, B3, A3  
**API** CH-4, CG-4, CF-4/SJ  
MB 228.3; VDS-2 (Вольво); VW 501.01 и 505.00;  
Cummins CES 20720; Allison C4; MACK EO-L; MAN M3275

Полностью синтетическое масло **Teboil Super HPD SAE 5W-40** предназначено для дизельных двигателей, работающих в самых суровых условиях. Его отличные свойства в холодных условиях гарантируют немедленную смазку турбонаддува сразу после запуска даже в самые сильные морозы. С другой стороны, хорошие свойства сохранения вязкости обеспечивают стабильность смазки также в жарких условиях.

**SAE** 5W-40, 5W-30 (полусинтетическое)  
**ACEA** E3, E5, B3, A3  
**API** CF-4, CF-2, CG-4, CH-4/SJ  
VDS (Вольво); VW 501.01 и 505.00; MB 228.3;  
Cummins CES 20072

Полностью синтетическое масло **Teboil Super XLD** предназначено в особенности для тяжелого транспорта, совершающего маршрутные рейсы с "супердлинными" интервалами между заменой масла.

**SAE** 10W-40  
**ACEA** E4  
**API** CF  
MB 228.5; VDS-2 (Вольво); MAN M 3277

**Teboil Power** - это современное многоцелевое минеральное моторное масло для всех четырехтактных двигателей: от карбюраторных двигателей легковых машин до дизельных двигателей тяжелых грузовых машин с многократным наддувом. Масло Teboil Power является надежным и эффективным маслом, пользующимся успехом среди профессионалов.

**SAE** 10W-30, 15W-40  
**ACEA** E2, B3, A3  
**API** CH-4, CF-4, CG-4/SJ  
MB 228.1; VDS (Вольво); VW 501.01 и 505.00; Allison C4; CATTO-2; Cummins CES 20071;  
MACK EO-L

Масло нового поколения **Teboil Special Power** для круглогодичного использования. Предназначено для современных дизелей легковых машин и автофургонов.

**SAE** 10W-30  
**ACEA** E2, B3, A3  
**API** CH-4, CG-4, CF-4/SJ

Дизельное моторное масло **Teboil Power D** разработано специально для дизельных двигателей тяжелого транспорта, но также для легкого дизельного транспорта. Teboil Power D может использоваться также как гидравлическое и трансмиссионное масло, когда изготовитель оборудования рекомендует применение моторного масла.

**SAE** 10W, 20W-20, 30, 40, 50  
**ACEA** E1  
**API** CF, CF-2, CD/SF  
Соответствует:  
MIL-L-2104E; MB 228.0; Allison C3/C4;  
Ford M2C-87A и 88A; General Motors 6049M  
**SAE** 10W-30, 15W-40  
**ACEA** E1  
**API** CF-4/SF  
Соответствует: MB 228.0

Минеральное дизельное моторное масло **Teboil Serina (S-3 Power)** предназначено для более старого транспортного оборудования.

**SAE** 10W, 30, 40, 50, 10W-30, 15W-40

**API CD/SE**

Соответствует:

MIL-L-2104C; Ford M2C-87A и 88A;

General Motors 6042M; CATTO-2

### **1.9. Моторные масла для газовых двигателей.**

Во многих странах использование газового топлива получает все более широкое распространение благодаря его невысокой стоимости по сравнению с дизтопливом и бензином. К тому же, по сравнению с последними, газ обладает еще целым рядом преимуществ:

- химическим составом, обеспечивающим меньшее содержание двуокиси углерода ( $CO_2$ ) в продуктах сгорания, что положительно сказывается на экологии;
- не разжижает и меньше загрязняет частицами сажи моторное масло, что позволяет увеличить пробег между его заменами;
- высокой стойкостью к детонации, что практически исключает ее вредное воздействие на детали двигателя. Октановое число у газового топлива составляет более 100 единиц.

Однако у двигателей, работающих на газовом топливе, имеется и ряд недостатков:

- отработавшие газы содержат большее количество водяных паров, чем в двигателях на жидком топливе. Поэтому моторные масла, особенно некоторые синтетические, должны обладать достаточной водостойкостью;
- при сгорании обедненных газоздушных смесей в отработавших газах возрастает содержание оксидов азота, поэтому масла должны обладать достаточной стойкостью к их воздействию (нитрированию);
- особенности смесеобразования повышают чувствительность к образованию в камере сгорания отложений сгоревшего масла (зольных отложений). Поэтому содержание металлоорганических присадок (сульфатная зольность), дающих эти отложения у масел для газовых двигателей, должно быть ниже.

В бензиновых двигателях, переоборудованных на газ без изменения степени сжатия и без других существенных конструктивных переделок, автомобилестроители позволяют использовать масла, имеющие допуск для работы автомобиля на бензине.

По вязкостно-температурным свойствам для газовых автомобилей рекомендуется применять масло классов SAE 10W40 и SAE 15W40.

### **1.10. Рекомендации по выбору масла.**

При выборе моторного масла следует ориентироваться на спецификации (рекомендации) производителя автомобилей, изложенные в инструкции по эксплуатации.

Желательно также принимать во внимание следующее:

- перечень марок масел, допущенных к применению производителем, постоянно изменяется. Получают допуск новые марки, некоторые масла его теряют;
- применять масло с более высоким уровнем свойств, чем указанный производителем, не всегда целесообразно. Как правило, стоимость такого масла выше и комплекс его свойств несколько иной, что может отразиться на надежности работы элементов системы смазки;
- температурный диапазон применения, указанный на упаковке масла, носит лишь рекомендательный характер;
- не стоит ориентироваться на цвет масла. Большинство вводимых в него присадок дела ют его более темным;
- замену масла необходимо производить в сроки, установленные производителем;

Для ДГУ со значительной наработкой замену масла производить чаще, так как условия его работы в изношенных двигателях более жесткие (прорыв раскаленных газов в картер из-за увеличенных зазоров между поршнями и цилиндрами и т. д.).

- смену масляного фильтра проводят вместе с заменой масла. При использовании топлива сомнительного качества и большой наработкой в запыленной местности

желательно заменять его чаще, чем масло (в разумных пределах). Большое количество продуктов неполного сгорания топлива и пыли из воздуха может вывести фильтр из строя раньше времени;

- быстрое (через 4-5 моточасов) изменение цвета масла в двигателе (масло "почернело") не обязательно указывает на потерю его эксплуатационных свойств. Этот эффект, как правило, связан с тем, что качественное моторное масло смывает различные отложения в двигателе (нагар, лакообразные отложения и т.п.) и накапливает в себе продукты неполного сгорания топлива. Такой двигатель необходимо промыть;

- **нельзя** смешивать минеральное и синтетическое масло, а также доливать минеральное в синтетическое из-за разной растворимости присадок в минеральной и синтетической основах. Результатом смешивания может быть выпадение присадок в нерастворимый осадок. Поэтому такой "долив" допустим только в крайних случаях, например чтобы доехать до гаража или автосервиса, где смесь, находящуюся в двигателе, необходимо сразу заменить на подходящее масло;

- доливать следует тот же сорт масла, который залит в двигатель. Масла разных производителей содержат различные пакеты присадок, которые могут быть несовместимы. По результатам исследований ЦНИИ Морского флота, проводимых с целью изучения возможности "дозаправки" судов маслами в различных портах, даже если они совместимы, то после работы в двигателе не могут смешиваться без потери свойств;

- если в процессе эксплуатации масло заменялось своевременно и имело соответствующее качество, промывку двигателя проводить не надо;

- если неизвестно, какое масло заливал прежний владелец ДГУ, перед заменой необходимо промыть систему смазки специально предназначенным для этого промывочным маслом. В противном случае свежее высококачественное масло может смыть большое количество отложений, что приведет к быстрому засорению фильтра системы смазки;

- добавление в моторное масло различных препаратов может улучшить одни его свойства и резко ухудшить другие, что неблагоприятно скажется на состоянии двигателя. Это связано с тем, что в качественном масле пакет присадок точно сбалансирован, а добавление в него какого-либо препарата, как правило, нарушает этот баланс;

- в непрогретом до рабочей температуры масле присадки не успевают нейтрализовать кислоты, образующиеся из продуктов неполного сгорания топлива, что вызывает усиленный коррозионный износ поршней, их колец и цилиндров. Под нагрузкой двигатель ДГУ прогревается быстрее. Поэтому в холодное время его прогрев "на месте" следует производить не менее 3-5 мин на холостом ходу, потом подать нагрузку небольшими порциями, постепенно ее увеличивая до номинальной до полного прогрева двигателя.

Слишком частых холостых запусков двигателя и повторяющихся холодных запусков следует избегать, так как они вызывают чрезмерное разжижение масла топливом и, таким образом, будет требоваться более частая замена масла и будет происходить понижение температуры вспышки до опасного уровня.

В Москве и Московской области рекомендуется использовать зимой масла классов вязкости SAE 5W-30, SAE 5W-40, SAE10W-30, SAE10W-40. Однако, это весьма общие рекомендации, которые не учитывают все условия эксплуатации, конструкцию и состояние двигателя.

### **1.11. ИНТЕРВАЛЫ ЗАМЕНЫ МАСЛА**

Для нормальной работы двигателя масло необходимо менять либо через 250 часов работы, либо ежегодно в зависимости от режима работы.

Так как масло имеет тенденцию менять свой состав и стареть, важно соблюдение нижеследующих параметров при замене масла:

1. Вязкость масла не должна превышать 10cSt при  $t = 100^{\circ}\text{C}$ .
2. При замене масла количество старого должно менее 50%.
3. Температура вспышки масла должна превышать  $180^{\circ}\text{C}$ .
4. Содержание воды в масле не должно превышать 1 %.
5. Содержание топлива в масле не должно превышать 1 %.
6. Забор образцов масла должен производиться со среднего уровня маслоотстойника двигателя.

### **1.12. Промывка системы смазки двигателя.**

В процессе эксплуатации автомобиля может возникнуть необходимость промыть систему смазки. При этом важно правильно выбрать средство и соблюдать правила его применения.

Если следовать рекомендациям производителя — заливать в двигатель соответствующее ему моторное масло, своевременно осуществлять его замену, то промывать смазочную систему нет необходимости.

Моторное масло обладает моющими и диспергирующими<sup>2</sup> свойствами, достаточными, чтобы смывать образующиеся на деталях двигателя отложения и не давать им выпасть в осадок.

Но в перечисленных ниже случаях таких "способностей" масла может не хватить, и в масляных каналах, а также на внутренних поверхностях двигателя начнут образовываться отложения. Чтобы свежее моторное масло сразу после заливки не загрязнилось и отработало положенный срок, желательно промыть двигатель.

#### **1.12.1. Когда надо промывать систему смазки.**

**Несвоевременная смена масла.** При наработке моточасов на 10-15% больше, чем рекомендовано производителем, присадки в масле, обеспечивающие чистоту двигателя, уже сработались и он начнет загрязняться.

##### **Приобретение подержанной электростанции.**

Новый владелец не может достоверно определить, заливалось ли необходимое для данного двигателя моторное масло, своевременно ли проводилась его замена и, соответственно, насколько загрязнена система смазки. Если по каким-то причинам промывка двигателя новым хозяином не проводилась, ему желательно обратить внимание на цвет вновь залитого масла. Если оно потемнело после 4-5 часов работы ДГУ, то система смазки значительно загрязнена и требует промывки.

##### **Вынужденный долив (более 20% объема) масла другой марки.**

Продукция разных производителей не всегда совместима, особенно когда в работавшее масло доливают свежее, но имеющее другой состав. В таком "коктейле" присадки могут выпасть в осадок, что помимо загрязнения приведет к резкому ухудшению способности смеси противостоять износу двигателя.

Если нет того масла, что вам надо, а долив необходим, лучше приобрести масло того же производителя — там, как правило, аналогичный пакет присадок, но в других количествах. Желательно, чтобы основа (минеральная, частично синтетическая или синтетическая) была, как у масла в двигателе. Из всех возможных вариантов наихудшим является долив "минералки" в систему смазки с "синтетикой". В "синтетике" растворимы не все присадки, которые могут присутствовать в "минералке".

В крайнем случае можно купить масло другого производителя, имеющего ту же основу с аналогичным уровнем эксплуатационных свойств (по классификации API, ACEA).

Вязкость приобретаемого масла (по классификации SAE) должна быть не меньше, чем у залитого в двигатель или допускаемого производителем для данной температуры окружающего воздуха. Иначе в режиме высоких нагрузок малая вязкость может привести к повышенному износу. Слить содержимое системы смазки необходимо при первой же возможности, и перед заливкой свежего масла промыть двигатель.

**Попадание охлаждающей жидкости (ОЖ)** в масло происходит из-за негерметичности системы охлаждения. Ее признаком является белесая эмульсия на щупе. Чаще всего причиной этого является повреждение прокладки головки блока цилиндров. Даже в небольших количествах антифриз наносит значительный ущерб моторному маслу. Вода и этиленгликоль, содержащиеся в ОЖ, вызывают слипание (коагуляцию) загрязнений, разложение (гидролиз) присадок и ускоренное окисление (старение) масла. Поэтому его работоспособность резко ухудшается, а слипшиеся частицы осадка могут забить сетку маслоприемника, что приведет к масляному "голоданию" двигателя.



Двигатель с такой неисправностью лучше не эксплуатировать (по возможности), и после устранения негерметичности промыть систему смазки.

#### **Заливка некачественного масла (подделки).**

Основными проявлениями такой ситуации являются:

- сильное почернение масла после 4-5 моточасов работы ДГУ при уверенности в чистоте системы смазки;
- черный налет на внутренней поверхности клапанной крышки;
- повышенный расход масла;
- появление сизого дыма из выхлопной трубы;
- снижение мощности (двигатель хуже "тянет"). Это вызвано тем, что нагар лишает подвижности поршневые кольца уже через 10 - 15 моточасов работы, что снижает компрессию (давление в цилиндре в конце такта сжатия).

При появлении любого из этих симптомов необходимо немедленно слить суррогат и промыть систему смазки.

#### **1.12.2 Средства для промывки двигателя**

Имеющиеся в продаже средства для промывки двигателя можно разбить на две группы.

##### **Добавки в старое масло:**

- "пятиминутки", промывающие систему смазки при работе двигателя на холостом ходу в течение 5-10 мин. Из-за короткого промежутка времени не все отложения могут быть смыты;
- позволяющие эксплуатировать ДГУ 8 – 10 моточасов до замены масла. Это, как правило, маловязкие жидкости, снижающие вязкость моторного масла. При их использовании нежелательно давать двигателю высокие нагрузки, так как из-за сниженной вязкости масло хуже противостоит износу.

*Такие добавки лучше не использовать.*

**Промывочное масло**, заливаемое вместо отработавшего масла, рассчитано на:

- кратковременную работу двигателя (до 15 мин) только на холостом ходу. Масло, даже в предварительно прогретом двигателе может не достигнуть температуры 70-80°C, необходимой для эффективной промывки системы смазки;
- непродолжительная работа (20 - 30 мин) при небольшой нагрузке на двигатель. Это позволяет достаточно прогреться промывочному маслу — чем выше температура, тем лучше промывается система.

В продаже имеются минеральные, синтетические и частично синтетические (в обиходе — "полусинтетика") промывочные масла.

Все промывочные средства универсальные - используются как для бензиновых двигателей, так и для дизелей.

#### **1.12.3 Рекомендации по применению.**

Сливать старое масло лучше из двигателя, полностью прогретого. Держать открытым сливное отверстие желательно не менее 5 мин. Дизель-генератор при этом должен быть расположен горизонтально.

Перед промывкой лучше заменить масляный фильтр, так как промывочное масло растворит имеющиеся в нем загрязнения и будет менее эффективно. Фильтр для промывки можно приобрести самый дешевый из имеющихся в продаже, поскольку он будет выполнять только роль заглушки.

При использовании промывочного средства необходимо строго соблюдать инструкцию. Если она не на русском языке, то от приобретения такой "промывки" лучше отказаться.

К промывке двигателей с гидрокомпенсаторами и гидронатяжителями, по мнению специалистов, никаких особенных требований нет.

**Глава 18. ДОПУСТИМЫЕ ДЛИТЕЛЬНЫЕ ТОКИ ДЛЯ ПРОВОДОВ, ШНУРОВ И КАБЕЛЕЙ С РЕЗИНОВОЙ ИЛИ ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ.**

**1.3.10.** Допустимые длительные токи для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, шнуров с резиновой изоляцией и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках приведены в табл. 1.3.4—1.3.11. Они приняты для температур: жил + 65°C, окружающего воздуха + 25°C и земли + 15°C.

При определении количества проводов, прокладываемых в одной трубе (или жил многожильного проводника), нулевой рабочий проводник четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводники в расчет не принимаются.

Данные, содержащиеся в табл. 1.3.4 и 1.3.5, следует применять независимо от количества труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах).

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься: для проводов — по табл. 1.3.4 и 1.3.5, как для проводов, проложенных в трубах. При количестве одновременно нагруженных проводов более четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по табл. 1.3.4 и 1.3.5, как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6; 0,63 для 7—9 и 0,6 для 10—12 проводников.

Для проводников вторичных цепей снижающие коэффициенты не вводятся.

Таблица 1.3.4. Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

| Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup> | Ток, А, для проводов, проложенных |                  |                  |                     |                     |                     |
|--|-----------------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | открыто                           | в одной трубе    |                  |                     |                     |                     |
|  |                                   | двух одножильных | трех одножильных | четырёх одножильных | одного двухжильного | одного трехжильного |
| 0,5  | 11                                | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 0,75   | 15                                | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 1  | 17                                | 16               | 15               | 14                  | 15                  | 14                  |
| 1,2  | 20                                | 18               | 16               | 15                  | 16                  | 14,5                |
| 1,5  | 23                                | 19               | 17               | 16                  | 18                  | 15                  |
| 2  | 26                                | 24               | 22               | 20                  | 23                  | 19                  |
| 2,5  | 30                                | 27               | 25               | 25                  | 25                  | 21                  |
| 3  | 34                                | 32               | 28               | 26                  | 28                  | 24                  |
| 4  | 41                                | 38               | 35               | 30                  | 32                  | 27                  |
| 5  | 46                                | 42               | 39               | 34                  | 37                  | 31                  |
| 6  | 50                                | 46               | 42               | 40                  | 40                  | 34                  |
| 8  | 62                                | 54               | 51               | 46                  | 48                  | 43                  |
| 10   | 80                                | 70               | 60               | 50                  | 55                  | 50                  |
| 16   | 100                               | 85               | 80               | 75                  | 80                  | 70                  |
| 25   | 140                               | 115              | 100              | 90                  | 100                 | 85                  |
| 35   | 170                               | 135              | 125              | 115                 | 125                 | 100                 |
| 50   | 215                               | 185              | 170              | 150                 | 160                 | 135                 |
| 70   | 270                               | 225              | 210              | 185                 | 195                 | 175                 |
| 95   | 330                               | 275              | 255              | 225                 | 245                 | 215                 |
| 120  | 385                               | 315              | 290              | 260                 | 295                 | 250                 |
| 150  | 440                               | 360              | 330              | —                   | —                   | —                   |
| 185  | 510                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 240  | 605                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 300  | 695                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 400  | 830                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |

Таблица 1.3.5. Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

| Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup> | Ток, А, для проводов, проложенных |                  |                  |                     |                     |                     |
|--|-----------------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | открыто                           | в одной трубе    |                  |                     |                     |                     |
|  |                                   | двух одножильных | трех одножильных | четырёх одножильных | одного двухжильного | одного трехжильного |
| 2  | 21                                | 19               | 18               | 15                  | 17                  | 14                  |
| 2,5  | 24                                | 20               | 19               | 19                  | 19                  | 16                  |
| 3  | 27                                | 24               | 22               | 21                  | 22                  | 18                  |
| 4  | 32                                | 28               | 28               | 23                  | 25                  | 21                  |

| Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup> | Ток, А, для проводов, проложенных |                  |                  |                     |                     |                     |
|--|-----------------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | открыто                           | в одной трубе    |                  |                     |                     |                     |
|  |                                   | двух одножильных | трех одножильных | четырёх одножильных | одного двухжильного | одного трехжильного |
| 5  | 36                                | 32               | 30               | 27                  | 28                  | 24                  |
| 6  | 39                                | 36               | 32               | 30                  | 31                  | 26                  |
| 8  | 46                                | 43               | 40               | 37                  | 38                  | 32                  |
| 10   | 60                                | 50               | 47               | 39                  | 42                  | 38                  |
| 16   | 75                                | 60               | 60               | 55                  | 60                  | 55                  |
| 25   | 105                               | 85               | 80               | 70                  | 75                  | 65                  |
| 35   | 130                               | 100              | 95               | 85                  | 95                  | 75                  |
| 50   | 165                               | 140              | 130              | 120                 | 125                 | 105                 |
| 70   | 210                               | 175              | 165              | 140                 | 150                 | 135                 |
| 95   | 255                               | 215              | 200              | 175                 | 190                 | 165                 |
| 120  | 295                               | 245              | 220              | 200                 | 230                 | 190                 |
| 150  | 340                               | 275              | 255              | —                   | —                   | —                   |
| 185  | 390                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 240  | 465                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 300  | 535                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |
| 400  | 645                               | —                | —                | —                   | —                   | —                   |

Таблица 1.3.6. Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

| Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup> | Ток *, А, для проводов и кабелей |             |         |             |         |
|--|----------------------------------|-------------|---------|-------------|---------|
|  | одножильных                      | двухжильных |         | трехжильных |         |
|  | при прокладке                    |             |         |             |         |
|  | в воздухе                        | в воздухе   | в земле | в воздухе   | в земле |
| 1,5  | 23                               | 19          | 33      | 19          | 27      |
| 2,5  | 30                               | 27          | 44      | 25          | 38      |
| 4  | 41                               | 38          | 55      | 35          | 49      |
| 6  | 50                               | 50          | 70      | 42          | 60      |
| 10   | 80                               | 70          | 105     | 55          | 90      |
| 16   | 100                              | 90          | 135     | 75          | 115     |
| 25   | 140                              | 115         | 175     | 95          | 150     |
| 35   | 170                              | 140         | 210     | 120         | 180     |
| 50   | 215                              | 175         | 265     | 145         | 225     |
| 70   | 270                              | 215         | 320     | 180         | 275     |
| 95   | 325                              | 260         | 385     | 220         | 330     |
| 120  | 385                              | 300         | 445     | 260         | 385     |
| 150  | 440                              | 350         | 505     | 305         | 435     |
| 185  | 510                              | 405         | 570     | 350         | 500     |
| 240  | 605                              | —           | —       | —           | —       |

\* Токи относятся к проводам и кабелям как с нулевой жилой, так и без нее.

## Расчет нагрузки на дизель-генератор.

### 1. Формулы для расчетов.

Полная мощность 3-х фазного дизель-генератора:

$$S = \sqrt{3} U_{\text{лин}} I_{\text{лин}} = 1,73 U_{\text{лин}} I_{\text{лин}}$$
$$S = 3 U_{\text{фазн}} I_{\text{фазн}}, \quad S^2 = P^2 + Q^2$$

где  $U_{\text{лин}}$  и  $U_{\text{фазн}}$  – линейное и фазное переменное напряжение на выходе основного генератора, равного 380 и 220 Вольт;

При соединении звездой  $I_{\text{фазн}} = I_{\text{лин}}$  – значение суммарного активного и реактивного тока в каждой из фаз дизель-генератора, в амперах.

Активная мощность 3-х фазного генератора:  $P = \sqrt{3} U_{\text{лин}} I \cos \varphi = S \cos \varphi$ .

Реактивная мощность 3-х фазного генератора:  $Q = \sqrt{3} U_{\text{лин}} I \sin \varphi = S \sin \varphi$ .

Коэффициент мощности:  $\cos \varphi = P / S = 0,8$  – условие производителя.

Т.к.  $\cos \varphi = P / S = 0,8$  величина условная, то выделим часть выражения  $I_{\text{лин}} \cos \varphi$  и заменим его значением  $I_{\text{акт}}$  – активный ток в каждой отдельной фазе.

При работе дизель-генератора на активную нагрузку активный ток  $I_{\text{акт}}$  равен:

|   |
|---|
| $I_{\text{акт}} = I_{\text{лин}} \cos \varphi = 0,8 I_{\text{лин}}$ |
|---|

, отсюда  $P = \sqrt{3} U_{\text{лин}} I_{\text{акт}}$ .

### 2. Определение значения активного тока $I_{\text{акт}}$ в каждой из фаз при подключении активной нагрузки:

Иногда необходимо быстро определить, какую максимальную нагрузку можно подключить к дизель-генератору. Для этого можно воспользоваться названием модели станции, в которой указана полная ее мощность или же воспользоваться паспортом, который наклеен на станцию в виде таблицы.

В паспорте на дизельную электростанцию указан полный ток  $I_{\text{лин}}$  для данной модели дизель-генератора, учитывающий активную и реактивную составляющую нагрузки каждой фазы при условии, что потребляемая нагрузкой реактивная мощность не будет превышать 20% ( $\cos \varphi$ ).

**А)** Если известен полный ток нагрузки  $I_{\text{лин}}$  на фазу указанный в серебристой табличке (паспорт на ДГУ), то для определения значения активного тока  $I_{\text{акт}}$  необходимо от значения полного тока  $I_{\text{лин}}$  вычесть 20% (или умножить на 0,8).

**Б)** Для быстрого определения максимального значения активного тока  $I_{\text{акт}}$  в каждой из фаз дизель-генератора при подключенной активной нагрузке для краткости необходимо воспользоваться формулой:

$$I_{\text{акт}} = S \cdot 1,2 \quad \text{или} \quad I_{\text{акт}} = S + 20\%$$

Для расчета нагрузки по фазе на станциях с буквой Е (P440E1) необходимо пользоваться формулой:

$$I_{\text{акт}} = S \cdot 1,1 \quad \text{или} \quad I_{\text{акт}} = S + 10\%$$

Где  $S$  – полная мощность дизель-генератора в kVA, заложенная в названии модели электростанции.

### Примечание.

1. Это верно для электростанций, имеющих выходное напряжение 220/380В.

В этом случае для определения максимального активного тока в нагрузке лучше пользоваться формулой из пункта А и Б.

Для станций с выходным напряжением 230/400В и 240/415В коэффициент другой.

2. В случае, если станция однофазная, то необходимо воспользоваться формулой  $I_{\text{акт}} = S \cdot 4,5$ . При этом получим ток нагрузки данной станции.

**Пример.**

**Вопрос.**

Необходимо провести предпродажную подготовку на новой станции Р400.

Какой максимальный ток должен быть в каждой из фаз, если нагрузка имеет чисто активный характер?

**Ответ.**

В названии станции Р400 цифра 400 обозначает полную мощность, которую может развить электростанция.

Отсюда:  $400 \cdot 1,2 = 480 \text{ Ампер.}$

Максимальный ток  $I_{\text{акт}}$  в каждой из фаз дизель-генератора не должен превышать 480 Ампер, хотя в паспорте на дизель указан полный ток  $I_{\text{полн}} = 601 \text{ Amps}$ , с учетом активной и реактивной составляющей и  $\cos \varphi$ .

### **3. Перекос нагрузки по фазам.**

Для ДГУ, работающего под нагрузкой, идеальным считается режим, когда все фазы нагружены одинаково, то есть, нагрузка является симметричной.

В реальности нагрузка таковой не является, она значительно отличается по величине в каждой из фаз. Разница между значением силы тока минимально и максимально нагруженных 2-х фаз не должна превышать 25%.

## Режимы использования ДГУ: base load, prime, standby.

### 1. Base Load – режим базовой нагрузки (непрерывная работа).

Это режим, когда станция при работе отдает свою электроэнергию в основную сеть, работает круглосуточно и постоянно нагружена на 80% от полной мощности. Пики потребления электроэнергии нагрузкой практически не наблюдаются, их сглаживает сеть. ДГУ останавливается только на проведение ТО и опять включается в работу.

Производитель гарантирует наработку до капитального ремонта ДГУ серии 2300 - 40000 моточасов.

2. Режим “Prime” – наиболее распространенный режим, когда станция может работать длительное время при переменной нагрузке, от ТО до ТО. Возможна перегрузка 10% в течение 1 часа на протяжении 12-ти часов непрерывной работы. Станция прогревается перед подачей нагрузки, после снятия нагрузки станция работает некоторое время на холостом ходу для остывания.

Производитель гарантирует наработку до капитального ремонта ДГУ серии 2300 30000 моточасов.

3. Режим “STANDBY” (буква “E” в названии ДГУ) – дизель-генератор предназначен для дежурного режима, при котором станция запускается и практически без прогрева на нее подают полную нагрузку. Перегрузка недопустима.

Работает такая станция не более 500 моточасов в год в режиме аварийного включения при пропадании внешнего напряжения сети, из них непрерывная работа дизель-генератора может составлять не более 300 моточасов в течение года. Производитель гарантирует наработку ДГУ серии 2300 4000 моточасов или 8 лет эксплуатации до капитального ремонта. (Режим Prime + 10%).

На износ станции влияют частые старты и работа с полной нагрузкой без постепенного прогрева двигателя.

### Рекомендации по эксплуатации дизель-генератора, находящегося в дежурном режиме:

1. Максимально снизить время работы без нагрузки. Минимально допустимой считается нагрузка на ДГУ от 30% паспортной мощности.

2. Заводить дизель-генератор 1 раз в неделю на 10-15 мин для смазки трущихся частей двигателя. При невозможности запуска дизель-генератора необходимо прокручивать двигатель стартером без его запуска до появления давления масла на указателе давления масла, вынув предохранитель топливного электромагнитного клапана с блока сопряжения и установив ручку переключателя режима работ в положение “РАБОТА”. При этом проверяется автоматика запуска дизель-генератора, которая должна сделать три попытки запуска, после чего высветится авария “НЕУДАЧНЫЙ ПУСК”. После проверки автоматики эту аварию необходимо сбросить. Таким образом, можно проверить работоспособность автоматики запуска дизель-генератора, убедиться в исправности аккумуляторной батареи, убедиться в готовности дизель-генератора запуститься в любой момент и заодно смазать все трущиеся части двигателя.

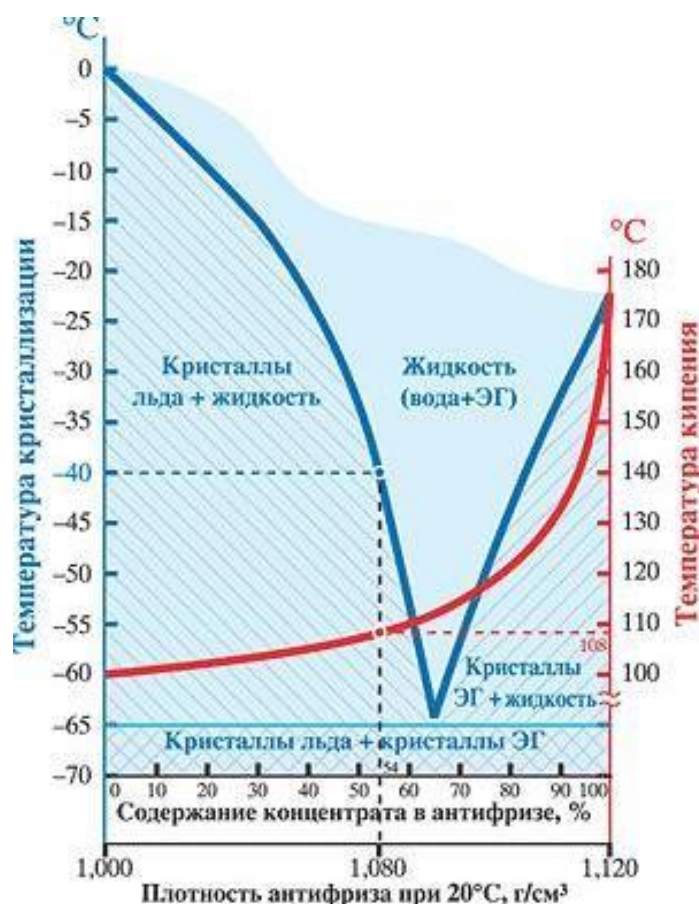
3. Периодически для очистки двигателя от нагара и просушки обмоток основного генератора давать двигателю поработать при полной нагрузке (1 раз в полгода) не менее часа, ступенчато увеличивая нагрузку на 25%.

4. Соблюдать периодичность технических обслуживаний согласно рекомендациям производителя.



## Охлаждающая жидкость.

### 1. Антифриз и его свойства.



### Преобразование градусов по шкале Цельсия в градусы по шкале Фаренгейта и наоборот:

Слева графика дана шкала температуры замерзания, справа – температура кипения водного раствора пропиленгликоля (+154°C), этиленгликоля - +170°C. Внизу отображается шкала процентного отношения концентрированного антифриза к воде.

Вода кристаллизуется при 0°C (32°F). Вода кипит при 100°C (212°F).  
 $^{\circ}\text{F} = (1,8 * ^{\circ}\text{C}) + 32$        $^{\circ}\text{C} = 0,5555 (^{\circ}\text{F} - 32)$

### Что такое антифриз и где его применяют?

Эффективная работа двигателя зависит не только от качественного топлива и масла, но и от эффективной системы охлаждения.

Антифризами называют незамерзающие жидкости, предназначенные для использования в системе охлаждения двигателя.

Сгорание топливной смеси в двигателе происходит при температурах 2100-2300°C. При такой температуре без принудительного охлаждения детали двигателя нагревались бы до температуры, значительно превышающей температуру воспламенения масла. При

перегреве двигателя увеличивается сила трения и износ деталей, уменьшаются тепловые зазоры, происходит коксование масла и отложение нагара, уменьшается наполнение цилиндров воздухом, при этом падает мощность.

В то же время чрезмерный отвод тепла влечет за собой переохлаждение двигателя, изменение вязкостных свойств масла, что приводит к увеличению износа деталей, снижению мощности и экономичности двигателя.

Идеальный тепловой режим двигателя 85-90<sup>0</sup>С.

В иностранной практике наибольшее распространение получили антифризы на основе водного раствора этиленгликоля, пропиленгликоля и др. Эти растворы обладают всеми необходимыми для охлаждающей жидкости температурными свойствами.

Пакет присадок, который добавляется в водно-гликолевую основу, определяет значительную часть эксплуатационных показателей охлаждающей жидкости. Он специально разрабатывается для того, чтобы защитить детали двигателя и системы охлаждения от коррозии, защитить от износа подшипники водяного насоса (помпы), предотвратить вспенивание жидкости и образование пузырьков воздуха в системе.

Антифриз служит для поддержания оптимального температурного режима деталей двигателя в различных условиях эксплуатации. Антифриз полностью исключает замерзание системы охлаждения двигателя дизель-генератора на холоде благодаря низкой температуре начала кристаллизации. ОН предохраняет двигатель от перегрева и обеспечивает хороший теплоотвод, так как имеет высокую температуру кипения. Недостаток: для снижения точки кристаллизации в нем используется метанол, который является агрессивным по отношению к алюминию.

#### **Два наименования охлаждающей жидкости.**

В обиходе широко распространено употребление двух наименований охлаждающей жидкости - тосол и антифриз.

Тосол - это торговая марка охлаждающей жидкости, прототипом которой стал итальянский антифриз, появившийся в СССР с началом выпуска автомобилей семейства Lada. Со временем "тосол" приобрел нарицательное значение и стал восприниматься как синоним к слову "антифриз".

Антифриз - часть из английского названия охлаждающей жидкости "Antifreeze - Coolant", дословно переводимого как "предотвращающий замерзание - охладитель".

#### **Требования к охлаждающей жидкости.**

Защита системы охлаждения - очень важный аспект для нормальной и бесперебойной эксплуатации двигателей, особенно, если они работают в тяжелом режиме.

Современные двигатели становятся легче, компактнее и мощнее. Конструкторы стараются использовать нетрадиционные легкие металлы, такие как алюминий, пластмассы, а также уменьшить размеры узлов и агрегатов, в результате чего температура в зонах обмена возрастает. Поэтому к охлаждающим жидкостям предъявляются жесткие требования:

- снижение объема заливки;
- способность работать и противостоять коррозии при высоких температурах;
- хорошие теплоотводящие свойства;
- защита от замерзания;
- не подвержен образованию пены;
- высокая химическая термоокислительная стабильность в течение длительного времени эксплуатации двигателя;
- полная химическая нейтральность по отношению к металлическим деталям;
- высокая устойчивость к поглощению продуктов окисления (способность растворять образующуюся накипь);
- не разрушать материалы уплотнения;
- хорошие смазочные свойства;

- хорошая текучесть.

Длительные эксперименты и наблюдения показывают, что только правильно подобранные ингибиторы делают простую охлаждающую жидкость высококачественным средством защиты охлаждающей системы, которая продлевает срок службы деталей системы охлаждения и двигателя.

Самым важным фактором для длительного срока службы двигателя является защита от коррозии.

Охлаждающие жидкости должны обладать хорошей текучестью и не должны оставлять толстой пленки на деталях двигателя, которая снижает в десятки раз эффективность теплоотвода и увеличивает количество абразивных частиц в системе. Концентрат антифриза разбавляют водой в пропорции 50:50% для улучшения текучести. У концентрата антифриза высокая вязкость, поэтому его в систему охлаждения не заливают.

В настоящее время производители техники делят антифриз на три группы:

- основную;
- безнитритную;
- безсиликатную.

Основой антифриза всех групп является этиленгликоль.

Антифризы разных групп отличаются по составу и срокам действия присадок, обеспечивающих антикоррозийную защиту деталей системы охлаждения.

Химический состав каждой из групп специально разрабатывается с учетом типа конструкционных материалов системы охлаждения и степени форсированности двигателя.

Способность антифриза защищать от коррозии детали системы охлаждения, изготовленные из разных металлов, является важным свойством, определяющим продолжительность его использования. Однако, в процессе эксплуатации антифриза баланс присадок, входящих в него, нарушается. Это приводит к понижению защитных свойств жидкости. При этом на открытых металлических деталях внутри двигателя интенсивно развивается коррозия. Присадки выпадают в осадок, появляются гелеобразования, приводящие к закупориванию узких каналов системы охлаждения.

Своевременная замена и качественный антифриз влияют на надежность и повышают срок эксплуатации двигателя.

### **Что происходит с антифризом при низких температурах?**

При очень низких температурах антифриз превращается в "кашицеобразную" рыхлую массу, которая после запуска двигателя быстро переходит в жидкую фазу и полностью восстанавливает свои первоначальные свойства.

### **Использование цвета охлаждающей жидкости.**

Цвет служит исключительно для определения мест утечки жидкости, и не влияет на эксплуатационные свойства антифриза.

В процессе развития технологии изготовления охлаждающих жидкостей сложилась следующая тенденция:

- антифризы на основе этиленгликоля обладают стандартным (основным) набором эксплуатационных свойств, сине-зеленого цвета, антифризы на основе пропиленгликоля имеют желто-оранжевый цвет.

Рассчитаны на 2 года эксплуатации с использованием ингибиторных патронов с добавками. При использовании без ингибиторного патрона антифриз меняется 1 раз в год.

- антифризы безнитритной группы чаще всего бывают разных оттенков флюоресцентного зеленого цвета;

Рассчитаны на 3 года эксплуатации. Маркировка - G11.

Специально по заказу автопроизводителей могут быть окрашены в другой цвет, например в красный для американского конвейера Toyota.

- антифризы бесиликатной группы, разработанные специально для увеличения интервалов между обслуживанием, маркируются красителем ярко-красного или фиолетового цвета.

Рассчитаны на 4 года эксплуатации. Маркировка - G12.

В этом антифризе используется принципиально новая добавка – карбоксилатные ингибиторы коррозии. Он полностью химически нейтрален по отношению к металлическим деталям, обладает повышенной растворяющей способностью к образующейся накипи. Представителем такого антифриза является антифриз “Техасо Navoline”. Эти ингибиторы адсорбируются лишь там, где возникает очаг коррозии, причем толщина защитного слоя не превышает 0,1 Микрон. Для сравнения, силикатные ингибиторы образуют защитный слой 0,5 мм, снижающий в десятки раз эффективность теплоотвода, и в процессе разложения силикатов увеличивающий количество абразивных частиц в системе, что приводит к значительному механическому износу деталей системы охлаждения.

### **О совместимости антифризов.**

Большинство антифризов на основе этиленгликоля или пропиленгликоля между собой совместимы, поэтому их смешивание допускается. Однако полученная смесь может иметь несколько другие качества. Высококачественные охлаждающие жидкости представляют собой хорошо сбалансированные продукты, часто с весьма сложным составом. Поскольку при смешивании антифризов состав изменяется химически, вместе с ним могут измениться и свойства антифриза, он перестанет выполнять свои функции частично или полностью. Поэтому, при первой возможности рекомендуется залить в систему охлаждения однородный антифриз.

Важно помнить, что антифризы бесиликатной группы G12 особо нежелательно смешивать с антифризами других групп.

## **2. Характеристика охлаждающей жидкости**

В ДГУ FG Wilson применяются стандартные охлаждающие жидкости с добавками.

Марка: Антифриз TIBOIL Британский стандарт BS 6580 от 1992 года. Может заливаться в алюминиевые радиаторы.

Состав: основа – этиленгликоль или пропиленгликоль, нитрит натрия с добавлением присадок, препятствующих образованию ржавчины, а также антикоррозионных, антиокислительных и антипенных присадок.

Производитель: OY TEBOIL AB/AO ТЕБОЙЛ

RL 102, 00121 HELSINKI, FINLAND

PHONE (ТЕЛЕФ.): + 358 (0) 9 618 811

Качество охлаждающей жидкости существенно влияет на мощность двигателя и долговечность системы охлаждения. Нижеследующие рекомендации способствуют поддержанию системы охлаждения в хорошем состоянии и защите системы от замерзания и коррозии.

При несоблюдении этих рекомендаций фирма Perkins не несет ответственности за повреждения, вызванные замерзанием жидкости или коррозией.

В качестве ингибитора коррозии рекомендуется нитрит натрия или бензонат натрия. Антифриз должен эффективно действовать при любых температурах окружающей среды и защищать двигатель от коррозии.

Качество охлаждающей жидкости должно контролироваться 1 раз в полгода, например, в начале зимы с помощью лакмусовых бумажек. Кислотно-щелочное число pH должно быть в диапазоне от 7,0 до 11. Плотность проверяется ареометром. Уровень охлаждающей

жидкости проверяется перед каждым запуском дизель-генератора.

Даже если нет необходимости защищать систему от замерзания, рекомендуется использовать 50% смесь воды с антифризом, так как она защищает от коррозии и повышает точку кипения охлаждающей жидкости. Если антифриза нет, добавьте в воду соответствующее количество ингибитора коррозии.

Использование простой воды в качестве охладителя двигателя дизель-генератора **ЗАПРЕЩЕНО!**

**Внимание!** Охлаждающая жидкость на основе этиленгликоля опасна для здоровья при попадании внутрь. Длительное и частое соприкосновение с кожей может вызвать серьезные повреждения кожи. Имеет сладковатый вкус.

Пропиленгликоль – безопасная основа – не причиняет вред здоровью человека, быстро разлагается в природе.

Отработанную охлаждающую жидкость сдавать в специальный пункт приема.

Через каждые 3000 моточасов или 1 год эксплуатации, в зависимости от того, что наступит раньше, охлаждающую жидкость на основе этиленгликоля необходимо заменить. При наличии ингибиторного патрона, в котором находится таблетка с растворимыми присадками, замену можно производить 1 раз в 2 года.

Для обеспечения нормальной работы система охлаждения должна периодически промываться с целью освобождения ее от отложений вредных химических веществ.

### **ВНИМАНИЕ**

НЕ применяйте каустик для промывки системы охлаждения, так как это приведет к порче алюминиевых деталей.

Тосол – неполноценный российский аналог антифриза и применяется как охлаждающая жидкость (ОЖ) в двигателях. Разница между ним и антифризом - в присадках и концентрации водного раствора моноэтиленгликоля (МЭГ). МЭГ - двухатомный спирт. Ядовит. Может проникать в организм через кожу. Наиболее опасен, если его выпить. Смертельная доза от 35 см<sup>3</sup> (в зависимости от веса человека). Присадки снижают разрушительное воздействие МЭГ на материалы системы охлаждения двигателя: сталь, чугун, алюминий, медь, латунь, припой.

Тосол на дизель-генераторах FGWilson применять запрещено.

### **3. Проверка и обслуживание системы охлаждения.**

Концентрированный антифриз необходимо смешать с чистой водой в соотношении 50/50 (40 - 60% рабочего диапазона). Смесь из 50% концентрата антифриза и 50% воды имеет температуру замерзания - 36°C [- 34°F] и температуру кипения 110°C [228°F]. Самая низкая температура замерзания этиленгликолевого антифриза -70°C в действительности имеет место при плотности 68%. Применение антифриза более высокой плотности повысит температуру замерзания смеси и увеличит вероятность гелеобразования.

Рефрактомер фирмы Флитгард\* № по каталогу C2800, обеспечивает надежные, легко читаемые и точные показания температуры замерзания и плотности гликоля (антифриза).

Необходимо измерять температуру замерзания, если в систему охлаждения доливали охлаждающую жидкость.

Обычный срок эксплуатации ОЖ - два года при регулярной смене ингибиторного патрона. Если в системе охлаждения наличие ингибиторного патрона не предусмотрено, то охлаждающую жидкость меняют каждый год с промывкой системы охлаждения.

Ингибиторный патрон представляет собой фильтр с таблеткой, которая растворяется, и

в антифриз поступают разные добавки, обновляющие его свойства. Ингибиторный патрон с ДГ можно снимать не боясь пролива антифриза, так как на ДГ стоит клапан, который необходимо перекрыть (двигатель серии 1300) и антифриз не проливается. Патрон можно менять на работающем двигателе.

Ингибиторный патрон можно снимать прямо с работающего двигателя. При этом при съеме патрона клапан перекрывается и открывается байпас для прохождения охлаждающей жидкости. Двигатель нормально работает без ингибиторного патрона. На место старого патрона устанавливают новый.

Ингибиторные патроны отличаются между собой продолжительностью непрерывной работы на двигателе дизель-генератора. Они есть трех типов и отличаются между собой количеством заложенных в них добавок:

1. Ингибиторный патрон номер P/N 901-402 по каталогу производителя.

Рассчитан на 2 месяца непрерывной работы дизель-генератора. Через 2 месяца подлежит замене.

2. Ингибиторный патрон номер P/N 901-404.

Рассчитан на 4 месяца непрерывной работы дизель-генератора. Через 4 месяца подлежит замене.

3. Ингибиторный патрон номер P/N 901-406.

Рассчитан на 6 месяцев непрерывной работы дизель-генератора. Через 6 месяцев подлежит замене.

Если дизельная станция стоит в дежурном режиме, то ингибиторный патрон меняется при каждой смене масла (это минимум, раз в полгода).

#### **4. ЗАМЕНА АНТИФРИЗА В СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ.**

Обслуживание системы охлаждения современного двигателя, заправленной антифризом, многие специалисты сводят лишь к подтяжке хомутов на шлангах, забывая периодически его заменять. Вспомнив же, гадают — промывать систему или нет? А если да, как и чем?

##### **4.1. Основные причины замены антифриза.**

- **Старение ОЖ.**

При эксплуатации охлаждающая жидкость "стареет" - концентрация присадок в ней снижается, теплоотдача уменьшается, а незащищенные металлы интенсивно корродируют под воздействием разложившихся присадок. В основном они расходуются на борьбу с коррозией. Старая жидкость сильнее пенится, следовательно, хуже передает тепло, а значит, двигатель может перегреваться.

Если на внутренней горловине расширительного бачка образовалась желеобразная масса, или виден осадок, или при небольшом морозе в нем заметно помутнение (как легкое облачко) - ОЖ нужно сменить при первой же возможности. Рекомендуется заменить антифриз на старом ДГУ.

Длительность хранения антифриза (иногда до пяти лет) назначает изготовитель, а срок службы (в зависимости от типа антифриза) — производитель двигателей.

Когда антифриз еще не стал рыже-бурым, при его замене достаточно один раз промыть систему чистой водой.

Цвет свежей охлаждающей жидкости определяется красителем, который не имеет отношения к ее качественным свойствам. Он может быть любым: синим, розовым, зеленым, оранжевым и т.д. При использовании некачественных охлаждающих жидкостей или их старения их цвет в процессе эксплуатации может стать рыже-бурым.

Когда антифриз в радиаторе стал рыже-бурым, то это говорит о том, что в системе охлаждения пошел процесс разложения антифриза, что детали системы охлаждения интенсивно подвергаются коррозии и система охлаждения нуждается в срочной замене антифриза с добавлением жидкости для промывки системы охлаждения, продающейся в

автомагазинах. После промывки системы такой жидкостью систему охлаждения обязательно промыть водой, пригодной для питья.

Свежая охлаждающая жидкость не замерзает при низких температурах, не воспламеняется, не кипит во всем диапазоне рабочих температур двигателя, не пенится, не воздействует на материалы системы охлаждения, стабильна при эксплуатации и хранении, имеют высокую теплопроводность и теплоемкость.

Разные охлаждающие жидкости на базе МЭГ не совместимы друг с другом по имеющимся присадкам. Ни одного продукта полностью или частично совместимого со всеми остальными нет. **Поэтому подливать охлаждающую жидкость разного типа в один и тот же двигатель запрещено!** При замене в двигателе имеющейся охлаждающей жидкости жидкостью другого типа систему охлаждения необходимо промыть. Методика промывки описана ниже.

Если в систему охлаждения добавлялась вода и концентрация охлаждающей жидкости неизвестна или залита жидкость сомнительного качества, следует заменить ее во избежание лишних расходов и неудобств, связанных с ремонтом двигателя.

Иногда, например, при попадании в систему охлаждения выхлопных газов (через неисправную прокладку головки блока) или воздуха (в местах утечки), жидкость стареет раньше срока. Если на внутренней поверхности расширительного бачка образуется желеобразная масса, при легком морозе (до минус 15°C) антифриз становится кашицеобразным, в нем выпадает осадок, температура его на указателе температуры стремится к значению 100°C и более и часто срабатывает датчик температуры ОЖ, жидкость нужно заменить при первой же возможности.

- **Смешивание неподготовленной воды (см. справку) с охлаждающей жидкостью, а также несовместимых марок жидкостей.**

В безвыходных ситуациях, например при срочном самостоятельном ремонте (замене шлангов, помпы, термостата и т.п.), в антифриз часто добавляют воду из первого попавшегося под руку источника. Это активизирует коррозию и вызывает образование взвеси (нетвердого осадка). Эта взвесь ухудшает циркуляцию жидкости и может затруднить работу водяного насоса (помпы).

Чем больше добавлено такой воды, тем хуже. В ней обязательно есть различные соли, преимущественно кальция и магния, а в водопроводной, кроме того, — хлориды и сульфаты. Если в системе охлаждения оказалась только неподготовленная вода, через 4-6 месяцев эксплуатации (возможно, и раньше) на металлических поверхностях, как правило, в местах сильного нагрева образуется еще и накипь (твердый и прочный налет), плохо передающая тепло. Она снижает теплоотвод от тех частей системы, которые, наоборот, нужно особенно интенсивно охлаждать.

Кроме того, в одних местах накипь сужает проходное сечение каналов, а в других — коррозия их расширяет. Это нарушает равномерность теплопередачи, вызывая местные перегревы или переохлаждения. 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 (концентратами) — водными растворами слабых кислот (муравьиной, щавелевой или соляной) с добавлением ингибиторов коррозии. Промывать систему нужно в соответствии с указаниями их предприятия-изготовителя.

После чистки желательно удалить остатки моющего состава, промыв систему дистиллированной водой.

Очистить систему удастся не всегда. Промывочный состав должен быть максимально эффективным. О его возможностях можно судить по рекомендациям изготовителя (на этикетке), отзывам знакомых или продавцов. Если после мойки системы симптомы загрязнения остались, нужно повторить процедуру с другим средством. Когда и это не помогло, как правило, приходится менять основной радиатор.

Поскольку в любом случае при сливе около 10% жидкости остается в системе, лучше ее промыть, удалив эти остатки. Иначе присадки свежего антифриза, взаимодействуя со старой охлаждающей жидкостью, начнут расходоваться раньше, а его ресурс будет меньше планируемого. Но если при плановой замене жидкости промывка желательна, то после слива смеси или воды — обязательна.

#### **4.2. Процесс замены 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 (например, Radiator Flush).

При замене антифриза необходимо полностью слить охлаждающую жидкость из системы охлаждения двигателя, залить в двигатель дистиллированную или прокипяченную в течение 30 минут 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 становится 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 электростанции 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<sup>0</sup>С 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%.

Покупать охлаждающую жидкость лучше в специализированных магазинах. Канистра должна быть хорошего качества с фирменной этикеткой и герметичной пробкой. Если канистра "течет" или "шипит", лучше ее не брать. Надписи и штрих коды на этикетке должны быть четкими, информация полная: название фирмы-изготовителя, ее адрес, телефон, инструкция по применению антифриза, его физико-химические свойства, срок хранения, номер партии с датой изготовления. Мутную жидкость, тем более с осадком, лучше не покупать.

#### **5. Признаки внутреннего загрязнения системы охлаждения.**

Когда снаружи двигатель и радиатор чистые, водяной насос, термостат и вентилятор с приводными ремнями исправны, то признаки внутреннего загрязнения системы охлаждения следующие:

- стрелка указателя температуры охлаждающей жидкости стремится к 100<sup>0</sup>С.
- жидкость в системе охлаждения при работе двигателя закипает, постоянно срабатывает датчик температуры.



Как правило, в двигателях серии 2300 термостат начинает открываться при температуре ОЖ  $88^{\circ}\text{C}$  и полностью открывается при температуре  $98^{\circ}\text{C}$ . При этом вся охлаждающая жидкость устремляется по большому контуру охлаждения двигателя. При загрязненной системе охлаждения температура охлаждающей жидкости продолжает расти дальше до  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ , после которой должен сработать контактный датчик температуры и станция остановится аварийно по перегреву двигателя. Если температура охлаждающей жидкости стала подниматься выше  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$  и не остановилась аварийно, то это явно неисправен контактный датчик температуры и требуется его замена.

Для быстрого прогрева станции необходимо к ней подключить теновую нагрузку 20-30% от максимальной мощности.

При достижении температуры антифриза  $95^{\circ}\text{C}$  теновую нагрузку необходимо отключить, дав поработать вентиляторам нагрузки для ее охлаждения, и следить за температурой охлаждающей жидкости ДГУ при работе его на холостом ходу. Это необходимо для того, чтобы, если исправен контактный датчик температуры и станция остановится аварийно, не сгорела теновая нагрузка от высокой температуры тенов.

При работе аварийной станции, особенно с набросом нагрузки, необходимо постоянно контролировать ее параметры во избежание непредвиденных обстоятельств.

## **6. Порядок промывки системы охлаждения двигателя.**

- снять крышку расширительного бачка, иначе антифриз будет сливаться медленнее и неполностью;

В пробке расширительного бачка есть клапан, стравливающий лишнюю охлаждающую жидкость и воздух в системе при повышении давления в ней на  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  относительно атмосферного при нагреве антифриза, который расширяется. Клапан расположен в пробке радиатора.

- слить "старую" жидкость;

Как правило, на радиаторе установлен шаровый кран для слива охлаждающей жидкости с радиатора. На блоке цилиндров двигателя предусмотрены отверстия, закрытые резьбовыми пробками, или же в него вкручены штуцеры для подключения электрических подогревателей охлаждающей жидкости, которые подогревают ее, когда дизель-генератор стоит в дежурном режиме. На подогреватели охлаждающая жидкость поступает по резиновым шлангам высокого давления. Для слива жидкости с радиатора открывают шаровый кран и ее сливают в емкость. Потом снимают шланги с нижних патрубков подогревателей охлаждающей жидкости и сливают ее с блока цилиндров. Потом отработанную охлаждающую жидкость утилизируют.

Не надо забывать о том, что охлаждающая жидкость ядовита и после работы с ней необходимо обильно промыть участки тела, на которые эта жидкость попала, а также постирать спецодежду.

Когда двигатель горячий сливать жидкость надо осторожно, чтобы не обжечься.

- обратно вернуть пробки сливных отверстий или закрепить снятые шланги, закрыть сливной кран;

- залить в систему моющую жидкость, приготовленную в соответствии с инструкцией, изложенной на этикетке банки концентрированного очистителя системы охлаждения;

Чтобы воздух из каналов успевал выходить и не образовались воздушные пробки, жидкость заливать нужно тонкой струйкой. При заполнении системы включают двигатель, при этом пробку расширительного бачка радиатора не устанавливают. Через нее будет выходить воздух из системы охлаждения. Двигатель работает 2-3 мин, потом его отключают. При этом слышно, как выходит воздух из системы. И так включают – выключают двигатель несколько раз, пока выход воздуха не прекратится. По возможности, необходимо для дополнительного удаления воздуха "прокачать" шланги, подходящие к радиатору от двигателя, несколько раз сжав их руками.

- запустить двигатель, если пузыри воздуха не выходят в расширительный бачок (или горловину радиатора), закрыть его пробку, прогреть мотор до рабочей температуры

(чтобы открылся клапан термостата, а жидкость циркулировала по всей системе) и дать ему поработать 20-60 мин., в зависимости от загрязнения;

Открытие клапана термостата можно определить на ощупь — шланг, подводящий охлаждающую жидкость от термостата к радиатору, станет горячим. Температура антифриза контролируется по указателю температуры. Чем грязнее была слитая охлаждающая жидкость (цвет рыже-бурый или совсем прозрачная) или дольше эксплуатировали мотор "на воде", тем больше времени нужно для промывки системы.

- заглушить мотор, слить промывочную жидкость, промыть систему водой и залить свежий антифриз. При этом действовать, как при первоначальном заполнении системы.

### **Наша справка.**

Содержание солей (магния и кальция) в воде характеризует ее жесткость. Чем она больше, тем быстрее растет накипь в системе охлаждения двигателя.

Очень мягкая вода (атмосферная — дождевая и снеговая) накипи не дает, Мягкая вода (поверхностная — речная и озерная в средней полосе России) — образует ее медленно, а жесткая и очень жесткая (грунтовая — родниковая, колодезная, артезианская) — быстро.

Для компенсации естественного снижения уровня антифриза (при испарении) и промывки систем охлаждения пригодна мягкая или дистиллированная (без железа и хлоридов), а также деионизированная (дистиллированная, прошедшая дополнительную обработку через разного рода фильтры, еще и без кальция и магния) вода. В крайнем случае, можно применить водопроводную, прокипятив ее примерно 30 мин, чтобы уменьшить содержание солей (смягчить).

### **7. Аварийное предупреждение о перегреве двигателя.**

При температуре охлаждающей жидкости выше 96<sup>0</sup>С сработает система защиты двигателя по перегреву и на некоторых панелях управления (в частности, 4001E) высветится предупреждение о перегреве двигателя. При температуре охлаждающей жидкости 105±2<sup>0</sup>С сработает аварийный контактный датчик температуры и двигатель остановится по перегреву. В такой ситуации необходимо выяснить причину повышения температуры охлаждающей жидкости и устранить неисправность.

### **8. Применение герметика для устранения мелких течей системы охлаждения двигателей.**

Часто в литературе по ремонту двигателей внутреннего сгорания вспоминают герметики, которые засыпаются в радиатор и при работе двигателя ДГУ все течи системы охлаждения закупориваются этим герметиком. Но на практике известно, что такой герметик загрязняет систему, когда в борьбе с мелкими течами (или одной, но в труднодоступном месте) забывают о рекомендованной изготовителем дозе. Ее увеличивают, но засыпанный сверх меры герметик, подобно накипи, ухудшает теплообмен в основном радиаторе и снижает эффективность теплообменников, установленных на некоторых ДГУ для охлаждения масла.

Кроме того, герметик может отрицательно влиять на жидкость, уменьшая срок ее эксплуатации. Поэтому целесообразно чаще контролировать состояние ОЖ, чтобы вовремя заметить признаки старения.

В очищенной от герметика системе часто возобновляются течи жидкости, поэтому нужно быть готовым к их устранению — вплоть до ремонта и замены узлов.

**Герметик для борьбы с течами лучше не использовать.**