

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Институт энергетики / Высшая школа энергетического машиностроения

Индекс УДК 621.43
№ государственной
регистрации _____
Инвентарный № _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____/Фомин Ю.В./

2024 г.

О Т Ч Е Т
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ПРИСАДКИ В ТОПЛИВО ПРОИЗВОДСТВА ЗАКАЗЧИКА НА МОТОРНЫЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
НА БАЗЕ МОТОРНЫХ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ
(заключительный)

Шифр темы / № работы 143248401

И.о. директор Института энергетики

Барсков В.В.

Директор ВШЭМ

Алешина А.С.

Руководитель темы, к.т.н., доц.

Шабанов А.Ю.

Санкт-Петербург 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отв. исполнитель,
доцент ВШЭМ ИЭ,
канд. техн. наук, доцент


_____ А.Ю. Шабанов
подпись, дата (все разделы)

Исполнители:

Доцент ВШЭМ ИЭ,
канд. техн. наук, доцент


_____ 24.0124 А.Б. Зайцев
подпись, дата (раздел 2)

Нормоконтроль


_____ 24.0124 А.Б. Зайцев
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Отчет 41 с., 17 рис., 9 табл.

Бензиновый двигатель, дизельный двигатель

Автомобильный бензин, дизельное топливо, модификаторы поверхностей трения МПТ, многофункциональная присадка

Целью настоящей работы явилось сравнительное исследование эффективности работы сервисных препаратов автохимии производства Заказчика- модификаторы поверхностей трения МПТ (присадки в моторное масло) РеволМод и двух типов многофункциональных присадок МФП РеволМод-Бензин и МФП РеволМод-Дизель в сопоставлении с базовыми топливами (автомобильным бензином АИ-95-К5 и дизельным топливом ДТ-Л-К5 производства ПАО «Роснефть») по технико-экономическим, экологическим показателям автомобильного дизельного и бензинового двигателя.

Содержание работы

1.	Цель проведения работы	8
2	Результаты испытаний комплекса препаратов: модификаторы поверхностей трения МПТ РеволМод и многофункциональная присадка в топливо РеволМод-Дизель на дизельном двигателе ЯМЗ-238 НБ	8
2.1	Цель проведения работы	8
2.2	Методика стендовых испытаний	9
2.3	Описание испытательного стенда и измерительной аппаратуры	10
2.4	Результаты испытаний	13
2.4.1	Результаты моторной серии испытаний МПТ РеволМод	13
2.4.2	Выводы по результатам моторной серии испытаний группы препаратов МПТ РеволМод и присадка в дизельное топливо МФП РеволМод – Дизель на дизельном двигателе ЯМЗ-238	21
3.	Результаты испытаний препарата многофункциональная присадка в топливо РеволМод-Бензин	25
3.1	Методика и результаты испытаний	28
3.2	Выводы по результатам моторной серии испытаний группы препаратов МПТ РеволМод и присадка в бензин МФП РеволМод – Бензин на бензиновом двигателе семейства ВАЗ	37

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

n – частота вращения коленчатого вала двигателя;
 M_e – эффективный крутящий момент;
 N_e – эффективная мощность;
 G_t – часовой расход топлива;
 g_e – удельный расход топлива;
 η_e – эффективный к.п.д.;
 α – коэффициент избытка воздуха;
 $T_{ог}$ – температура отработавших газов двигателя;
 CO – содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя;
 NO_x – содержание окиси азота в отработавших газах двигателя;
 CH – содержание остаточных углеводородов в отработавших газах двигателя.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВМТ – верхняя мертвая точка;
ДВС – двигатель внутреннего сгорания;
КПД – коэффициент полезного действия;
КС – камера сгорания;
НМТ – нижняя мертвая точка;
ЦПГ – цилиндропоршневая группа;
МФП –многофункциональная присадка
МПТ – модификаторы поверхностей трения
ТС – трибосостав (на основе МПТ)

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ Р 53639-2009. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приемка. Методы испытаний.

ГОСТ Р 41.83-2004 (Правила ЕЭК ООН № 83). Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств в отношении выбросов вредных веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей.

ГОСТ Р 51249-99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения.

ГОСТ Р 52517-2005 (ИСО 3046-1:2002) МОД, Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний.

ГОСТ Р ИСО 8178-7-99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 7. Определение семейства двигателей.

ГОСТ Р ИСО 8178-8-99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 8. Определение группы двигателей.

ГОСТ 17.2.2.03-87. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний.

1. Цель проведения работы

Целью настоящей работы явилось сравнительное исследование эффективности работы сервисных препаратов автохимии производства Заказчика - модификаторы поверхностей трения МПТ(присадки в моторное масло) РеволМод и двух типов многофункциональных присадок МФП РеволМод Бензин и МФП РеволМод дизель в сопоставлении с базовыми топливами (автомобильным бензином АИ-95-К5 и дизельным топливом ДТ-Л-К5 производства ПАО «Роснефть») по технико-экономическим, экологическим показателям автомобильного дизельного и бензинового двигателя.

2. Результаты испытаний комплекса препаратов: МПТ РеволМод и многофункциональная присадка в топливо РеволМод-Дизель на дизельном двигателе ЯМЗ-238 НБ

2.1 Объект испытаний

Этот фрагмент испытаний проводился на высокооборотном автомобильном дизельном двигателе ЯМЗ-238 НБ.

При испытаниях использовалось моторное масло Газпром Энерджи SAE 10W-40 API SG/CD и летнее дизельное топливо ДТ-Л-К5 производства ПАО «Роснефть».

Топливо и смазочное масло закупалось Исполнителем в розничной сети Санкт-Петербурга.

2.2 Методика стендовых испытаний

Согласно требованиям Технического задания, программа испытаний предусматривала последовательные испытания двух препаратов – сначала МПТ РеволМод (12 моточасов), потом, по окончании испытаний МПТ были проведены испытания многофункциональной присадки РеволМод Дизель.

2.1.1. Подготовка двигателя к испытаниям. Замена моторного масла и масляного фильтра.

2.1.2. Пуск-прогрев двигателя, замер базовых показателей двигателя: на каждой точке нагрузочной характеристики измеряются (частота вращения коленчатого вала, крутящий момент, мгновенный расход топлива, дымность и токсичность ОГ, давление и температура масла, температура ОГ) на двух нагрузочных характеристиках при $n=1200$ и 1500 об/мин (8 режимов замера) .

2.1.3 Обработка двигателя МПТ РеволМод по инструкции производителя препарата (ввод в масло половинной дозы препарата). Нарботка двигателя на фиксированном режиме работы 6 моточасов.

2.1.4. Замер показателей двигателя по программе п.2.1.2.

2.1.5 Ввод второй половины МПТ РеволМод.

2.1.5. Нарботка двигателя 6 моточасов на фиксированном режиме работы.

2.1.6. Замер показателей двигателя по программе п.2.1.2.

2.1.7. Ввод в топливо МФП РеволМод дизель.

2.1.8 Нарботка двигателя 2 моточасов на фиксированном режиме работы.

2.1.9 Замер показателей двигателя по программе п.2.1.2.

Испытания моторно-стендовые, длительные. По согласованию с Заказчиком, испытаниям подлежали четыре образца дизельного топлива согласно табл.1.

Подготовка образцов дизельных топлив с присадками производилась Исполнителем под контролем Заказчика. Образцы базового топлива были приобретены Исполнителем в розничной сети Санкт-Петербурга.

Методика стендовых моторных испытаний базирована на положениях Стандарта сертификационных испытаний Системы добровольной сертификации топлив, моторных масел и технических жидкостей СДС ГСМ-FLM.

2.3 Описание испытательного стенда и измерительной аппаратуры

Моторные испытания дизельного автомобильного двигателя проводились на испытательном стенде лаборатории ДВС Высшей школы энергетического машиностроения ФАГОУВО СПбГПУ Петра Великого.

Стенд (рис.1) оснащен системами, обеспечивающими его функционирование при всех режимах испытаний, а также контрольно-измерительной и регистрирующей аппаратурой, позволяющей контролировать и регистрировать все необходимые для работы и проведения исследования параметры двигателя и его систем (системы топливоподачи, охлаждения и т.д.).

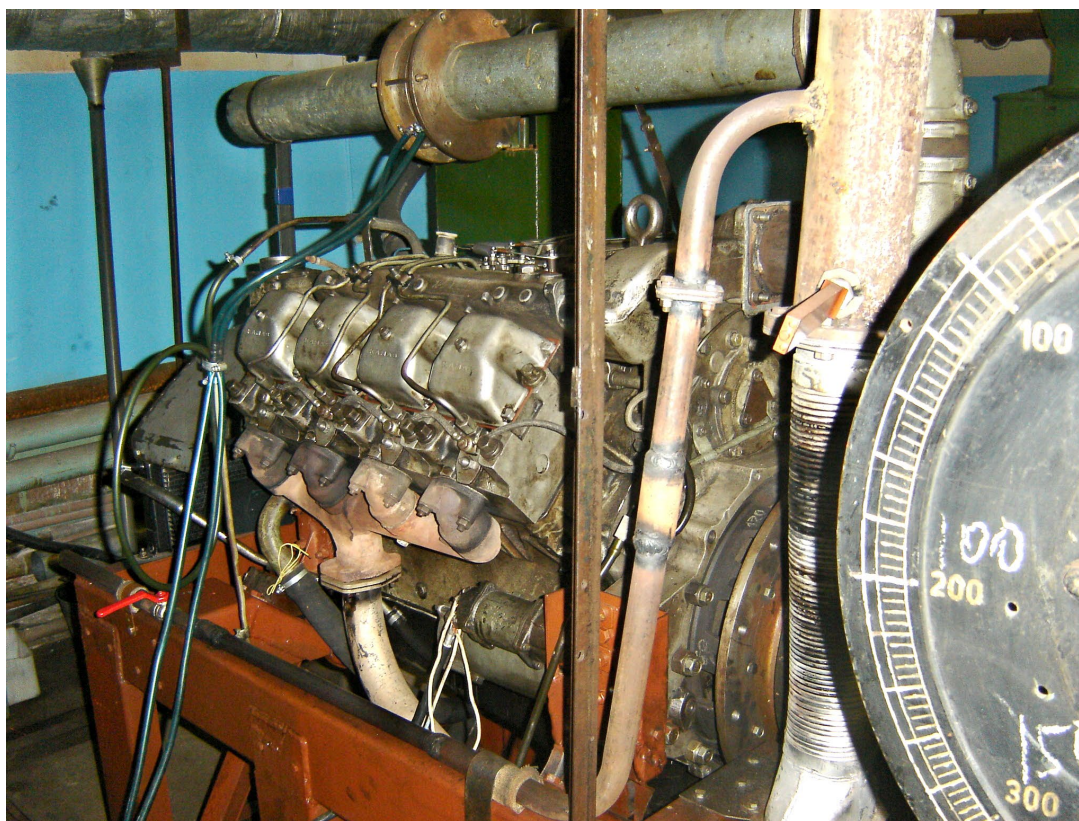


Рис.1. Стенд с дизельным двигателем ЯМЗ-238 НБ

В процессе испытаний использовалось следующее измерительное оборудование:

Сведения об измерительном оборудовании:

Газоанализаторы:

Измеряемый параметр	Модель, тип прибора	Диапазон измерения	Концентрация поверочного газа	Погрешность, %
Концентрация NO	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...5000 ppm	1035 ppm	±2,0
Концентрация NO ₂	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...500 ppm	210 ppm	±2,0
Концентрация CO	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...5000 ppm	2000 ppm	±2,5
Концентрация CO ₂	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...20%	4.12%	±2,5

Концентрация O ₂	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...25%	20.8%	±2,5
Концентрация СН	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...10000 ppm	513 ppm	±3,0

Другие средства измерений:

Измеряемый параметр, размерность	Наименование средства измерения	Модель, №	Диапазон измерений	Погрешность, %
Основные показатели:				
Частота вращения, об/мин	Тахометр	ТМ и ЗД	50-7000	±1,6
Крутящий момент, Н м	Гидротормоз	MAW	0-1500,0	±1,0
Расход воздуха, кг/час	Расходомер	РГУ-4	0 – 500,0	±1,0
Мгновенный расход топлива, кг/час	Штихпро-бе рный электронный расходомер	Д-1	0.2...50.0	±0,5
Средства измерения вспомогательных величин				
Температуры:				
Хладагента, град.С	Терморезист ор	Штатный прибор двигателя	0-150	±4,0
Смазочного масла, град.С	Термопара	КСПЗ-П	0-150	±4,0
Отработанных газов, град.С	Термопара ХА	КСПЗ-П	50-800	±2,0
Температуры на всасывании, град.С	Термометр	ГОСТ 2823-73	0-50	±2,0
Топлива, град.С	Термометр	ГОСТ 18481-81	5-50	±2,0
Давление:				
Атмосферное, мм.рт.ст	Барометр	М-98	300-800	±0,2
На всасывании, бар	Манометр	МТИ	0-2,5	±1,9
Влажности:				
Воздуха на впуске, %	Психометр	М-34	0-100	±1,0

Дополнительный контроль параметров осуществлялся с помощью штатной системы диагностики и управления двигателем.

2.4 Результаты испытаний

2.4.1 Результаты моторной серии испытаний МПТ РеволМод

Согласно требованиям Методики испытаний, замеры характеристик двигателя производились на двух нагрузочных характеристиках при $n=1200$ и 1500 об/мин в эксплуатационном диапазоне изменения нагрузок и оборотов коленчатого вала двигателя.

Замеры, согласно требованиям Технического задания, проводились на следующих этапах испытаний:

- на начальной стадии испытаний, до обработки двигателя МПТ;
- на промежуточной стадии испытаний (через 6 моточасов после начала испытаний) - перед второй обработкой (вводом второй половины МПТ);
- по окончании 12-тичасового цикла испытаний двигателя на базовом топливе.

Результаты сведены в таблицы 1,2.

В таблицах использованы следующие обозначения:

n – частота вращения коленчатого вала двигателя;

M_e – эффективный крутящий момент;

N_e – эффективная мощность;

g_e – удельный расход топлива;

η_e – эффективный к.п.д.;

α - коэффициент избытка воздуха;

СО – содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя;

NO – содержание окиси азота в отработавших газах двигателя;

NO₂ – содержание двуокиси азота в отработавших газах двигателя;

СН – содержание остаточных углеводородов в отработавших газах двигателя;

Дым – дымность отработавших газов

Испытания препаратов РеволМод , двигатель ЯМЗ-238 НБ нагрузочная характеристика, n=1200 об/мин									
№ режима	Me, Нм	Gт, кг/час	ge, кг/кВтч	ηе	CO, %	CO₂, %	CH, ppm	Дым, 1/м	NO, ppm
<i>Базовый замер</i>									
1	0,0	4,87	-	0,0	0,026	1,55	11	0,0	121
2	100,0	6,32	0,652	0,138	0,027	1,88	11	0,03	163
3	200,0	7,78	0,310	0,273	0,027	2,21	10	0,06	207
4	300,0	10,12	0,279	0,308	0,027	2,87	11	0,09	346
5	400,0	12,44	0,248	0,342	0,027	3,52	11	0,12	484
6	500,0	14,51	0,234	0,364	0,024	4,06	12	0,24	596
7	600,0	16,48	0,221	0,384	0,021	4,58	12	0,35	702
За цикл		10,36	0,324	0,258	0,026	2,95	12,0	0,13	374
<i>После обработки МПТ «РеволМод»,концентрация 0,5 от рекомендованной, через 2 мот очаса</i>									
1	0,0	4,50	-	0,0	0,029	1,54	10	0,02	121
2	100,0	5,86	0,641	0,148	0,029	2,02	10	0,05	171
3	200,0	7,23	0,288	0,294	0,030	2,15	11	0,05	208
4	300,0	9,44	0,260	0,330	0,028	2,80	9	0,10	352
5	400,0	11,64	0,232	0,366	0,026	3,49	9	0,12	475
6	500,0	13,50	0,218	0,391	0,024	4,04	10	0,16	603
7	600,0	15,27	0,204	0,415	0,020	4,56	10	0,25	699
За цикл		9,634	0,307	0,278	0,026	2,94	9,9	0,11	375
<i>После обработки МПТ «РеволМод» ,концентрация рекомендованная, через 12 мот очасов</i>									
1	0,0	4,63	-	0,0	0,028	1,65	7	0,0	120
2	100,0	5,93	0,641	0,148	0,022	2,06	10	0,02	170
3	200,0	7,24	0,288	0,294	0,029	2,48	10	0,05	212
4	300,0	9,29	0,258	0,334	0,025	3,25	10	0,06	346
5	400,0	11,34	0,227	0,374	0,026	3,50	9	0,10	460
6	500,0	13,33	0,214	0,397	0,023	4,08	9	0,15	586
7	600,0	15,20	0,204	0,416	0,020	4,48	7	0,20	682
За цикл		9,566	0,305	0,280	0,024	3,071	8,9	0,08	368

Табл. 2. Нагрузочные характеристики двигателя при его работе с МПТ РеволМод, n=1200 об/мин.

Испытания препаратов РеволМод двигатель ЯМЗ-238 НБ , нагрузочная характеристика, n=1500 об/мин									
№ режима	Me, Нм	Gт, кг/час	ge, кг/ кВтч	ηе	CO, %	CO ₂ , %	CH, ppm	Дым, 1/м	NO, ppm
<i>Базовый замер</i>									
1	0,0	7,69	-	0,0	0,022	1,94	10	0,01	172
2	100,0	9,29	0,672	0,123	0,022	2,35	10	0,02	236
3	200,0	10,91	0,348	0,244	0,022	2,76	10	0,03	299
4	300,0	14,12	0,312	0,276	0,023	3,22	9	0,13	410
5	400,0	17,31	0,276	0,307	0,024	3,68	8	0,23	530
6	500,0	19,59	0,254	0,336	0,024	4,18	10	0,37	626
7	600,0	21,77	0,232	0,364	0,024	4,62	12	0,50	708
За цикл		13,83	0,349	0,236	0,023	3,25	9,9	0,18	425
<i>После обработки МПТ «РеволМод»,концентрация 0,5 от рекомендованной, через 2 мот очаса</i>									
1	0,0	7,68	-	0,0	0,021	1,91	8	0,0	174
2	100,0	9,11	0,666	0,126	0,021	2,29	8	0,02	239
3	200,0	10,57	0,337	0,252	0,022	2,71	10	0,02	307
4	300,0	13,35	0,297	0,291	0,022	3,31	10	0,11	399
5	400,0	16,12	0,267	0,330	0,022	3,71	9	0,31	543
6	500,0	18,73	0,242	0,352	0,025	4,19	9	0,48	641
7	600,0	21,23	0,227	0,373	0,024	4,69	9	0,65	721
За цикл		13,82	0,339	0,246	0,022	3,25	9,0	0,22	432
<i>После обработки МПТ «РеволМод»,концентрация рекомендованная, через 12 мот очасов</i>									
1	0,0	7,56	-	0,0	0,019	1,90	8	0,02	160
2	100,0	9,05	0,666	0,126	0,019	2,28	9	0,03	211
3	200,0	10,56	0,367	0,252	0,020	2,67	9	0,04	264
4	300,0	13,00	0,291	0,299	0,020	3,17	10	0,10	387
5	400,0	15,43	0,246	0,345	0,021	3,64	11	0,16	510
6	500,0	17,95	0,231	0,368	0,022	4,20	8	0,33	621
7	600,0	20,35	0,218	0,389	0,024	4,73	8	0,50	727
За цикл		13,41	0,337	0,254	0,021	3,23	9	0,17	411

Табл. 2. Нагрузочные характеристики двигателя при его работе с МПТ «РеволМод» , n=1500 об/мин.

Испытания препаратов МПТ РеволМод и МФП «РеволМод-Дизель» двигатель ЯМЗ-238 НБ нагрузочная характеристика, n=1200 об/мин									
№ режима	Me, Нм	Gт, кг/час	ge, кг/кВтч	ηе	CO, %	CO₂, %	СН, ppm	Дым, 1/м	NO, ppm
<i>После обработки МПТ «РеволМод»,концентрация рекомендованная, через 12 мот очасов</i>									
1	0,0	4,63	-	0,0	0,028	1,65	7	0,0	120
2	100,0	5,93	0,642	0,148	0,022	2,06	10	0,02	170
3	200,0	7,24	0,289	0,294	0,029	2,48	10	0,05	212
4	300,0	9,29	0,258	0,334	0,025	3,25	10	0,06	346
5	400,0	11,34	0,227	0,374	0,026	3,50	9	0,10	460
6	500,0	13,33	0,214	0,297	0,023	4,08	9	0,15	586
7	600,0	15,20	0,204	0,416	0,020	4,48	7	0,20	682
За цикл		9,566	0,306	0,266	0,024	3,071	8,9	0,08	368
<i>После обработки МПТ «РеволМод»,концентрация рекомендованная, через 12 мот очасов, с присадкой в ДТ «РеволМод-Дизель» (итоговый замер)</i>									
1	0,0	4,57	-	0,0	0,022	1,55	6	0,0	134
2	100,0	5,86	0,640	0,149	0,021	1,97	9	0,01	178
3	200,0	7,16	0,285	0,297	0,020	2,39	9	0,02	245
4	300,0	9,10	0,252	0,342	0,019	2,96	8	0,04	363
5	400,0	11,03	0,200	0,386	0,018	3,43	7	0,07	472
6	500,0	12,82	0,207	0,412	0,019	4,06	8	0,08	595
7	600,0	14,51	0,194	0,436	0,019	4,46	6	0,15	693
За цикл		9,29	0,296	0,289	0,019	2,97	7,6	0,05	382

Табл. 2. Нагрузочные характеристики двигателя при его работе с присадками МПТ «РеволМод» и МФП «РеволМод-Дизель», n=1200 об/мин.

Испытания препаратов МПТ РеволМод и МФП «РеволМод-Дизель», двигатель ЯМЗ-238 НБ нагрузочная характеристика, n=1500 об/мин									
№ режима	Me, Нм	Gт, кг/час	ge, кг/кВтч	ηе	CO, %	CO₂, %	CH, ppm	Дым, 1/м	NO, ppm
<i>После обработки МПТ «РеволМод», концентрация рекомендованная, через 12 моточасов</i>									
1	0,0	7,56	-	0,0	0,019	1,90	8	0,02	160
2	100,0	9,05	0,666	0,129	0,019	2,28	9	0,03	211
3	200,0	10,56	0,367	0,257	0,020	2,67	9	0,04	264
4	300,0	13,00	0,291	0,311	0,020	3,17	10	0,10	387
5	400,0	15,43	0,246	0,358	0,021	3,64	11	0,16	510
6	500,0	17,95	0,231	0,377	0,022	4,20	8	0,33	621
7	600,0	20,35	0,218	0,396	0,024	4,73	8	0,50	727
За цикл		13,41	0,337	0,260	0,021	3,23	9	0,17	411
<i>После обработки МПТ «Револ Мод», концентрация рекомендованная, через 12 моточасов, с присадкой в ДТ «РеволМод»</i>									
1	0,0	7,09	-	0,0	0,015	1,92	6	0,03	169
2	100,0	8,65	0,672	0,129	0,015	2,34	6	0,03	223
3	200,0	10,21	0,343	0,257	0,020	2,75	6	0,03	268
4	300,0	12,50	0,278	0,311	0,020	3,22	10	0,06	392
5	400,0	14,87	0,237	0,358	0,020	3,59	10	0,11	536
6	500,0	17,50	0,225	0,374	0,021	4,12	11	0,41	647
7	600,0	20,00	0,214	0,396	0,021	4,60	10	0,70	750
За цикл		12,97	0,328	0,265	0,018	3,22	8,4	0,20	426

Табл. 4. Нагрузочные характеристики двигателя при его работе с присадками МПТ «РеволМод» и МФП «РеволМод- Дизель», n=1500 об/мин.

Полученные результаты частично проиллюстрированы графиками на рис.2...7.

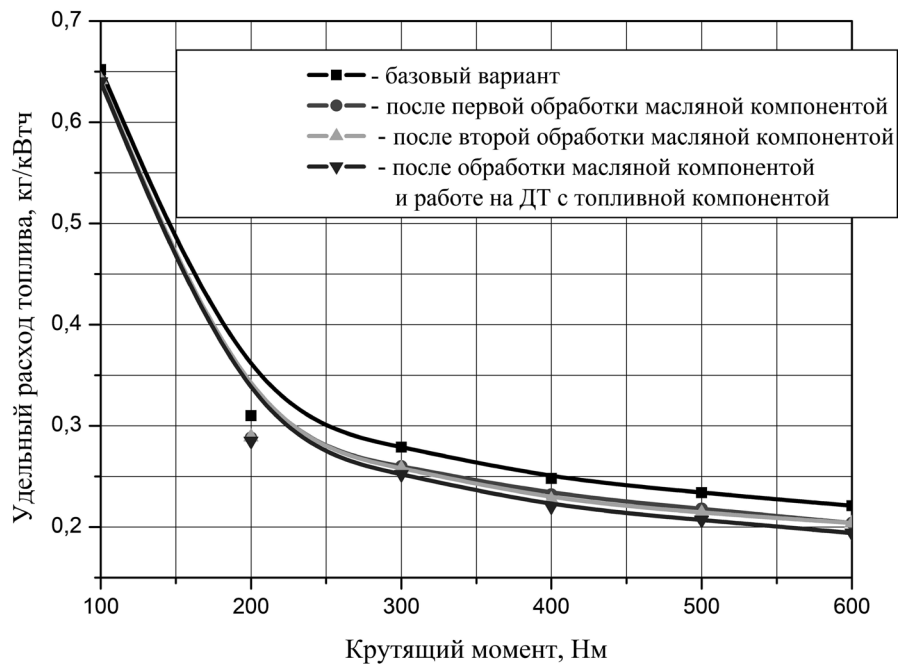


Рис.2 . Изменение удельного расхода топлива дизеля при работе по нагрузочной характеристике, $n=1200$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ РеволМод и МФП РеволМод -Дизель

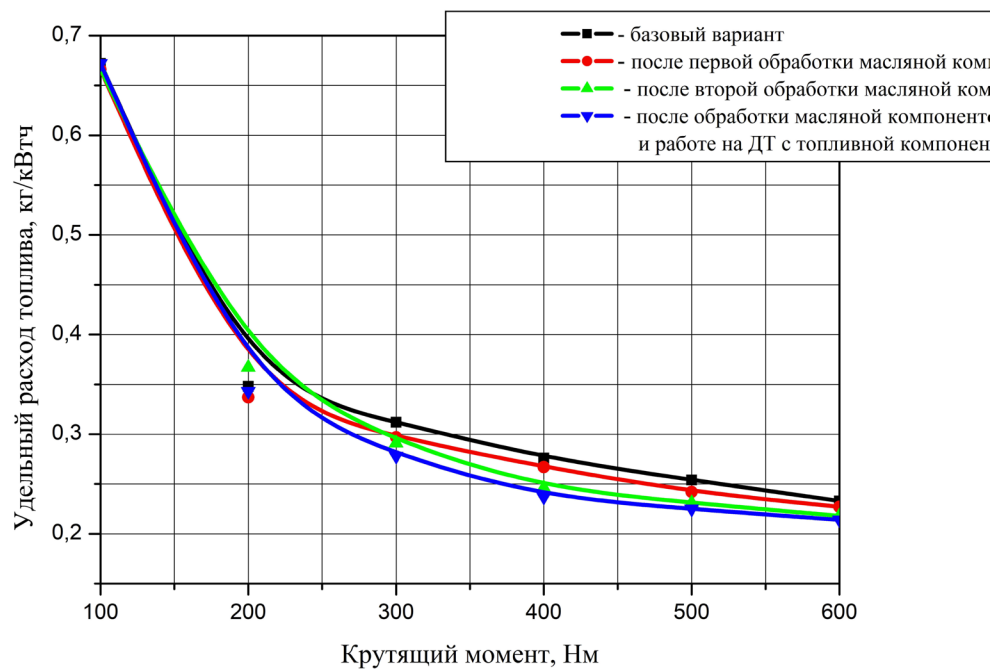


Рис.3 . Изменение удельного расхода топлива дизеля при работе по нагрузочной характеристике, $n=1500$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ

РеволМод и МФП РеволМод -Дизель

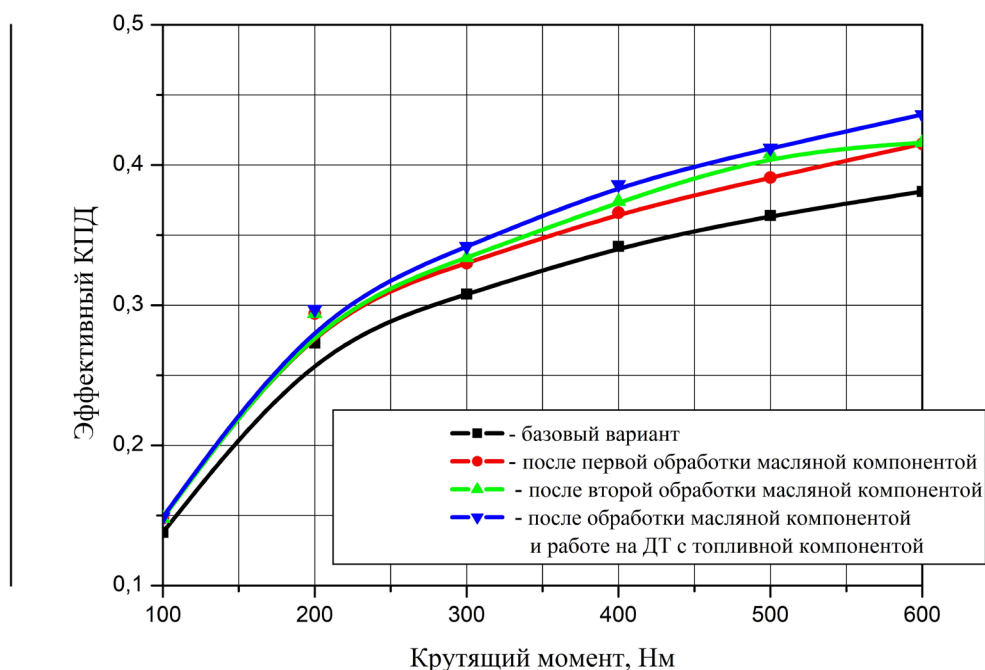


Рис.4 . Изменение удельного эффективного КПД дизеля при работе по нагрузочной характеристике, $n=1200$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ РеволМод и МФП РеволМод -Дизель

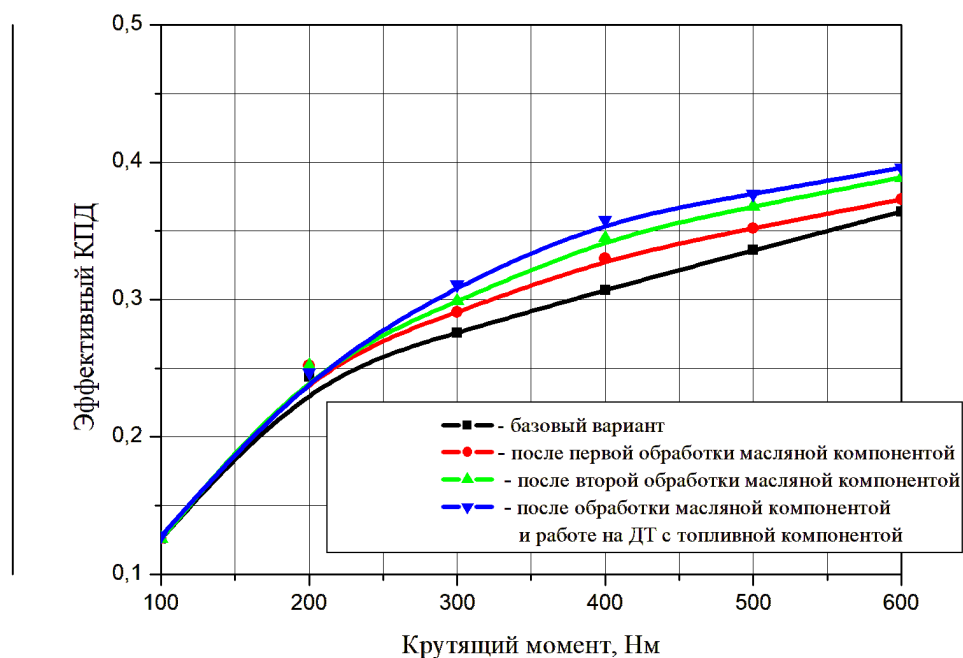


Рис.5 . Изменение удельного эффективного КПД дизеля при работе по нагрузочной характеристике, $n=1500$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ

РеволМод и МФП РеволМод -Дизель

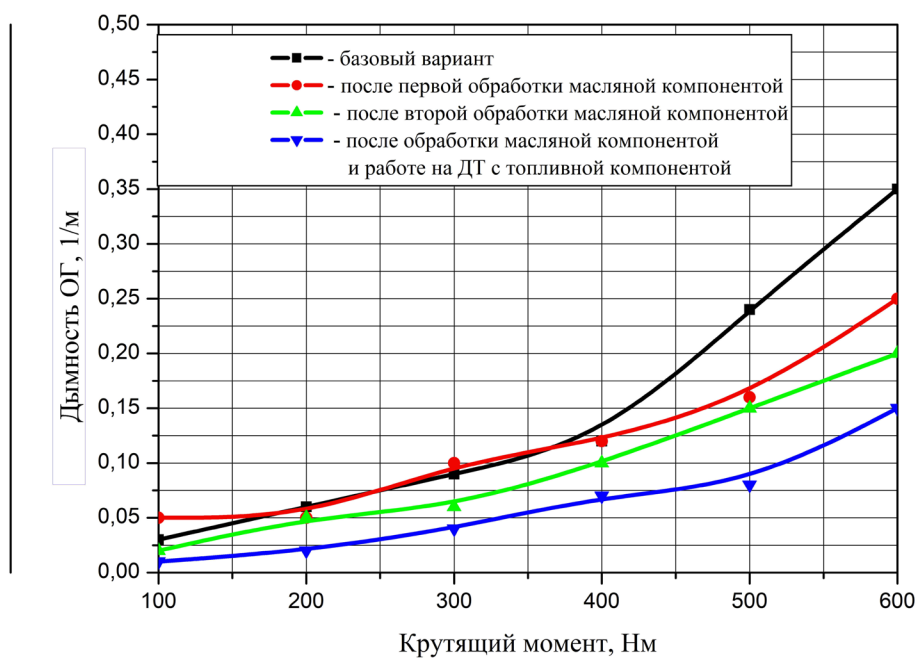


Рис.6 . Изменение дымности отработавших газов дизеля при работе по нагрузочной характеристике, $n=1200$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ РеволМод и МФП РеволМод -Дизель

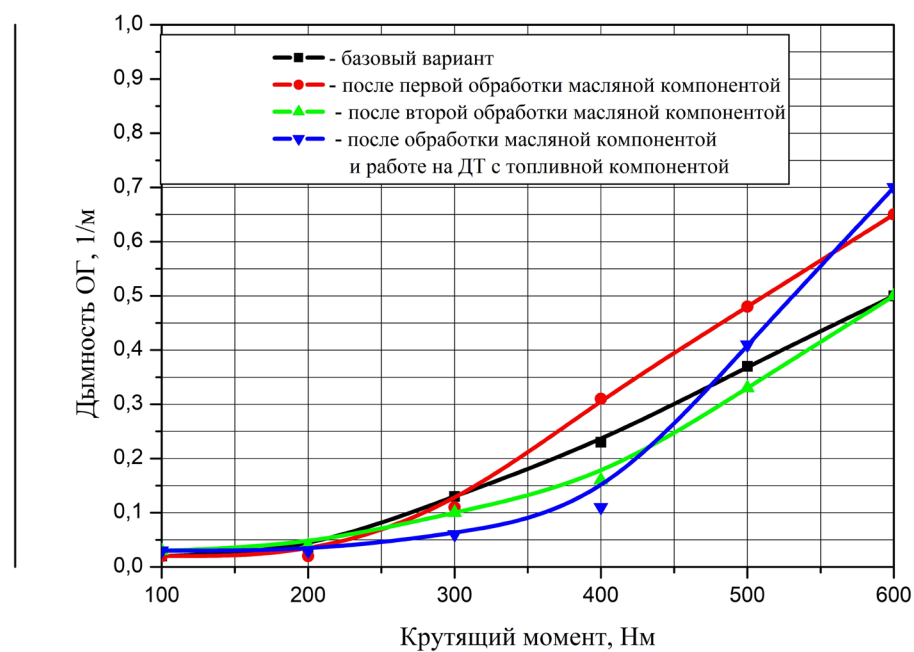


Рис.7 . Изменение дымности отработавших газов дизеля при работе по нагрузочной характеристике, $n=1500$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ РеволМод и МФП РеволМод -Дизель

2.4.2 Выводы по результатам моторной серии испытаний группы препаратов МПТ РеволМод и присадка в дизельное топливо МФП РеволМод – Дизель на дизельном двигателе ЯМЗ-238

Анализ полученных данных выявляет наличие положительного эффекта использования испытываемых присадок производства Заказчика. Так, наблюдается определенное улучшение показателей экономичности, дымности и токсичности отработавших газов во всем испытанном диапазоне работы дизеля. Для анализа величин получаемых эффектов было проведено сопоставление средних за цикл испытаний величин удельного расхода топлива, эффективного к.п.д., дымности отработавших газов по итогу каждой из всех трех стадиях испытаний – начальной, после эталонного загрязнения и по окончании полного цикла испытаний. Расчет показателей проводился как для базовых топлив, так и для топлив, содержащих присадку МФП. Эти результаты сведены в табл. 5.

Стадия испытаний	ge, кг/ кВтч, удельный расход топлива	ηе, эффе- ктивный к.п.д.	CO, %	CO ₂ , %	CH, ppm	Дым, 1/м	NO, ppm
Базовое топливо	0,337	0,247	0,025	3,1 0	10,5	0,16	400
После обработки МПТ «РеволМод», концентрация 0,5 от рекомендованной, через 2 моточаса среднее/изменение относительно базы, %	0,323	0,262	0,025	3,1 0	9,4	0,18	404
	-4,2	+6,1	0,0	0,0	-10,5	+12,5	+1,0
После обработки МПТ «РеволМод», концентрация рекомендованная, через 12 моточасов, среднее/изменение относительно базы, %	0,321	0,263	0,023	3,1 5	8,9	0,13	390
	-4,7	+6,5	-8,0	-1,6	-15,2	-18,8	-2,5
После обработки МПТ «РеволМод», концентрация рекомендованная, через 12 моточасов, с присадкой в ДТ «РеволМод» среднее/изменение относительно базы, %	0,312	0,277	0,019	3,1 0	8,0	0,12	405
	-7,4	+12,1	-24,0	0,0	-23,8	-25,0	+1,1

Табл. 5. Средние за цикл испытаний результаты замеров и расчет относительных эффектов использования устройства относительно базового варианта двигателя

Приведенные в табл.5 данные свидетельствуют о следующем промежуточном итоге обработки двигателя МПТ РеволМод:

По итогу замеров первой серии испытаний, после ввода в масло половинной дозы МПТ, было зафиксировано:

- снижение удельного расхода топлива на 4,2 %, сопряженное с ростом эффективного КПД на 6,1%;

- при этом в начальном периоде наблюдалось определенное увеличение дымности отработавших газов (на 12,5%), при этом фиксировалось снижение содержания остаточных углеводородов СН в отработавших газос – на 10,5%.

Очевидно, такой эффект может быть объяснен следующими обстоятельствами:

- повышение эффективности двигателя, очевидно, связано со следующими факторами:

1. Основной фактор – это снижение уровня механических потерь в двигателе, так, по результатам этой серии испытаний, было установлено, что в процессе обработки двигателя МПТ РеволМод, после первой стадии обработки (половинной дозой состава) наблюдалось снижение уровня потерь трения на 6%...10% в зависимости от режима работы двигателя (табл. 6). Определение мощности механических потерь осуществлялось методом экстраполяции часового расхода топлива:

Мощность потерь трения, кВт		
Стадия испытаний	Режим работы, об/мин	
	1200	1500
Базовое топливо	28,6	52,6
После обработки МПТ «РеволМод», концентрация 0,5 от рекомендованной, через 2 моточаса среднее/изменение относительно базы, %	26,2	49,6
	-8,4	-5,7
После обработки МПТ «РеволМод», концентрация рекомендованная, через 12 моточасов, среднее/изменение относительно базы, %	25,9	47,5
	-9,4	-9,7
После обработки МПТ «РеволМод», концентрация рекомендованная, через 12 моточасов, с присадкой в ДТ «РеволМод» среднее/изменение относительно базы, %	25,0	46,8
	-11,2	-11,0

Таблица 6. Результаты расчетно-экспериментального мощностей потерь трения и их изменения в процессе обработки двигателя МПТ РеволМод.

При этом наблюдается рост вышеотмеченных эффектов по мере увеличения длительности присутствия МПТ в зоне трения. Так, по истечении 12 моточасов обработки двигателя, эффект снижения удельного расхода топлива увеличился до 4,7%, снижения механических потерь – до 11%. При этом наблюдается постепенный рост эффекта. Это означает, что полученные результаты являются неокончательными и при продолжении серии испытаний реальные эффекты могут быть выше.

Рост дымности отработавших газов, зафиксированный по итогу испытаний, очевидно, может быть объяснен развитием процесса очистки поверхностей ЦПГ от нагаров, об этом свидетельствует резкое улучшение этого параметра по мере наработки двигателя с МПТ. Так, по итогу 12-ти часового цикла испытаний при вводе в двигатель полного объема МПТ, снижение дымности отработавших газов составило практически 20%,

Следующая фаза испытаний должна была выявить влияние многофункциональной присадки в топливо «РевоЛМод-Дизель». В качестве базового варианта для сопоставления был взято состояние двигателя по окончании цикла испытаний МПТ «РевоЛМод». Результаты этой стадии испытаний сведены в таблицы 1...5.

Результаты испытаний показали дальнейшее снижение удельного расхода топлива, при этом дальнейшее снижение механических потерь было минимальным, что может объясняться продолжением работы МПТ во время испытаний МФП. При этом наблюдается увеличение эффекта снижения расхода топлива практически в два раза – до 7,5%. В данном случае возможно объяснение исходя из анализа основных механизмов работы всех аналогичных МФП. Улучшение препаратов определяется двумя факторами – очистки камеры сгорания и клапанов механизма газораспределения, что улучшает наполнение цилиндров, а также интенсификация сгорания топлива, повышение скорости сгорания, что переводит процесс сгорания в наиболее термодинамически эффективную зону – вблизи положения ВМТ. Совокупные последствия обоих этих факторов работы МФП дают суммарный эффект повышения качества рабочего процесса дизеля, который в нашем случае суммируется с эффектом улучшения трибологического качества поверхностей трения ДВС, которое дало описанное ранее снижение мощности трения в двигателе.

№ режима	Ме, Нм	Гт, кг/час, расход топлива, Базовый замер	Гт, кг/час, через 12 моточасов, с МПТ и МФП	ΔГт, %, изменение расхода топлива
1	0,0	4,87	4,57	-6,2
2	100,0	6,32	5,86	-7,3
3	200,0	7,78	7,16	-8,0
4	300,0	10,12	9,10	-10,1
5	400,0	12,44	11,03	-11,3
6	500,0	14,51	12,82	-11,7
7	600,0	16,48	14,51	-13,6

Табл. 6.1. Расчет изменения расхода топлива после 12 моточасов с МПТ и МФП РеволМод относительно базовых замеров, двигатель ЯМЗ-238 НБ, n=1200 об/мин

Особо стоит выделить экономический эффект от применения МПТ и МФП РеволМод, выраженный в уменьшении расхода топлива, рассчитанный в табл.6.1. В зависимости от нагрузки экономия топлива составляет от 6,2% без нагрузки и до 13,6% при 600 Нм при 1200 об/мин. Полученные данные свидетельствуют о значительном снижении расхода топлива после обработки двигателя МПТ и МФП РеволМод, и особенно это выражено на высоконагруженных двигателях.

Следует отметить, что по дымности отработавших газов основной эффект проявляется после длительной работы двигателя на топливе, содержащем присадку МФП РеволМод-Дизель. По сравнению с состоянием после эталонного загрязнения изменение дымности отработавших газов составляет 23...26% в среднем, максимально на определенных режимах – до 45%.

Очевидно, что это является следствием как уменьшения склонности к образованию отложений, так и выраженной моющей способности исследуемых топлив. Эффективность работы топлив, содержащих присадки, будет зависеть от начального технического состояния и исходной степени загрязненности двигателя.

3. Результаты испытаний комплекса препаратов МПТ РеволМод и многофункциональная присадка в топливо РеволМод-Бензин

Целью настоящей работы явилось сравнительное исследование эффективности и особенностей совместной работы трибологического состава на основе МПТ (присадки в масло РеволМод) и автомобильного бензина «АИ-95-К5» производства ПАО Роснефть с многофункциональной присадкой в топливо МФП РеволМод-Бензин по сравнению с базовым бензином и моторным маслом.

Полученная информация может быть использована в целях оптимизации технологии изготовления бензина, коррекции состава исследуемой присадки к бензину, а также в рекламных и иллюстративных целях при подготовке публикаций различного характера.

Испытания моторно-стендовые, длительные (12 моточасов). По согласованию с Заказчиком, испытаниям подлежали два образца бензинов:

- базовый бензин «АИ-95-К5»;
- бензин «АИ-95-К5» с присадкой МФП РеволМод-Бензин в концентрации, рекомендованной производителем присадки, полученный на основе базового бензина по технологии Заказчика.

Подготовка образцов бензина с присадкой МФП РеволМод-Бензин производилась Исполнителем под контролем Заказчика.

Испытания проводились на моторных стендах с инжекторными двигателями ВАЗ-2112.

Двигатели были установлены на тормозных стендах типа «MS-VSETIN», оборудованных измерительной аппаратурой, позволяющей контролировать основные параметры работы двигателей.



Рис.8. Стенд с двигателем ВАЗ-2112



Рис. 9. Пульт управления стендом

В процессе испытаний использовалось следующее измерительное оборудование:

Сведения об измерительном оборудовании:

Газоанализаторы:

Измеряемый параметр	Модель, тип прибора	Диапазон измерения	Концентрация поверочного газа	Погрешность, %
Концентрация NO _x	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...5000 ppm	1035 ppm	±2,0
Концентрация СО	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...5000 ppm	2000 ppm	±2,5
Концентрация СО ₂	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...20%	4.12%	±2,5
Концентрация О ₂	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...25%	20.8%	±2,5
Концентрация СН	ОПТОГАЗ 500-1, №19-4-04	0...10000 ppm	513 ppm	±3,0

Другие средства измерений:

Измеряемый параметр, размерность	Наименование средства измерения	Модель, №	Диапазон измерений	Погрешность, %
Основные показатели:				
Частота вращения, об/мин	Тахометр	ТМ и ЗД	50-7000	±1,6
Крутящий момент, Н м	Электрический тормоз	MS-Vsetin	0-500,0	±1,0
Расход воздуха, кг/час	Расходомер	РГУ-4	0 – 500,0	±1,0
Мгновенный расход топлива, кг/час	Штихпробер-ный электронный расходомер	Д-1	0.2...50.0	±0,5
Средства измерения вспомогательных величин				
Температуры:				
Хладагента, град.С	Терморезистор	Штатный прибор двигателя	0-150	±4,0
Смазочного масла, град.С	Термопара	КСПЗ-П	0-150	±4,0
Отработанных газов, град.С	Термопара ХА	КСПЗ-П	50-800	±2,0
Температуры на всасывании, град.С	Термометр	ГОСТ 2823-73	0-50	±2,0
Топлива, град.С	Термометр	ГОСТ 18481-81	5-50	±2,0

Давление:				
Атмосферное, мм.рт.ст	Барометр	М-98	300-800	$\pm 0,2$
На всасывании, бар	Манометр	МТИ	0-2,5	$\pm 1,9$
Влажности:				
Воздуха на впуске, %	Психометр	М-34	0-100	$\pm 1,0$

Дополнительный контроль параметров осуществлялся с помощью штатной системы диагностики и управления двигателем с выводом информации на компьютер.

При испытаниях использовалось полусинтетическое смазочное масло «Лукойл Супер» SAE 5W40 API SL/CF.

3.1 Методика и результаты испытаний

Согласно требованиям ТЗ, в состав работ на данном этапе исследования включались следующие работы:

3.1.1. Подготовка двигателя к испытаниям. Замена моторного масла и масляного фильтра цилиндрам.

3.1.2. Пуск-прогрев двигателя, замер базовых показателей двигателя (частота вращения коленчатого вала, крутящий момент, мгновенный расход топлива, токсичность ОГ, давление и температура масла, температура ОГ) на двух нагрузочных характеристиках при $n=2000$ и 3000 об/мин (10 режимов замера) на бензине без присадки.

3.1.3. Обработка двигателя МПТ РеволМод (ввод МПТ в моторное масло в концентрации, рекомендованной производителем), накатка в режиме холостого хода 30 минут;

3.1.4. Заправка двигателя бензином с испытуемой присадкой РеволМод бензин.

3.1.5. Нарботка двигателя 5 моточасов на фиксированном режиме.

3.1.7. Снятие промежуточных характеристик двигателя по программе п.3.1.2

3.1.8. Нарботка двигателя 5 моточасов на фиксированном режиме.

3.1.9. Снятие итоговых характеристик двигателя по программе п.3.1.2

3.1.10. Обработка полученных результатов

Замеры характеристик двигателя производились на двух нагрузочных характеристиках при $n=2000$ и 3000 об/мин в эксплуатационном диапазоне изменения нагрузок. На конечной стадии испытаний дополнительно замеры проводились на внешней скоростной характеристике двигателя. Результаты испытаний двигателя по нагрузочным характеристикам на разных стадиях испытаний сведены в таблицы 6-7.

В таблицах использованы следующие обозначения:

n – частота вращения коленчатого вала двигателя;

M_e – эффективный крутящий момент;

N_e – эффективная мощность;

G_t – часовой расход топлива;

g_e – удельный расход топлива;

η_e – эффективный к.п.д.;

α – коэффициент избытка воздуха;

$T_{ог}$ – температура отработавших газов двигателя;

CO – содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя;

NO_x – содержание окиси азота в отработавших газах двигателя;

CO_2 – содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя;

CH – содержание остаточных углеводородов в отработавших газах двигателя.

**Нагрузочные характеристики, n=2000 об/мин
Бензин АИ-95-К5**

Базовый бензин АИ-95-К5 РН:

№ режима	Me, Нм	ge, кг/кВтч	ηе	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	CO ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,631	0,115	1,064	144	1516	13,82	352
2	20	0,544	0,151	1,079	150	1892	13,81	376
3	30	0,457	0,186	1,094	156	2268	13,80	405
4	40	0,370	0,222	1,108	162	2645	13,78	418
5	50	0,344	0,239	1,102	160	2828	13,87	436
6	60	0,321	0,256	1,094	157	3004	13,97	464
7	70	0,308	0,266	1,141	158	2968	14,03	481
8	80	0,297	0,276	1,196	160	2898	14,10	513
9	90	0,304	0,270	2,797	155	2076	13,30	524
10	99	0,315	0,260	4,551	149	1185	12,40	547
Среднее		0,389	0,224	1,623	155	2328	13,69	452

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МПТ через 2 моточаса:

№ режима	Me, Нм	ge, кг/кВтч	ηе	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	CO ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,557	0,133	1,029	124	1609	14,04	344
2	20	0,489	0,167	1,038	130	1974	14,01	380
3	30	0,421	0,200	1,048	135	2339	13,99	402
4	40	0,353	0,233	1,105	141	2704	13,96	413
5	50	0,324	0,254	1,123	147	2866	14,01	445
6	60	0,301	0,273	1,140	152	2994	14,08	460
7	70	0,287	0,285	1,065	151	2894	14,10	492
8	80	0,276	0,296	1,079	150	2315	14,12	506
9	90	0,280	0,292	2,711	147	1533	13,54	511
10	104	0,290	0,282	4,156	144	1220	12,73	526
Среднее		0,359	0,242	1,549	142	2245	13,86	448

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МФП и МПТ через 6 моточасов:

№ режима	Ме, Нм	ge, кг/ кВт	ηе	СО, %	СН, ppm	NO, ppm	CO ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,543	0,145	1,025	123	1611	14,03	342
2	20	0,470	0,179	1,036	131	1979	14,01	383
3	30	0,412	0,210	1,047	131	2342	13,94	404
4	40	0,345	0,238	1,100	140	2723	13,94	411
5	50	0,320	0,258	1,125	142	2887	14,00	440
6	60	0,300	0,272	1,143	151	3012	14,08	455
7	70	0,288	0,283	1,071	150	2965	14,05	487
8	80	0,281	0,294	1,056	150	2320	14,10	501
9	90	0,278	0,286	2,725	145	1542	13,50	506
10	104,5	0,286	0,288	4,039	141	1156	12,71	520
Среднее		0,358	0,242	1,549	142	2245	13,859	448

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МФП и МПТ через 8 моточасов:

№ режима	Ме, Нм	ge, кг/ кВт	ηе	СО, %	СН, ppm	NO, ppm	CO ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,530	0,145	1,052	120	1614	14,04	343
2	20	0,471	0,179	1,072	135	1985	14,05	375
3	30	0,412	0,210	1,034	131	2352	13,95	400
4	40	0,342	0,242	1,102	140	2736	13,94	410
5	50	0,323	0,260	1,117	148	2897	14,06	441
6	60	0,278	0,278	1,125	150	3120	14,02	452
7	70	0,287	0,289	1,143	148	2899	14,13	488
8	80	0,284	0,292	1,071	147	2332	14,16	505
9	90	0,288	0,289	2,725	145	1539	13,48	510
10	104,5	0,297	0,282	4,039	141	1224	12,68	524
Среднее		0,351	0,247	1,548	141	2270	13,85	445

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МФП и МПТ через 12 моточасов:

№ режима	Ме, Нм	ge, кг/ кВтч	ηе	СО, %	СН, ppm	NO, ppm	CO ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,527	0,152	1,036	114	1612	14,04	344
2	20	0,460	0,178	1,056	125	1994	14,01	384
3	30	0,405	0,216	1,028	132	2345	13,99	402
4	40	0,341	0,242	1,085	136	2734	13,96	413
5	50	0,310	0,257	1,006	142	2875	14,01	445
6	60	0,290	0,279	1,007	150	3025	14,08	460
7	70	0,278	0,296	1,095	148	2945	14,10	492
8	80	0,270	0,307	1,173	135	2315	14,12	506
9	90	0,265	0,308	2,551	141	1533	13,54	511
10	106	0,285	0,285	3,945	140	1220	12,73	521
Среднее		0,343	0,252	1,498	136	2260	13,858	448

**Нагрузочные характеристики, n=3000 об/мин
Бензин АИ-95-К5**

Базовый бензин АИ-95-К5 РН:

№ режима	Me, Нм	ge, кг/кВтч	ηе	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	CO ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,602	0,121	0,980	109	2334	14,08	352
2	20	0,528	0,153	0,996	114	2564	14,10	376
3	30	0,434	0,185	1,005	119	2791	14,12	405
4	40	0,379	0,218	1,014	124	3019	14,14	418
5	50	0,341	0,242	1,070	127	3097	14,16	436
6	60	0,309	0,266	1,111	129	3148	14,19	464
7	70	0,296	0,277	1,156	125	3113	14,22	481
8	80	0,288	0,285	1,856	119	3051	14,24	513
9	90	0,294	0,281	3,018	123	2686	13,89	524
10	100	0,306	0,267	4,181	134	2107	13,26	547
11	110	0,320	0,258	5,343	146	1527	12,64	572
12	120	0,330	0,247	5,576	157	948	12,02	610
Среднее		0,370	0,233	2,276	127	2532	13,76	474

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МПТ через 2 моточаса:

1	10	0,587	0,135	0,939	112	2327	14,32	350
2	20	0,512	0,165	0,932	124	2670	14,32	371
3	30	0,399	0,201	0,925	126	3013	14,32	400
4	40	0,367	0,222	0,918	123	3319	14,27	410
5	50	0,338	0,270	0,876	121	3195	14,22	431
6	60	0,285	0,302	0,826	120	3247	14,28	458
7	70	0,284	0,310	0,934	125	3367	14,40	478
8	80	0,274	0,312	1,102	134	3068	14,11	504
9	90	0,291	0,286	2,768	138	2460	13,53	521
10	100	0,305	0,268	2,799	142	1852	12,94	542
11	110	0,317	0,260	3,831	153	1244	12,36	565
12	125	0,326	0,250	5,482	151	879	12,00	604
Среднее		0,357	0,248	1,861	127	2532	13,76	474

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МФП и МПТ через 6 моточасов:

1	10	0,491	0,153	0,939	112	2327	14,32	350
2	20	0,489	0,195	0,932	124	2670	14,32	371
3	30	0,387	0,215	0,925	126	3013	14,32	400
4	40	0,332	0,244	0,918	123	3319	14,27	410
5	50	0,311	0,264	0,876	121	3195	14,22	431
6	60	0,278	0,310	0,826	120	3247	14,28	458
7	70	0,264	0,312	0,934	125	3367	14,40	478
8	80	0,264	0,312	1,102	134	3068	14,11	504
9	90	0,294	0,286	2,768	138	2460	13,53	521
10	100	0,301	0,272	2,799	142	1852	12,94	542
11	110	0,310	0,265	3,831	153	1244	12,36	565
12	125	0,320	0,259	5,482	151	879	12,00	604
Среднее		0,337	0,257	1,861	131	2553	13,76	470

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МФП и МПТ через 9 моточасов:

№ режима	Ме, Нм	ge, кг/кВтч	ηе	СО,%	СН, ppm	NO, ppm	СО ₂ , %	Тог, град,С
1	10	0,480	0,156	0,980	105	2334	14,08	352
2	20	0,478	0,203	0,996	109	2564	14,10	376
3	30	0,390	0,218	1,005	121	2791	14,12	405
4	40	0,350	0,248	1,014	124	3019	14,14	418
5	50	0,325	0,270	1,070	127	3097	14,16	436
6	60	0,285	0,315	1,111	122	3148	14,19	464
7	70	0,256	0,315	1,156	125	3113	14,22	481
8	80	0,281	0,295	1,856	128	3051	14,24	513
9	90	0,290	0,287	3,018	123	2686	13,89	524
10	100	0,289	0,279	4,181	130	2107	13,26	547
11	110	0,302	0,275	5,343	146	1527	12,64	572
12	120	0,314	0,268	5,576	152	948	12,02	610
		0,337	0,261	2,276	127	2532	13,76	475

Базовый бензин АИ-95-К5 РН с МФП и МПТ через 12 моточасов:

1	10	0,471	0,166	0,930	121	2327	14,32	348
2	20	0,465	0,205	0,924	122	2670	14,32	370
3	30	0,381	0,222	0,920	123	3013	14,32	402
4	40	0,324	0,252	0,910	120	3319	14,27	408
5	50	0,308	0,286	0,871	120	3195	14,22	428
6	60	0,270	0,322	0,822	120	3247	14,28	455
7	70	0,250	0,320	0,935	122	3367	14,40	474
8	80	0,262	0,310	1,089	131	3068	14,11	504
9	90	0,283	0,294	1,645	136	2460	13,53	517
10	100	0,275	0,282	2,772	140	1852	12,94	530
11	110	0,297	0,278	3,740	148	1244	12,36	561
12	126	0,305	0,279	5,365	149	879	12,00	602
Среднее		0,324	0,268	1,744	129	2559	13,76	467

Табл.7. Нагрузочные характеристики двигателя, n=3000 об/мин на разных этапах испытаний, Бензин АИ-95-К5 с добавкой присадки МФП «РеволМод»

Результаты проиллюстрированы графиками на рис. 10....15.

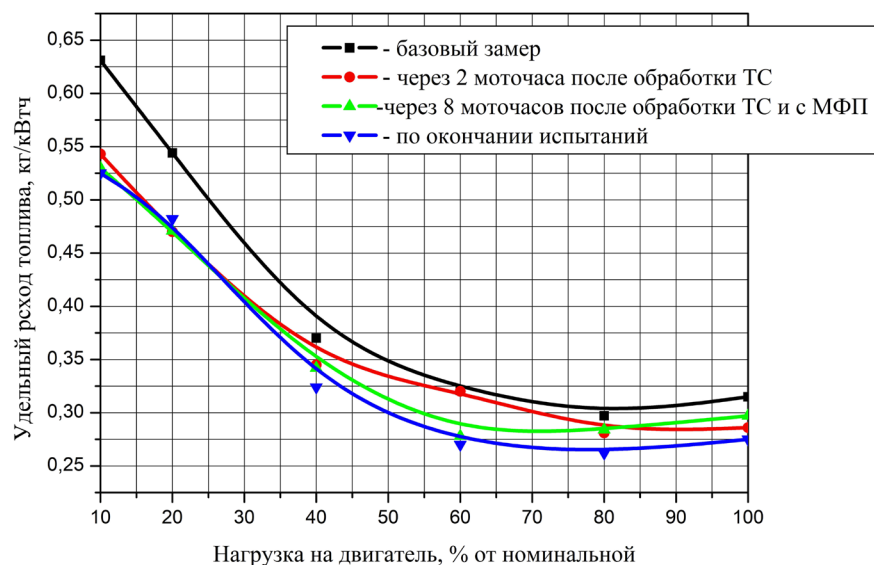


Рис.10 . Изменение удельного расхода топлива двигателя при работе по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадки МФП
РевоЛМод Бензин

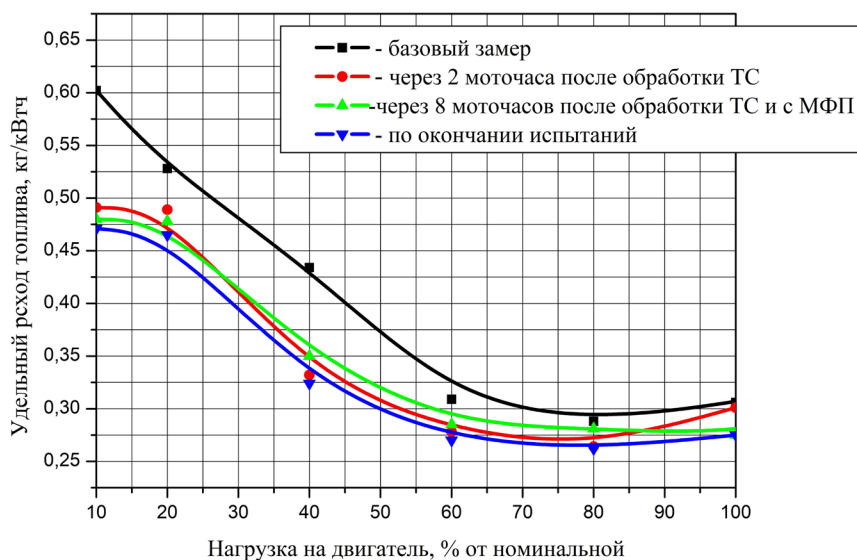


Рис.11 . Изменение удельного расхода топлива двигателя при работе по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ и МФП
РевоЛМод –Бензин

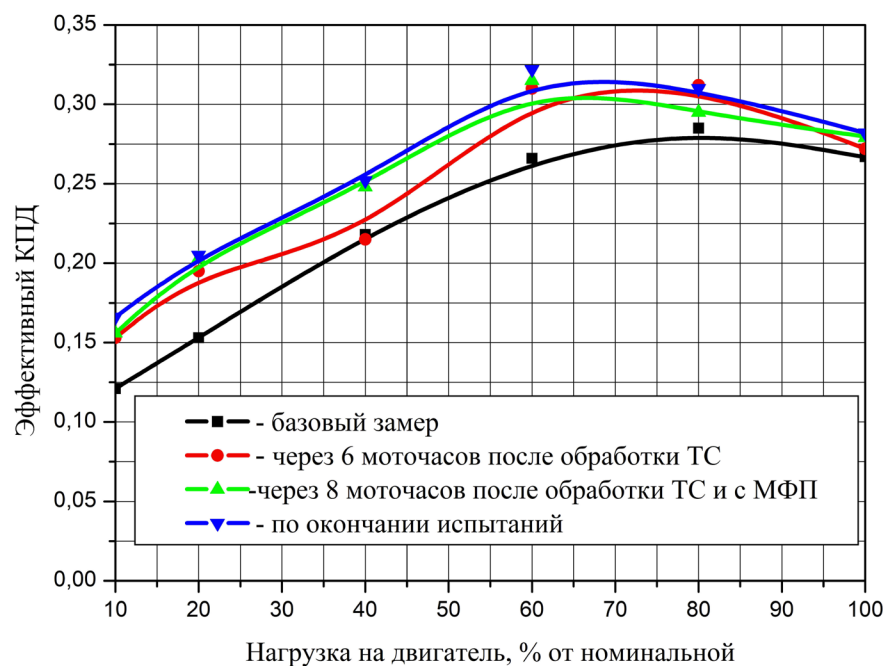


Рис.12 . Изменение удельного эффективного КПД двигателя при работе по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ и МФП РеволМод -Бензин

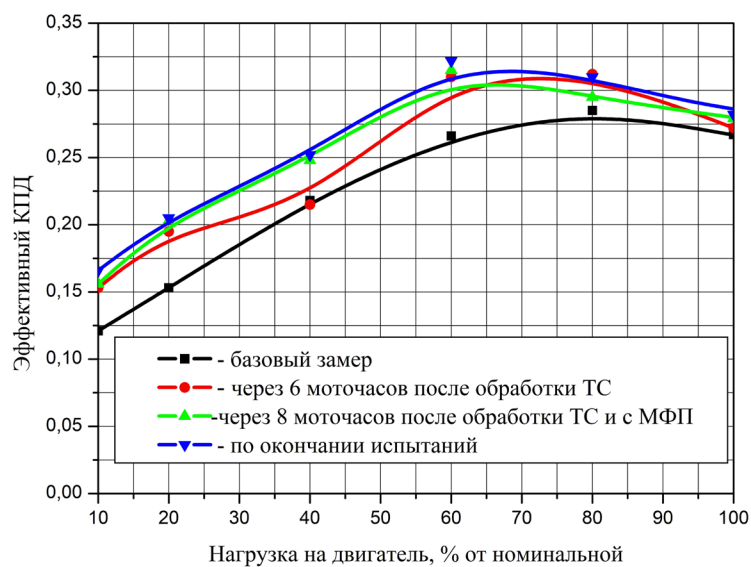


Рис.13 . Изменение удельного эффективного КПД двигателя при работе по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ и МФП РеволМод –Бензин

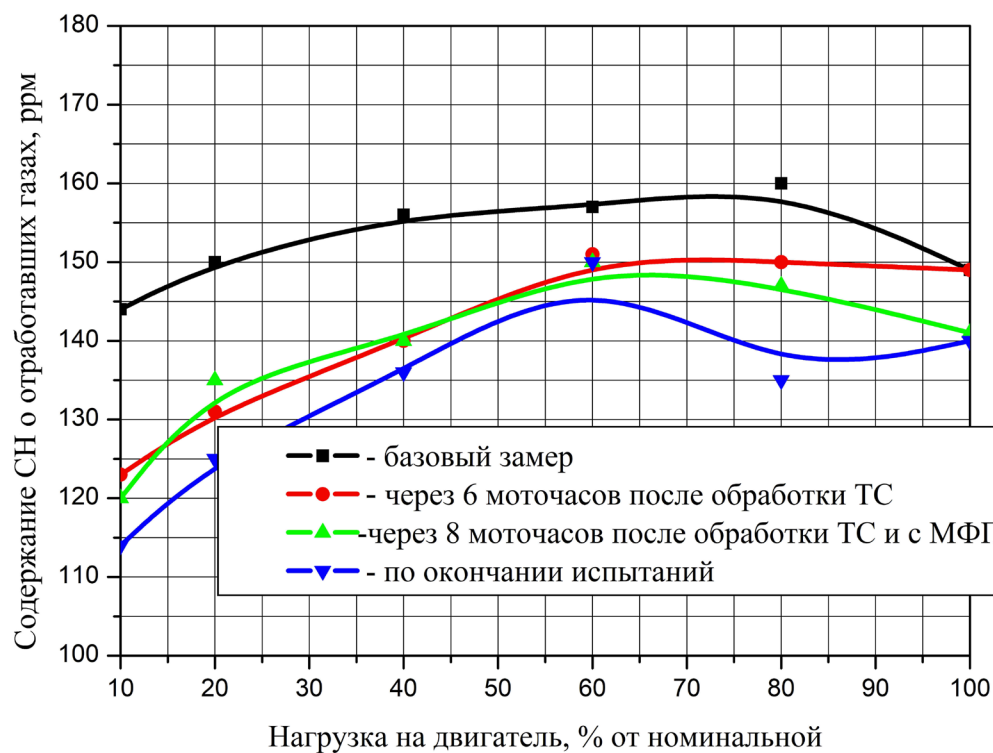


Рис.14 . Изменение содержания в отработавших газах двигателя остаточных углеводородов СН при работе по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ и МФП РеволМод –Бензин

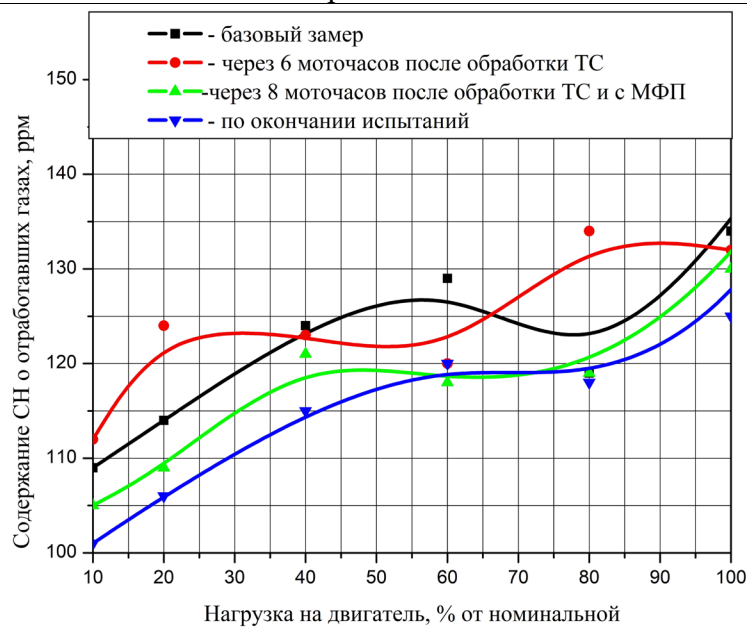


Рис.15 . Изменение содержания в отработавших газах двигателя остаточных углеводородов СН при работе по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на различных стадиях испытаний присадок МПТ и МФП РеволМод –Бензин

3.2 Выводы по результатам исследования

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- Проведенным исследованием была подтверждена эффективность применения испытанных препаратов семейства РевоЛМод – МПТ и многофункциональной присадки к бензину.

- Основные цифры усредненных эффектов, рассчитанных по отношению к аналогичным стадиям испытаний базовых топлив, сведены в табл. 8.2. Анализ результатов, представленных в этой таблице, показывает эффект применения топлив, содержащих присадку, по снижению расхода топлива и токсичности отработавших газов. Этот эффект нарастает по мере увеличения длительности работы двигателя на топливе с присадкой, при этом конкретная величина эффекта зависит от исходной степени загрязнения двигателя, состава базового топлива. Конкретные величины усредненных за цикл по итогу испытаний обоих препаратов эффектов, полученных в ходе проведенных испытаний, составили в среднем 7...8% по сравнению с базовыми образцами бензина и масла.

№ режима	Me, Нм	ge, кг/кВтч, удельный расход топлива, Базовый замер	ge, кг/кВтч, через 12 моточасов, с МПТ и МФП	Δ ge, %, изменение удельного расхода топлива
1	10	0,602	0,471	-21,8
2	20	0,528	0,465	-12,0
3	30	0,434	0,381	-12,2
4	40	0,379	0,324	-14,5
5	50	0,341	0,308	-10,0
6	60	0,309	0,270	-12,6
7	70	0,296	0,250	-15,5
8	80	0,288	0,262	-9,0
9	90	0,294	0,283	-3,7
10	100	0,306	0,275	-10,1
11	110	0,320	0,297	-7,2
12	120	0,330	0,305	-7,6
Среднее:	-	0,370	0,324	-12,4

Табл. 8.1. Расчет изменения удельного расхода топлива после 12 моточасов с МПТ и МФП РевоЛМод относительно базовых замеров на

бензиновом двигателе семейства ВАЗ, n=3000 об/мин

Особо стоит выделить экономический эффект от применения МПТ и МФП РевоЛМод, выраженный в уменьшении расхода топлива, рассчитанный в табл.6.1. В зависимости от нагрузки экономия топлива составляет от 3,7% на высокой нагрузке и до 21,8% без нагрузки при 3000 об/мин. Полученные данные свидетельствуют о значительном снижении расхода топлива после обработки двигателя МПТ и МФП РевоЛМод, и особенно это выражено на низких нагрузках, в отличии от дизельного двигателя из первой части испытаний, показывающего лучший эффект при больших нагрузках.

№	Стадия испытаний	Крутящий момент, Нм при n=3000 об/мин	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	CO, %	CH, ppm	NOx, ppm
1	Начало испытаний, базовое топливо	120	0,360	0,229	1,950	141	2430
2	С МПТ, через 2 моточаса среднее за цикл / изменение по отношению к базовому замеру	125	0,358	0,245	1,913	206	2258
		+4,2	-0,5	+7,0	-2,0	+46,2	-7,1
3	С МПТ, через 6 моточаса среднее за цикл / изменение по отношению к базовому замеру	125	0,348	0,250	1,913	137	2399
		+4,2	-3,3	+9,2	-2,2	-2,8	-1,3
4	С МПТ и МФП, через 9 моточасов среднее за цикл / изменение по отношению к базовому замеру	120	0,344	0,245	1,705	134	2401
		0,0	-4,4	+7,0	-12,6	-5,0	-1,0
4	С МПТ и МФП, через 12 моточасов среднее за цикл / изменение по отношению к базовому замеру	126	0,331	0,250	1,626	132	2410
		+1,0	-8,1	+9,2	-16,6	-6,4	-0,5

Табл.8.2. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 после обработки комплексом присадок РевоЛМод

Цвета выделено – «зеленый» - улучшение, «синий» - в пределах погрешности, «красный» - ухудшение.

- Наблюдается существенный эффект снижения усредненного удельного расхода топлива до 8,1 %;

Для выявления причин получения эффектов обработки была проведена оценка изменения состояния цилиндропоршневой группы до и после обработки двигателя МПТ – анализировалось изменение мощности механических потерь и компрессии по цилиндрам. Механические потери измерялись методом прокрутки двигателя от стенда. Результаты приведены на рис. 16. Таким образом установлено, что в результате обработки двигателя МПТ наблюдается устойчивое снижение мощности потерь трения, более выражено в зоне малых частот вращения коленчатого вала;

- кроме того, наблюдается заметный рост компрессии по цилиндрам и ее выравнивание по отдельным цилиндрам (рис. 17). Очевидно, это является следствием улучшения подвижности поршневых компрессионных колец и качества их прилегания к зеркалу цилиндра;

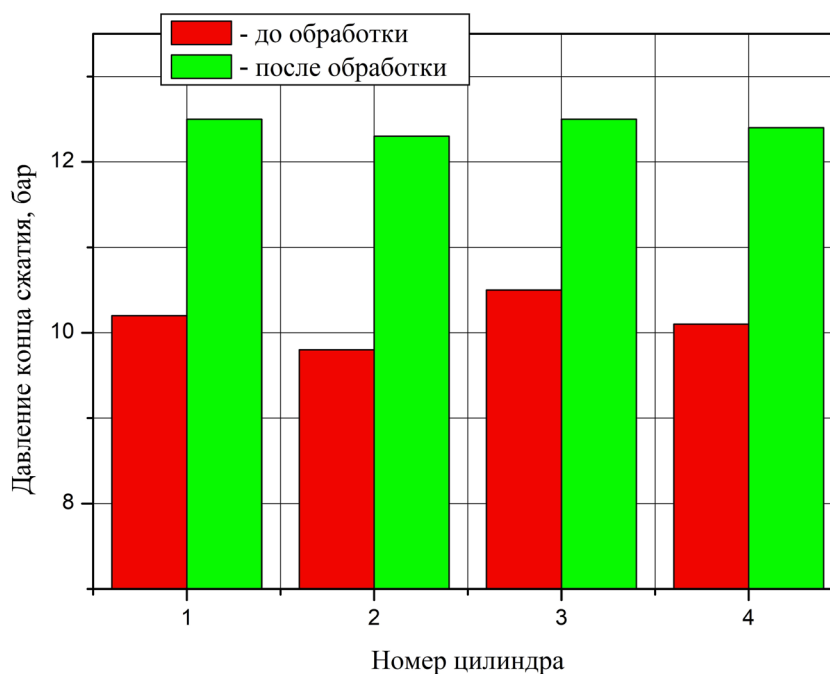


Рис.17.Результаты замеров компрессии по цилиндрам до и после обработки двигателя МПТ.

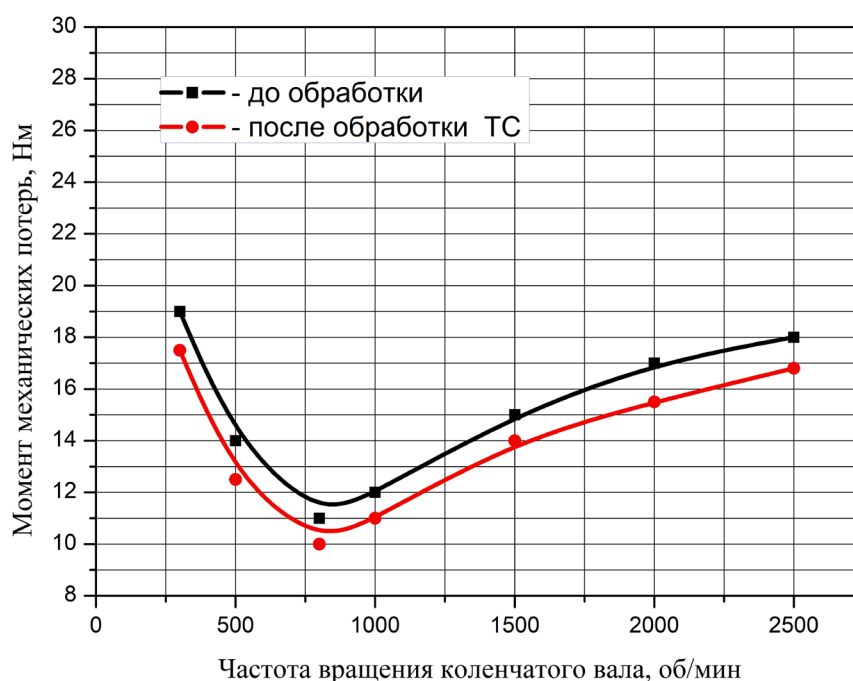


Рис.16. Результаты измерения момента механических потерь до и после обработки двигателя МПТ РеволМод на режимах прокрутки двигателя от стенда

- Значительный рост эффективного КПД двигателя (до 1%) и эффективной мощности (до 5%) при его работе на топливе, содержащих присадку МФП «РеволМод-Бензин», является косвенным комплексным показателем улучшения качества наполнения, смесеобразования и сгорания в цилиндре двигателя. Он коррелирует с эффектом снижения расхода топлива и токсичности отработавших газов;
- Основной экологический эффект использования топлив, содержащих многофункциональную присадку МФП РеволМод- Бензин, наблюдается в плане уменьшения содержания токсических компонент отработавших газов-остаточных углеводородов СН - на 10%, и оксида углерода СО – на 14%.
- Анализ данных динамики изменения параметров двигателя в процессе длительной наработки топлива с присадкой выявляет тенденцию постепенного улучшения показателей качества сгорания топлива по мере наработки двигателя на топливе, содержащем испытываемую присадку, что свидетельствует о наличии определенного моющего эффекта топлив с присадкой МФП РеволМод-Бензин. Однако, для установления количественных факторов работы моющей

компоненты присадки требуется постановка специального комплекса испытаний по программам Clean Up и Keep Clean или аналогичным. В целом, выявленная динамика несколько ниже, чем та, которая наблюдается у товарных образцов присадок аналогов моющих и многофункциональных присадок других производителей. Поэтому считаем, что целесообразно продолжение работ по совершенствованию состава и концентрации ввода МФП РевоЛМод-Бензин для обеспечения наилучшего результата по критерию «цена-качество» с учетом состава и свойств базового бензина.

Так же стоит отметить, что 12ти часовой цикл испытаний не позволяет получить максимальные показатели улучшения топливной экономичности, так как после каждого из интервалов (2, 6, 9 и 12 часов) видно значительное улучшение показателей, и для получения установившихся показателей необходимо продление программы испытаний на дополнительные интервалы времени вплоть до 48-72 часов наработки, при которых программа стендовых испытаний займёт более 1 календарного месяца, что недопустимо в связи с высокой загруженностью.

Соответственно реальные показатели экономии топлива могут значительно превышать полученные на 12 часовом цикле показатели: от 3,7% на высокой нагрузке и до 21,8% без нагрузки для бензинового двигателя, и от 6,2% без нагрузки и до 13,6% при 70% нагрузке для дизельного двигателя.