

ООО «Владфорум»

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»**



Утверждаю

Директор
ООО «Владфорум»

М. А. Титова

» декабря 2016 г.



Утверждаю

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

А. Г. Кощаев

» декабря 2016 г.

ОТЧЕТ

**о выполнении научно-исследовательской работы
по договору 3/16 от «11» января 2016 г.**

**«Испытания антифрикционной противоизносной ПТФЭ-добавки к маслам и смазкам ФОРУМ на двигателях, агрегатах трансмиссий и подшипниках тракторов МТЗ-82 и 1221 и разработка рекомендаций по использованию технологии энерго- ресурсосбережения путем обработки двигателей и других механизмов с.-х. техники
ПТФЭ-добавкой ФОРУМ»**

Краснодар, 2016 г.

Список исполнителей

Сидоренко Сергей
Михайлович,
руководитель, декан факуль-
тета механизации, кандидат
технических наук, профессор



(общее научное и организа-
ционное руководство, подго-
товка отчета)

Опрышко Григорий
Николаевич, инженер



(экспериментальные иссле-
дования, подготовка отчета)

Реферат

Антифрикционная и противоизносная добавка ФОРУМ ТУ 0257-008-02698192-2002 к маслам двигателей, узлов и агрегатов трансмиссий представляет собой масляную суспензию модифицированного низкомолекулярного ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ). Добавка ФОРУМ улучшает смазывающие, термоокислительные, антикоррозионные свойства масла. Обеспечивает сокращение времени к принятию нагрузки, снижение загрязненности деталей двигателя при работе.

Содержание

Введение	5
1 Показатели качества ПТФЭ-добавки	6
2 Стендовые испытания двигателя Д-240 с присадкой ПТФЭ	8
3 Анализ стендовых испытаний двигателя Д-240 с присадкой ПТФЭ	12
Заключение	16
Рекомендации к применению присадки ПТФЭ	17
Список использованных источников	18

Введение

Все работы по договору выполнялись согласно календарного плана работ.

Вид работы	Сроки выполнения	Раздел отчета о выполнении работы
Показатели качества ПТФЭ-добавки	январь – март 2016 г.	Первый
Стендовые испытания двигателя Д-240 с присадкой ПТФЭ	апрель - июль 2016 г.	Второй
Анализ стендовых испытаний двигателя Д-240 с присадкой ПТФЭ	сентябрь - октябрь 2016 г.	Третий
Анализ направлений использования присадки ПТФЭ и перспектив ее дальнейшего совершенствования	ноябрь - декабрь 2016 г.	Заключение. Рекомендации к применению присадки ПТФЭ

1 Показатели качества ПТФЭ-добавки

Разработанная институтом химии Дальневосточного отделения Российской академии наук присадка на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) заявлена для использования в качестве масляной суспензии для двигателей и трансмиссий машин. Для этого была создана технология измельчения исходного продукта до микронных размеров с одновременным повышением адгезии частиц к твердой поверхности.

По данным разработчика полученная присадка имеет низкий коэффициент трения, высокую термостойкость, очень высокую химическую стойкость, а также образует прочную пленку на поверхности детали.

Цель работы – проведение испытаний антифрикционной противоизносной ПТФЭ-добавки к маслам и смазкам ФОРУМ на двигателях, агрегатах трансмиссий и подшипниках тракторов МТЗ-82 и 1221 и разработка рекомендаций по использованию технологии энерго- ресурсосбережения путем обработки двигателей и других механизмов сельскохозяйственной техники ПТФЭ-добавкой ФОРУМ.

Эксплуатация современной сельскохозяйственной техники осуществляется в разнообразных условиях: повышенная влажность, различные температурные режимы окружающей среды, повышенная запыленность, условия экстремальных нагрузок, нередко условия масляного голодания и т.д. В настоящее время ведутся работы по созданию многофункциональных добавок (присадок) для смазочных материалов, способных снизить износ деталей и механизмов, что позволит улучшить надежность и эксплуатационные свойства двигателей и трансмиссии сельскохозяйственной техники.

Во время предварительных испытаний испытания в Кубанском ГАУ был экспериментально определен коэффициент трения пары сталь по стали при смазке сопряжения с присадкой ПТФЭ. Полученная величина составила 0,02. Высокая химическая стойкость присадки была подтверждена. Органолептическим методом прочность пленки, созданной присадкой на поверхности детали, была установлена как чрезвычайно высокая.

Исследования проводились по программе-методике, разработанной на основе технического задания ООО «ВЛАДФОРУМ», с учетом технических отчетов 21 НИИИ МО РФ по НР и 25 Гос НИИ МО РФ по НР, а также Инструкции по применению антифрикционной добавки ФОРУМ на военной автомобильной технике.

2 Стендовые испытания двигателя Д-240 с присадкой ПТФЭ

Объекты испытаний:

- противоизносная антифрикционная ПТФЭ-добавка, изготовлена Институтом химии Дальневосточного отделения РАН по ТУ-0257-008-02698192-2002. Представленный в черном флаконе емкостью 500 мм, название – ФОРУМ-500 20-30 л.;

- моторное масло М-8Г₂, изготовленное по ГОСТ 8581-78 «Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия»;

- двигатель Д-240.

Испытания присадки ПТФЭ на работающем двигателе Д-240 проводились с целью определения влияния опытного масла на надежность и эксплуатационные свойства двигателя Д-240 и оценка динамики изменения эксплуатационных свойств опытного масла в ходе испытаний. При проведении работы использован метод сравнительного исследования штатного (М-8Г₂) и опытного масла (М-8Г₂ с добавкой ФОРУМ), определения влияния заявленного разработчиком снижения коэффициента трения в подшипниках после добавления присадки на основные показатели работы двигателя: мощность и расход топлива.

Двигатель Д-240 был установлен на электротормозном стенде СДТА-40 и после десятичасовой обкатки снималась регуляторная характеристика двигателя при работе его на стандартном моторном масле М-8Г₂. Стенд оснащен радиатором системы охлаждения и топливным баком. Питание электропотребителей двигателя осуществлялось от двух аккумуляторных батарей 6СТ-190АП.

После завершения цикла замеров в двигатель было залито новое моторное масло М-8Г₂ с добавкой ФОРУМ из расчета 5 % от объема моторного масла и регуляторная характеристика снималась повторно.

В состав экспериментальной установки входила следующая КИА

- измерительно-вычислительный комплекс на базе ПЭВМ;
- бумажный регистратор «Мемограф»;
- амперметр;
- тахометр;
- манометр системы смазки.

В итоге дана оценка степени надежности работы двигателя при применении смазочных композиций на основе добавки ФОРУМ.

Сравнительные испытания состояли из двух частей. Первая часть – на штатном масле с результатами характеристик, которые были взяты как эталонные. Вторая часть – с применением опытного масла.

В каждой части испытаний проводились работы по разборке двигателя, замены деталей поршневой группы, коленчатого вала, вкладышей коренных и шатунных подшипников, сборку и регулировку двигателя. Заменяемые детали взяты из одной партии.

Разборно-сборочные работы проводились студентами 3 и 4 курса факультета механизации Кубанского государственного аграрного университета с проведением осмотра и микрометрирование деталей по размерам: внутренний диаметр гильзы цилиндров, радиальная толщина поршневых колец, диаметр коренных и шатунных шеек коленчатого вала, толщина вкладышей коренных и шатунных подшипников.

Пуск двигателя осуществлялся при температуре окружающего воздуха в интервале от $+18$ до $+25^{\circ}\text{C}$ и осуществлялся в два этапа. На первом этапе осуществлялось прокручивание коленчатого вала системой запуска с целью определения среднего момента сопротивления проворачивания коленчатого вала двигателя в период пуска. На втором этапе оценивались пусковые износы деталей.

В каждой части исследований было проведено по 4 пуска (4 пуска с использованием штатного масла и 4 пуска с использованием опытного масла).

Средний момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала двигателя в период пуска определялся в следующей последовательности (по методике Научно-исследовательского испытательного института МО РФ):

- по графику зависимости силы тока от времени на участке, соответствующем одному циклу работы двигателя (два оборота коленчатого вала), находились средняя частота вращения коленчатого вала и среднее значение силы тока. Начало отсчета участка велось с 3-5 оборота от момента включения стартера;

- рассчитывалась средняя частота вращения шестерни стартера по формуле

$$n_{\text{ст}} = (i_{\text{ст.дв}}) \times (n_{\text{дв}}) = (11.3) \times (n_{\text{дв}})$$

где $(i_{\text{ст.дв}})$ – передаточное число в зубчатом зацеплении шестерни стартера – маховик двигателя, для двигателя Д-240 $(i_{\text{ст.дв}}) = 14,5$

$(n_{\text{дв}})$ – средняя частота вращения коленчатого вала;

- по графику зависимости крутящего момента стартера от частоты вращения шестерни стартера и силы тока находился средний крутящий момент

стартера (данный график получен по результатам тарировки стартера на весах)

- рассчитывался средний момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала двигателя по формуле:

$$M_{\text{сопр.дв}} = (i_{\text{ст.дв}}) \times (\eta) \times (M_{\text{ст.}}) = 11,3 \times 0,85 \times M_{\text{ст}} = 9,6 \times M_{\text{ст}}$$

η – КПД зубчатого зацепления шестерня стартера – маховик двигателя, принимается равным 0,85

$M_{\text{ст}}$ – средний крутящий момент стартера

В ходе проведения работ проводился отбор штатного и испытуемого масел по этапам:

1. Свежее масло – до работы
2. После четырех пусков на штатном масле
3. После четырех пусков на опытном масле.

Проба 1 отбиралась из тары со свежим штатным маслом, пробы 2 и 3 отбирались из главной масляной магистрали двигателя.

Отобранные пробы моторного масла подвергались физико-химическому анализу и спектрально-феррографическому анализу. Анализ проводился при участии АНО «Центр Химических Экспертиз», г. Москва.

Показатели масла, определяемые при проведении физико-химического анализа:

- вязкость кинематическая при температуре 100 °С, мм²/с (ГОСТ33);
- щелочное число, мг КОН/г (ГОСТ11362);
- кислотное число, мг КОН/г (ГОСТ11362);
- температура вспышки в открытом тигле, °С, (ГОСТ4333);
- зольность сульфатная, %, (ГОСТ12417);
- содержание воды, %, (ГОСТ2477);
- содержание механических примесей, %, (ГОСТ6370).

Условия проведения испытаний

ГСМ для проведения испытаний выбирались в соответствии с основными марками, заложенными в химотологические карты двигателя Д-240: моторное масло М-8Г₂, дизельное топливо А-0,4 по ГОСТ 305213 «Топливо дизельное», охлаждающая жидкость – ТОСОЛ А-40М по ТУ 6-57-95-96.

Выдержка двигателя при достижении требуемых значений температур производилась в течении не менее 25 мин. Контрольные значения температуры двигателя с точностью плюс-минус 1,02 °С

Проворачивание коленчатого вала электростартерной системой пуска с целью оценки среднего момента сопротивления осуществлялось в течении 15 с при отключенной подаче топлива.

После пуска двигатель подвергался прогреву до температуры охлаждающей жидкости 40 °С.

Пробы масла из главной масляной магистрали отбирались непосредственно после остановки прогретого двигателя, долив осуществлялся по весу отобранных проб. В ходе работы двигатель контролировался путем внешнего осмотра, проверки уровня масла в картере и уровня охлаждающей жидкости. Центробежный масляный фильтр был исключен из системы смазки на весь период исследований, для предотвращения возможного отделения добавки ФОРУМ от опытного масла.

Контролируемые и измеряемые параметры

Измеряемые параметры	Контролируемые параметры
Сила тока в цепи стартера в зависимости от времени	Сила тока в общей цепи электропотребителей двигателя
Напряжение на стартере в зависимости от времени	
	Температура - охлаждающей жидкости в коробке термостатов; - масла в главной масляной магистрали.
	Частота вращения коленчатого вала двигателя
	Давления масла в главной масляной магистрали
	Время: - работы стартера; - до устойчивой работы двигателя; - прогрева двигателя.

Метрологическое обеспечение испытаний проводилось с целью достижения требуемой точности, достоверности, воспроизводимости и сопоставимости полученных результатов. Использовалась типовая контрольно-измерительная аппаратура, все параметры проверялись исправными средствами измерений, прошедшими в установленные сроки метрологическую поверку и аттестацию.

Результат испытаний

Общая оценка пусков и работы двигателя на штатном масле:

Номер опыта	Номер результативной попытки	Средняя частота вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	Время до устойчивой работы двигателя, мин:с
A1	2	46,8	1:39
A2	2	43,2	1:47
A3	2	42,7	1:52
A4	1	44,9	1:30

Общая оценка пусков и работы двигателя на опытном масле:

Номер опыта	Номер результативной попытки	Средняя частота вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	Время до устойчивой работы двигателя, мин:с
A1	2	53,4	1:12
A2	1	49,8	0:48
A3	1	48,6	1:25
A4	2	51,9	1:16

Сравнительный анализ пусков двигателя и средней частоты вращения коленчатого вала показывает, что с использованием опытного масла время затраченное на пуск двигателя и выхода его на устойчивую работу в среднем сократилось на 26,5%, повысилась надежность запуска, так же не значительно повысилась частота вращения коленчатого вала.

На номинальном режиме работы двигателя его мощность повысилась на 6%, а часовой расход топлива снизился на 7% из-за уменьшения потерь на трение.

Оценка параметров электростартерной системы пуска двигателя

На штатном масле электростартерная система пуска двигателя обеспечивает проворачивание коленчатого вала при первой попытке с частотой вращения 45...68 мин⁻¹ и последующий пуск двигателя, сила тока в цепи стартера достигает порядка 845 А, при падении напряжения на стартере до 16..17 В.

При применении опытного масла частота вращения 49....74 мин⁻¹ и последующий пуск двигателя, сила тока в цепи стартера достигает порядка 853 А, при падении напряжения на стартере до 16..17 В.

Сравнительный анализ показал – средний момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала у штатного масла выше.

3 Анализ стендовых испытаний двигателя Д-240 с присадкой ПТФЭ

Анализ показателей моторного масла

Сопоставление результатов изменения физико-химических показателей штатного и опытного масла после проведения пусков двигателя представлено в таблице.

Наименование показателя	Единица измерения	Проба свежего масла (до работы)	Проба штатного масла	Проба опытного масла
Вязкость кинематическая при температуре 100 ⁰ С	мм ² /с	8,29	8,25	8,23
Щелочное число	мг КОН/г	4,6	3,46	4,01
Кислотное число	мг КОН/г	0,43	0,4	0,41
Температура вспышки в открытом тигле	⁰ С	195	192	193
Температура застывания	⁰ С	-41	-41	-42
Зольность сульфатная	%	0,44	0,46	0,47
Содержание механических примесей	%	0,02	0,09	0,12

Сравнительный анализ показал не значительное изменение параметров штатного и опытного масел. При разборе двигателя на штатном масле в поддоне визуально наблюдалось незначительное количество мажеобразного остатка – металлического мыла (мылонафта). В поддоне двигателя работающего на опытном масле осадка не обнаружено.

Массовая доля примесей в опытном масле больше, что обусловлено наличием в нем добавки ФОРУМ.

Спектрально-феррографический анализ масла и оценка износа деталей двигателя

Сопоставление результатов спектрально-феррографического анализа масел указано в таблице.

Наименование элемента	Свежее масло (до работы)	Штатное масло	Опытное масло
Fe	2,1	22,1	7,7
Cr	0,1	3,5	3,4
Pb	2,4	7,1	3,6
Cu	0,0	5,3	3,0
Sn	0,00	0,00	0,00
Al	0,4	5,2	1,6
Ni	0,1	0,5	0,2
Ag	0,0	0,0	0,0
Si	0,0	0,0	0,0
B	1,6	2,2	1,4
Na	4,2	12,8	8,4
Mg	4,1	3,9	3,9
Ba	1,7	0,0	1,3
P	297	288	276
Zn	122,4	120,5	121,3
Mo	0,0	0,18	0,1
Ti	0,0	0,0	0,0
V	0,2	0,3	0,3
H	11087	11021	11196
C	90201	90006	90196

Сравнительный анализ накопления основных химических элементов в испытываемых маслах показал, что износ основных деталей: кривошипно-шатунный механизм – гильзы цилиндров (Fe, Ni, Ti), поршневые кольца (Fe, Ni, P), шейка коленчатого вала (Fe, V, Mo), вкладыши подшипников (Pb) – на опытном масле снижается. Накопление продуктов износа в штатном масле идет интенсивнее, чем в опытном масле.

Данные параметры достаточно аргументировано обоснованы разработчиками, которые объясняют это взаимным скольжением отдельных чешуек присадки с минимальными потерями на трение. Аналогично работают высокоэффективные твердые слоистые смазки на основе дисульфида молибдена или вольфрама и др. Испытания подтвердили справедливость заявления разработчиков присадки ПТФЭ, которую они охарактеризовали как самый скользкий материал в мире.

Оценка технического состояния износа деталей двигателя

Оценка состояния рабочих поверхностей и износов деталей двигателя на штатном и опытном масле:

- корпусные детали двигателя – блок цилиндров, крышка блока цилиндров, картер маховика – находятся в удовлетворительном состоянии;
- цилиндро-поршневая группа – все детали находятся в удовлетворительном состоянии и пригодны к дальнейшей эксплуатации. Износы деталей не превышают предельных величин.

Хон на рабочих поверхностях всех гильз цилиндров сохранился, заполировки отсутствуют. Поверхность гильз цилиндров, омываемая охлаждающей жидкостью, без следов кавитации.

Поршни имеют удовлетворительную приработку. Зона износа графитового покрытия на юбках всех поршней расположена симметрично относительно оси поршня на уровне отверстия под поршневой палец, на остальной части юбки покрытие сохранилось. В отверстиях под поршневой палец и на кромках камер сгорания трещин нет. Поршневые кольца в удовлетворительном состоянии, трещин, сколов, отслоений и прижогов на износостойких покрытиях поверхностей нет.

Поршневые пальцы находятся в удовлетворительном состоянии, замечаний по приработке нет. Головки цилиндров находятся в удовлетворительном состоянии, трещин на днищах головок, в том числе и радиальных трещин на кромках всех гнезд под седла клапанов не обнаружено. Отложения нагара во впускном и выпускном каналах незначительны (максимальная толщина 0,09 мм).

Состояние деталей газораспределительного механизма удовлетворительное. Рабочие поверхности кулачков распределительного вала в удовлетворительном состоянии, на вершинах кулачков выкрашиваний нет, поверхности ровные и гладкие. Поверхности тарелок толкателей находятся в удовлетворительном состоянии – выкрашивание и наплав тарелок отсутствует, приработка равномерная по всей поверхности.

Детали кривошипно-шатунного механизма находятся в удовлетворительном состоянии и пригодны к дальнейшей эксплуатации. Поверхности коренных и шатунных шеек коленчатого вала находятся в удовлетворительном состоянии и замечаний по приработке не имеют. Шатунные вкладыши сохранили приработанный слой. На вкладышах имеются единичные неглубокие риски и заполировки, приработочные покрытия сохранились.

Из сравнительного анализа состояния рабочих поверхностей износ деталей на штатном масле в среднем составил на 0,015 мкм больше, чем износ деталей двигателя, отработавшего на опытном масле.

Загрязненность деталей

Детали двигателя, отработавшие на штатном и опытном масле покрыты тонкой масляной пленкой, под которой отсутствуют какие-либо отложения. Картерная часть блока цилиндров, крышка блока чистая. Масляный поддон двигателя, работавшего на штатном масле, покрыт мазеобразным отложением, средняя толщина 0,9 мм, сетка маслозаборника имеет незначительный мазеобразный налет. Масляный поддон двигателя и сетка маслозаборника, работавшего на опытном масле – чистые.

Огневое днище всех головок цилиндров двигателя покрыто углеродистыми отложениями черного цвета средней твердости, покрытие на деталях, отработавших на штатном масле, в среднем на 15..25% больше. Клапанный механизм чистый.

Камера сгорания всех поршней двигателя, работавшего на штатном масле на 80...90% покрыты слоем лака черного цвета. Камеры сгорания всех поршней двигателя, работавшего на опытном масле на 15..20% покрыты коричневыми отложениями средней твердости.

Верхние канавки поршней двигателя, отработавшего на штатном масле, имеют на внутренней поверхности твердые отложения нагара толщиной 0,4...0,5 мм, в диапазоне 30-50 % поверхности, остальные поверхности покрыты нагаром толщиной 0,8...0,12 мм. В канавках под вторые кольца двигателя наблюдаются отложения средней твердости толщиной 0,2...0,3 мм, покрывающие от 15 до 25% внутренней поверхности и лак черного цвета.

Верхние канавки поршней двигателя, отработавшего на опытном масле, на 40-50% покрыты слоем толстых отложений средней твердости, достигающих величина зазора поршень-кольцо. Канавки под вторые кольца на 15-30% покрыты слоем углеродистых отложений, остальная часть покрыта черным лаком.

Канавки под маслосъемные кольца в обоих проведенных исследованиях покрыты лаком от светло-коричневого до коричневого цвета. При эксплуатации на опытном масле площадь покрытия коричневым лаком на 50% меньше.

Общая загрязненность деталей двигателя, отработанного на опытном масле, ниже загрязненности деталей двигателя, отработавшего на штатном масле.

Заключение

Антифрикционная и противоизносная добавка ФОРУМ ТУ 0257-008-02698192-2002 к маслам двигателей, узлов и агрегатов трансмиссий представляет собой масляную суспензию модифицированного низкомолекулярного ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ). Добавка ФОРУМ прошла необходимый комплекс испытаний на базе ФГУ «21 НИИИ МО РФ», ФГУП «25 ГосНИИ МО РФ», ОАО «КАМАЗ», ОАО «ВНИИТрансМаш» и показала существенный эффект от применения в двигателях, узлах и агрегатах техники, снижение скорости срабатывания присадок в маслах, износа трущихся деталей, в том числе, при эксплуатации в условиях отрицательных температур окружающего воздуха и в режиме «масляного голодания», снижение негативных последствий при работе двигателя в условиях «масляного голодания». Улучшает смазывающие, термоокислительные, антикоррозионные свойства масла. Обеспечивает сокращение времени к принятию нагрузки, снижение загрязненности деталей двигателя при работе.

Добавка ФОРУМ создает на металлических поверхностях устойчивое при температурах от -50 до $+425^{\circ}\text{C}$ политетрафторэтиленовое покрытие с низким коэффициентом трения. Субмикронные частицы УПТФЭ, обладающие повышенной способностью прилипания к металлу, заполняют неровности и за счет физико-химического взаимодействия образуют плотную пленку, особенно в местах сопряжения деталей с наибольшим механическим износом. Пленка УПТФЭ приводит к значительному снижению коэффициента трения, контактных нагрузок, устраняет дефекты поверхностей и предотвращает локальный перегрев масла.

Защитный слой УПТЭФ сохраняется до 2400 часов работы узла (агрегата), но в целях эффективности рекомендуется его обновлять через каждые 1200 часов работы. Обработку двигателей добавкой ФОРУМ рекомендуется производить через 20-25 тыс. км, а узлов и агрегатов трансмиссий – через 50-60 тыс. км.

При применении добавки ФОРУМ не допускать слива ее на почву, в водоемы и канализационные стоки. При утилизации отходов соблюдать требования ГОСТ 21046-86.

Рекомендации к применению присадки ПТФЭ

Гарантийный срок хранения добавки ФОРУМ – 5 лет со дня изготовления.

Способ применения добавки ФОРУМ в двигателях:

- слить из двигателя старое масло;
- заменить масляный фильтр;
- взболтать разовую заправку добавки ФОРУМ, влить в новое моторное масло и перемешать. Пропорция добавления добавки составляет 250 мл на 5 литров нового масла (указана разработчиком на каждой упаковке);
- отключить центробежный фильтр очистки масла (при его наличии и возможности отключения);

Заправить двигатель новым маслом с добавкой ФОРУМ;

- после заправки дать поработать двигателю 0,5-1 час (УПТФЭ-частицы формируют защитную пленку на трущихся деталях, начиная с 0,5-1 часа после введения и окончательно формируется через 10 часов работы);
- включить центробежный фильтр очистки масла после 1 часа работы двигателя.

Способ применения в узлах и агрегатах трансмиссий:

- слить старое масло из агрегата;
- взболтать разовую заправку добавки ФОРУМ, влить в новое моторное масло и перемешать. Пропорция добавления добавки составляет 250 мл на 5 литров нового масла (указана разработчиком на каждой упаковке);
- заправить агрегат и сразу дать поработать механизмам, проехав не менее 30 км.

Наиболее полный эффект от использования добавки – после пробега 2-3 тыс.км.

Для работы в условиях низких температур возможно использование синтетического моторного масла, имеющего температуру застывания -80°C. При этом присадка ПТФЭ, введенная в масло, сделает ненужными наличие противозадирных и антикоррозионных присадок.

Список использованных источников

1. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. Дата введения - 01.01.2015 г. - 9 с.
2. ГОСТ 8581-78 Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия. Взамен ГОСТ 8581-63. Дата введения - 01.01.1980 г. Изменен - 18.10.2016 г. - 7 с.