

Федеральное автономное государственное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого»

Институт энергетики и транспортных систем
Кафедра «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор на научной работе

_____ В.В. Сергеев

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
по научно-исследовательской работе

Экспериментальное исследование влияния добавки в моторное
масло iMagnet P14 на технико-экономические, экологические
и ресурсные показатели автомобильных двигателей

Руководитель испытаний

_____ Шабанов А.Ю.

Санкт-Петербург
2017

Список исполнителей:

Шабанов А.Ю., к.т.н., профессор - ответственный исполнитель работы, аттестат компетентности эксперта № РОСС RU.И480.04ХД.Э006, действителен по 31.12.2017

Зайцев А.Б., к.т.н., доцент

Сидоров А.А., к.т.н., доцент

Содержание работы

	Стр.
1. Цель проведения работы	5
2. Объект исследования	5
3. Описание испытательного стенда и измерительной аппаратуры	6
4. Программа испытаний	11
5. Результаты испытаний	12
5.1 Этап 1. Сравнительные испытания двигателя ВАЗ-2112 при работе на маловязком моторном масле с добавлением добавки iMagnet P14 в различных концентрациях	12
5.2 Этап 2. Длительные испытания двигателя ВАЗ-21083 при работе на моторном масле, содержащем добавку iMagnet P14.	53
5.2.1 Результаты обкатки двигателей	53
5.2.2 Результаты моторной серии испытаний	54
5.2.3 Результаты замеров расхода масла на угар.	71
5.2.4 Визуальный анализ состояния двигателей по окончании длительных испытаний	72
5.2.5 Результаты измерения параметров герметичности цилиндро-поршневой группы двигателей по итогам испытаний	72
5.2.6 Оценка уровня низкотемпературных отложений в двигателе после длительных испытаний образцов моторных масел	73
5.2.7 Оценка уровня высокотемпературных отложений в двигателе после длительных испытаний образцов моторных масел	77
5.2.8 Оценка уровня износов основных деталей двигателей после длительных испытаний образцов моторных масел	80

5.2.9 Результаты замеров параметров микропрофиля рабочих поверхностей поршневых колец и вкладышей подшипников коленчатого вала	83
5.2.10 Результаты анализа физико-химических параметров образцов моторных масел	83
6. Выводы по результатам испытаний	93
Приложение 1	96
Приложение 2	105
Приложение 3	117
Приложение 4	134
Приложение 5	143

1. Цель проведения работы

Целью проведения настоящей работы является сравнительное экспериментальное исследование моторных, экологических и ресурсных показателей автомобильных бензиновых двигателей при работе на маловязких синтетических маслах при добавлении добавки iMagnet P14 производства ООО «ВМПАВТО».

В процессе работы использовались оборудование и расчетно-экспериментальные методики исследования рабочих процессов в ДВС, разработанные на кафедре «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого (Аттестат уполномоченной испытательной лаборатории СДС ГСМ-FLM № РОСС.RU. 04ХД.ИЛ 001, действителен до 31 декабря 2017 г.)

2. Объект исследований

Объектами испытаний по согласованию с Заказчиком было выбрано маловязкое синтетическое моторное масло класса вязкости SAE 0W-20 Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с добавкой добавки iMagnet P14 в различных концентрациях (0; 1,25; 2,5; 3,75; 5,0 об.%) для первого этапа испытаний и в концентрации 0,0 и 2,5 об.% для второго этапа испытаний.

Для увеличения объема получаемой информации, сверх требований Договора, первый этап испытаний был повторен на синтетическом моторном масле Shell Helix Ultra NX-8 5W-30.

Все образцы моторного масла были переданы Заказчиком Исполнителю в запечатанных канистрах в количестве 10 литров каждого вида.

3. Описание испытательного стенда и измерительной аппаратуры

Моторные испытания моторных масел проводились на испытательном стенде лаборатории ДВС кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств» ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого».

Испытания проводились на базе быстроходных автомобильных двигателей семейства ВАЗ - инжекторного шестнадцатиклапанного двигателя ВАЗ-2112 (первый этап испытаний) и карбюраторного восьмиклапанного двигателя ВАЗ-21083 (второй этап испытаний).

Данные двигатели предназначены для установки на переднеприводные автомобили малого класса и являются одними из наиболее распространенных в России.

Стенд 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.).

Стенд оснащен следующими системами и оборудованием:

- тормозное устройство;
- пульт дистанционного управления двигателем с приборами контроля за его работой;
- устройство для соединения двигателя с тормозом;
- система водяного охлаждения двигателя;
- смазочная система двигателя;

- топливная система с устройством для замера расхода топлива;
- система воздухообеспечения;
- система выпуска отработавших газов.



Рис. 1. Стенд с двигателем ВАЗ-2112



Рис. 2. Пульт управления стендом. Расходомер топлива и газоанализатор.



Рис. 3. Пульт управления стандом. Пульт управления и система компьютерной диагностики

Стенд для испытания двигателя был оборудован электротормозной установкой производства МЭЗ ВСЕТИН (ЧССР), состоящий из:

- балансирного динамометра DS 926-4 V с весами, датчиком вращающего момента, фотоэлектрическим датчиком скорости вращения и вентилятором для независимого охлаждения;
- преобразователя Леонарда DP 1126-4 (мотор-генератора);
- распределительного шкафа 4 RN 2088 со сдвоенным тормозным возбуждающим устройством и регулятором динамометра для регулирования скорости вращения и вращающего момента;
- пульта с аппаратурой управления, указателем скорости вращения (вольтметра градуированного в 1/мин., класс точности 1.5) и амперметра в цепи якорей.

Управление двигателем, электротормозной установкой и контроль работы систем установки осуществляется с дистанционного пульта управления. На пульте управления имеется регулятор для настройки требуемой величины скорости вращения и вращающего момента, приборы для аналогового измерения числа оборотов и тока в цепи якорей, переключатели для выбора направления вращения динамометра и остальная аппаратура, необходимая для работы динамометра и сигнализации.

Двигатель соединен с электротормозной установкой при помощи карданного вала, обеспечивающего компенсацию несоосностей валов двигателя и тормоза.

Измерения токсичности отработавших газов осуществлялось лабораторным газоанализатором 'ОПТОГАЗ-1' с цифровой индикацией.

Сведения об измерительном оборудовании:

Газоанализаторы:

Измеряемый параметр	Модель, тип прибора	Диапазон измерения	Концентрация поверочного газа	Погрешность, %
Концентрация NO _x	ОПТОГАЗ 500-1	0...4500 ppm	1035 ppm	±2,0
Концентрация CO	ОПТОГАЗ 500-1	0...7500 ppm	2000 ppm	±2,5
Концентрация CO ₂	ОПТОГАЗ 500-1	0...20%	4.12%	±2,5
Концентрация O ₂	ОПТОГАЗ 500-1	0...25%	20.8%	±2,5
Концентрация CH	ОПТОГАЗ 500-1	0...1000 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	0-8000	±10 об/мин
Крутящий момент, Н м	Балансирный динамометр	DS 926-4 V	0-800	±1,0%
Мгновенный расход топлива, кг/час	Цифровой штихпроберный автоматический расходомер	Д-1	0...50	±0,5%
Средства измерения вспомогательных величин				
Температуры:				
Хладагента, град.С	Штатный датчик	-	30-140	±2,0
Смазочного масла, град.С	Термопара ХК	КСПЗ-П	0-250	±4,0
Отработанный газ, град.С	Термопара ХА	КСПЗ-П	50-850	±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
Давления:				
Атмосферное, мм.рт.ст	Барометр	М-98	300-800	±0,2
За дроссельной заслонкой, бар	Манометр	МТИ	0-2,5	±0.02 атм
Влажности:				
Воздуха на впуске, %	Психометр	М-34	0-100	±1,0

Сведения о топливе и смазочном масле:

Топливо:	
Марка по ГОСТ 51105-97	Высокооктановый неэтилированный автомобильный бензин «Премиум-95» ОАО «Лукойл»
Плотность по ISO 3765, кг/дм ³	0,745
Нижшая теплота сгорания, МДж/кг	44,2
Элементарный состав топлива (по анализу)	
С, масс. %	87,54
Н, масс. %	12,42

S, ppm	18
N, масс.%	0
O, масс.%	0,82
Смазочное масло	
Согласно списку, представленному Заказчиком	

Отбор отработавших газов:

Диаметр мерного участка выпускной трубы, мм	80
Длина мерного участка, м	2,5
Расстояние от фланца до пробоотборника, м	2,0
Теплоизоляция	Нет

4. Программа испытаний

Программа испытаний на первом этапе выполнения работы соответствовала требованиям Стандарта системы добровольной сертификации топлив, смазочных масел и технической химии СДС-FLM ММ-003-2009 «МАСЛА МОТОРНЫЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Метод сравнительных испытаний». По согласованию с Заказчиком, во изменение требований настоящего Стандарта, количество нагрузочных характеристик было увеличено до трех (при частотах вращения коленчатого вала 1800, 2400, 3500 об/мин) вместо двух (при частотах вращения коленчатого вала 2000 и 3000 об/мин).

Программа ресурсных испытаний обоих образцов моторного масла (базового и с добавкой iMagnet P14) (этап 2) полностью соответствовала требованиям Стандарта системы добровольной сертификации топлив, смазочных масел и технической химии СДС ГСМ-FLM ММ-004-2009 «МАСЛА МОТОРНЫЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Метод

оценки склонности к образованию отложений, ресурсных показателей и противоизносных свойств».

Тексты Стандартов приведены в Приложениях 1, 2 к настоящему Отчету.

5. Результаты испытаний

5.1 Этап 1. Сравнительные испытания двигателя ВАЗ-2112 при работе на маловязком моторном масле с добавлением добавки iMagnet P14 в различных концентрациях

Целью данного фрагмента испытаний являлось определение оптимальной концентрации ввода в моторное масло добавки iMagnet P14, обеспечивающей максимальный эффект снижения расхода топлива.

По согласованию с Заказчиком, испытания проводились на пяти образцах моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 с добавкой iMagnet P14 в объемных концентрациях 0,0; 1,25; 2,50; 3,75; 5,0 об.%.

Сверх данной программы, были проведены аналогичные испытания на моторном масле Shell Helix Ultra HX-8 5W-30 с вводом добавки iMagnet P14 в аналогичных концентрациях.

Результаты испытаний приведены ниже.

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.;

η_m – механический к.п.д.;

P_m - давление масла с системе смазывания;

T_m - температура масла в поддоне;

CO – содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя;

NO – содержание окиси азота в отработавших газах двигателя;

CH – содержание остаточных углеводородов в отработавших газах.

Результаты моторных испытаний двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE Professional 0W-20 с добавкой iMagnet P14 сведены в табл. 1-3.

Нагрузочные характеристики, $n=1800$ об/мин

Моторное масло Castrol 0W-20

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	19,87	3,75	2,24	0,599	0,137	0,559	0,990	245	2005	2,20	91
2	39,74	7,49	3,07	0,410	0,200	0,719	1,315	277	2637	2,10	93
3	60,60	11,42	3,93	0,344	0,238	0,798	1,495	280	2643	2,00	96
4	79,48	14,98	4,57	0,305	0,268	0,840	1,258	254	2637	1,95	98
5	102,33	19,29	6,19	0,321	0,255	0,872	4,667	248	850	1,85	100

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14 (50 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20,07	3,78	1,96	0,519	0,158	0,577	1,057	258	1859	2,35	88
2	40,65	7,66	2,79	0,365	0,224	0,737	1,413	283	2449	2,30	90
3	60,22	11,35	3,46	0,304	0,269	0,807	1,545	283	2595	2,00	95
4	80,29	15,13	4,14	0,274	0,299	0,850	1,306	254	2700	1,90	97
5	103,37	19,49	5,96	0,306	0,267	0,881	4,835	257	854	1,85	100

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14(100 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	21,00	3,96	1,96	0,496	0,165	0,597	0,990	253	1790	2,30	90
2	40,01	7,54	2,73	0,363	0,226	0,740	1,396	267	2437	2,25	91
3	60,01	11,31	3,46	0,306	0,268	0,812	1,571	279	2437	2,10	95
4	80,05	15,08	4,07	0,270	0,303	0,854	1,378	248	2689	2,00	97
5	102,05	19,23	5,93	0,309	0,265	0,883	5,061	254	807	1,80	99

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14 (150 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	19,87	3,75	1,96	0,523	0,157	0,581	1,064	250	1877	2,35	89
2	40,73	7,68	2,65	0,345	0,237	0,741	1,618	282	2347	2,30	91
3	59,61	11,24	3,45	0,307	0,267	0,808	1,651	280	2483	2,15	93
4	79,98	15,08	4,14	0,275	0,298	0,850	1,411	251	2656	2,05	95
5	102,33	19,29	5,90	0,306	0,267	0,880	5,001	253	780	1,95	98

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14(200 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20,22	3,81	2,08	0,542	0,148	0,577	1,042	238	1713	2,35	87
2	39,42	7,43	2,69	0,362	0,226	0,727	1,454	273	2335	2,20	90
3	60,65	11,43	3,54	0,309	0,264	0,805	1,668	279	2624	2,15	93
4	80,87	15,24	4,18	0,279	0,298	0,847	1,388	248	2655	2,00	95
5	104,12	19,63	6,16	0,314	0,261	0,878	4,972	252	824	1,95	97

Табл. 1. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2112, n=1800 об/мин.

Нагрузочные характеристики, n=2400 об/мин

Моторное масло Castrol 0W-20

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	19,57	4,92	2,58	0,525	0,156	0,527	1,393	217	1963	2,45	99
2	39,64	9,96	3,53	0,354	0,231	0,696	1,650	218	2383	2,45	100
3	60,22	15,13	4,44	0,294	0,279	0,779	1,320	205	2728	2,35	100
4	80,29	20,18	5,40	0,268	0,306	0,827	1,259	199	2729	2,30	102
5	108,39	27,24	7,78	0,286	0,286	0,868	4,599	255	1051	2,25	104

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14 (50 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	20,72	5,21	2,47	0,475	0,172	0,560	1,422	217	1924	2,50	98
2	40,44	10,16	3,39	0,334	0,245	0,718	1,788	204	2159	2,50	99
3	61,66	15,50	4,26	0,275	0,297	0,800	1,346	198	2661	2,35	101
4	80,37	20,20	5,33	0,264	0,310	0,842	1,378	197	2604	2,30	102
5	110,19	27,69	7,83	0,283	0,290	0,884	4,778	266	1012	2,25	104

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14(100 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	20,72	5,21	2,47	0,475	0,172	0,560	1,415	218	1959	2,55	98
2	40,44	10,16	3,45	0,339	0,241	0,718	1,789	211	2166	2,20	98
3	60,65	15,24	4,41	0,289	0,283	0,797	1,411	196	2630	2,45	99
4	80,87	20,32	5,35	0,263	0,311	0,843	1,357	192	2600	2,45	101
5	110,19	27,69	7,79	0,281	0,291	0,884	4,561	239	1027	2,40	103

Нагрузочные характеристики, $n=2400$ об/мин (продолжение)

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14 (150 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	20,57	5,17	2,47	0,478	0,171	0,551	1,502	217	1936	2,55	98
2	40,15	10,09	3,47	0,344	0,238	0,710	1,725	214	2117	2,50	99
3	60,22	15,13	4,33	0,286	0,286	0,790	1,472	196	2551	2,45	100
4	81,29	20,43	5,59	0,273	0,299	0,839	1,412	193	2555	2,40	101
5	109,90	27,62	8,17	0,296	0,277	0,880	4,835	239	1012	2,35	103

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14(200 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	20,43	5,14	2,52	0,490	0,167	0,545	1,482	219	1902	2,55	98
2	40,37	10,15	3,61	0,356	0,230	0,706	1,788	213	2187	2,45	99
3	59,81	15,03	4,48	0,298	0,275	0,783	1,462	207	2542	2,35	100
4	79,74	20,04	5,69	0,284	0,288	0,830	1,410	195	2514	2,35	101
5	109,15	27,43	8,02	0,292	0,280	0,872	4,679	255	973	2,25	104

Табл.2. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2112, $n=2400$ об/мин.

Нагрузочные характеристики, $n=3500$ об/мин

Моторное масло Castrol 0W-20

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20,29	6,80	3,36	0,493	0,166	0,445	1,082	202	2875	2,50	104
2	41,60	13,94	4,68	0,336	0,244	0,624	1,197	201	3441	2,45	106
3	60,88	20,40	5,84	0,286	0,286	0,711	1,074	192	3501	2,40	107
4	81,17	27,20	6,98	0,256	0,319	0,768	1,056	188	3447	2,35	109
5	115,67	38,76	11,86	0,306	0,267	0,828	6,474	209	589	2,25	111

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14 (50 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	19,28	6,46	2,99	0,463	0,177	0,443	1,057	198	2755	2,55	105
2	41,60	13,94	4,51	0,324	0,253	0,636	1,233	194	3336	2,50	106
3	60,88	20,40	5,70	0,279	0,293	0,722	1,132	184	3370	2,40	107
4	81,17	27,20	6,97	0,256	0,319	0,778	1,259	184	3208	2,35	109
5	115,67	38,76	11,63	0,300	0,273	0,837	6,522	201	728	2,30	110

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14(100 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	21,15	7,09	3,27	0,461	0,177	0,472	1,167	194	2783	2,55	104
2	41,30	13,84	4,66	0,337	0,243	0,639	1,348	191	3288	2,50	106
3	60,43	20,25	5,90	0,291	0,281	0,725	1,244	180	3300	2,50	107
4	82,59	27,68	7,29	0,263	0,311	0,785	1,303	180	3161	2,45	109
5	114,82	38,48	11,87	0,308	0,265	0,839	6,680	198	710	2,35	111

Нагрузочные характеристики, $n=3500$ об/мин (продолжение)

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14 (150 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	19,64	6,58	3,21	0,487	0,168	0,448	1,185	197	2712	2,60	103
2	40,29	13,50	4,70	0,348	0,235	0,628	1,353	192	3264	2,50	105
3	60,43	20,25	6,13	0,303	0,270	0,720	1,332	173	3214	2,40	107
4	80,58	27,00	7,29	0,270	0,303	0,777	1,328	181	3129	2,25	109
5	113,81	38,14	12,12	0,318	0,257	0,835	6,554	192	684	2,20	110

Моторное масло Castrol 0W-20 + P14(200 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	20,14	6,75	3,46	0,512	0,160	0,453	1,231	198	2774	2,50	104
2	40,29	13,50	4,90	0,363	0,226	0,626	1,381	192	3158	2,50	105
3	60,43	20,25	6,19	0,306	0,268	0,718	1,209	183	3327	2,45	107
4	80,58	27,00	7,78	0,288	0,284	0,774	1,290	181	3146	2,35	108
5	112,81	37,80	12,00	0,317	0,258	0,831	6,740	196	710	2,30	109

Табл. 3. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2112, $n=3500$ об/мин.

Результаты проиллюстрированы графиками на рис.4...12.

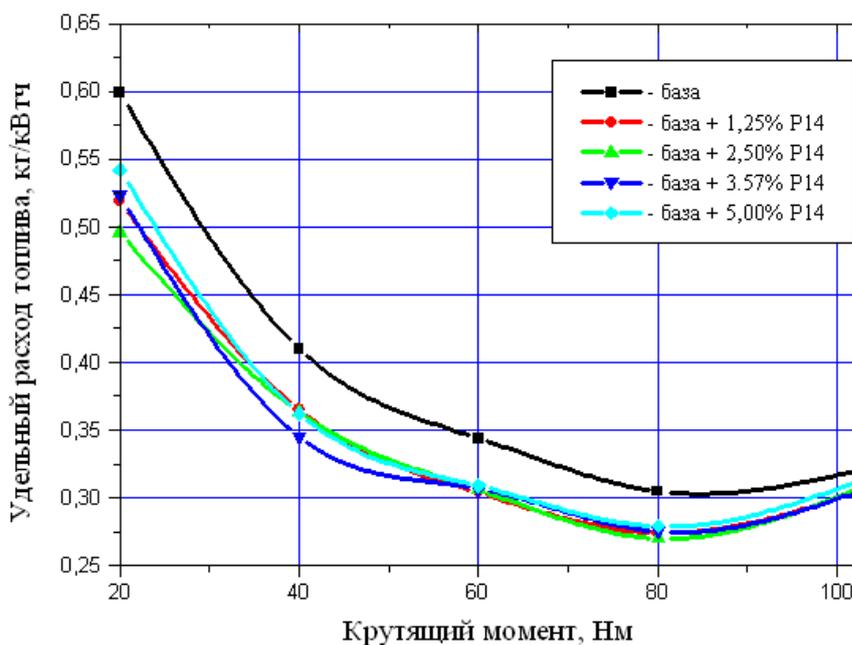


Рис. 4. Изменение удельного расхода топлива двигателя VAZ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=1800$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

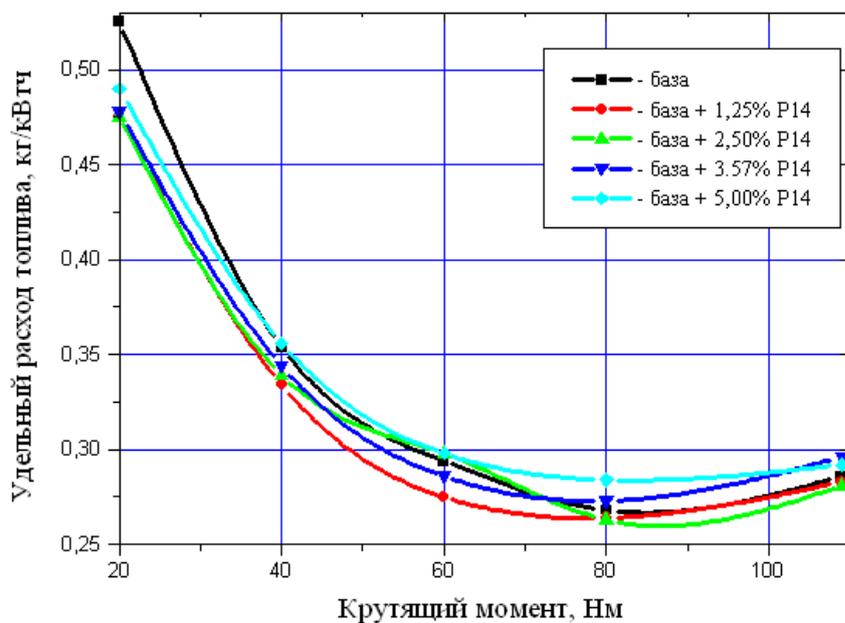


Рис. 5. Изменение удельного расхода топлива двигателя VAZ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=2400$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

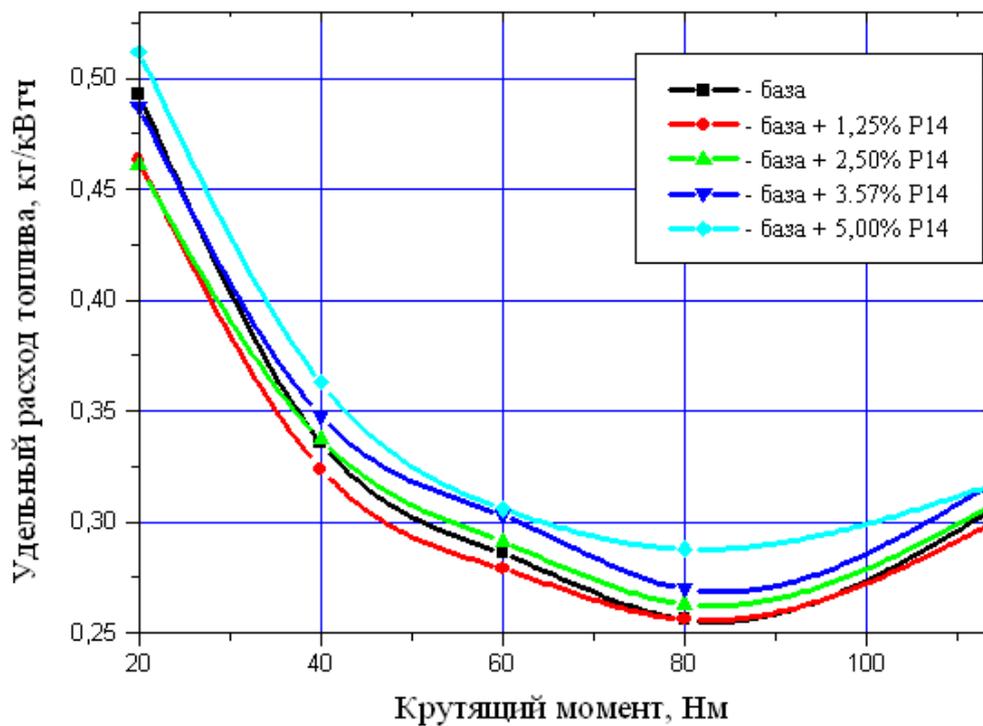


Рис. 6. Изменение удельного расхода топлива двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=3500$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

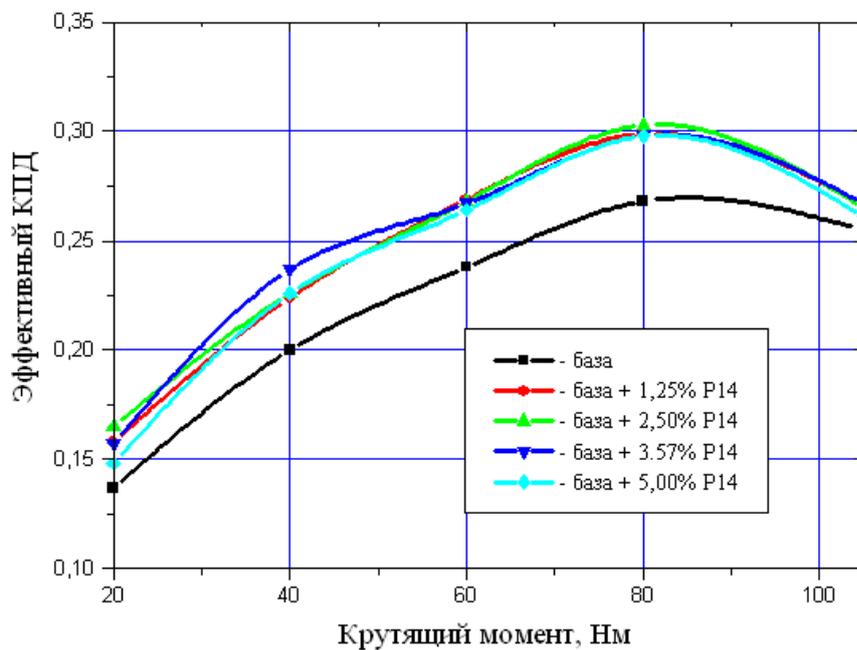


Рис.7. Изменение эффективного КПД двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=1800$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

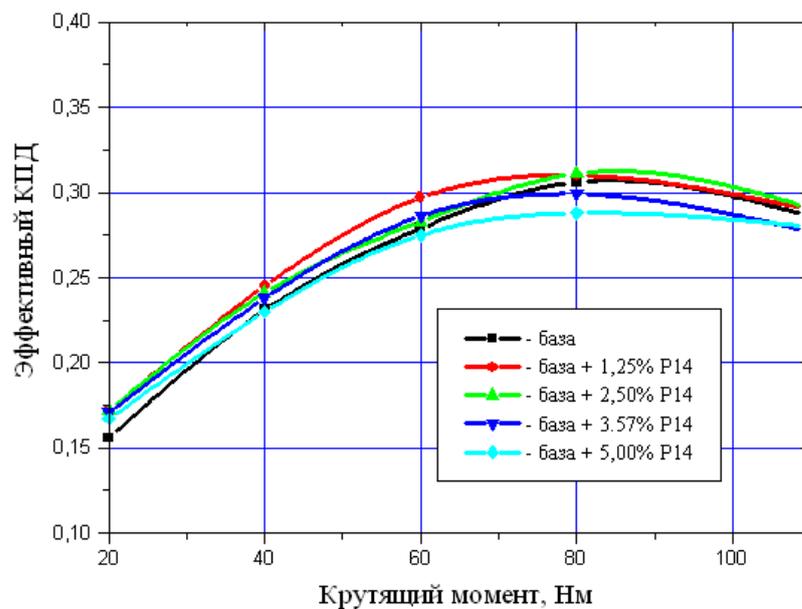


Рис.8. Изменение эффективного КПД двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=2400$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

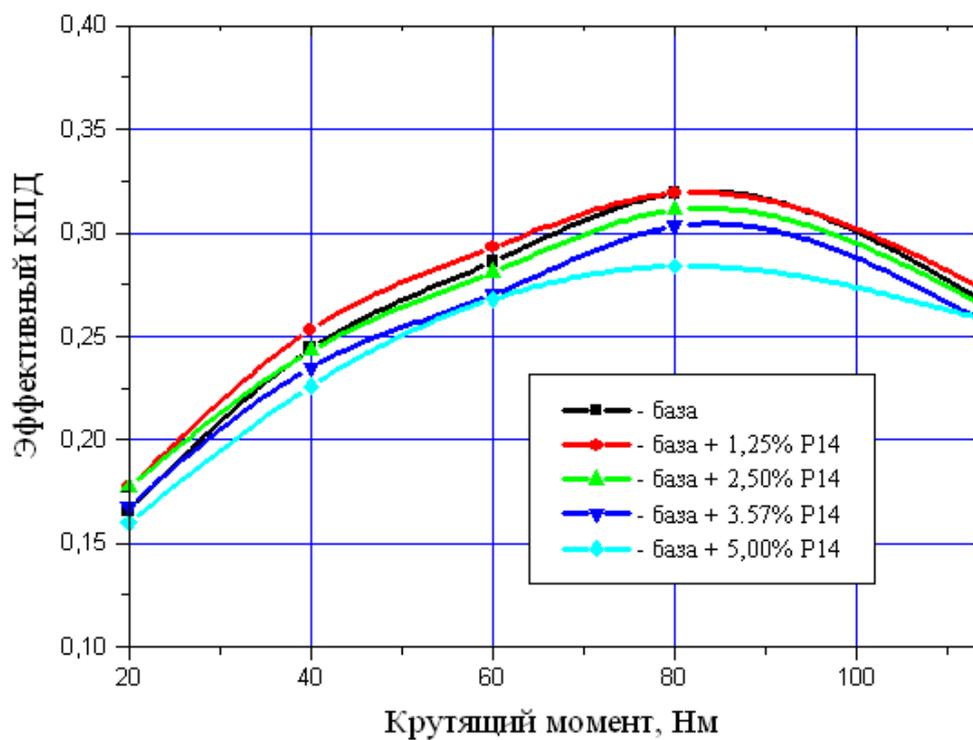


Рис.9. Изменение эффективного КПД двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=3500$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

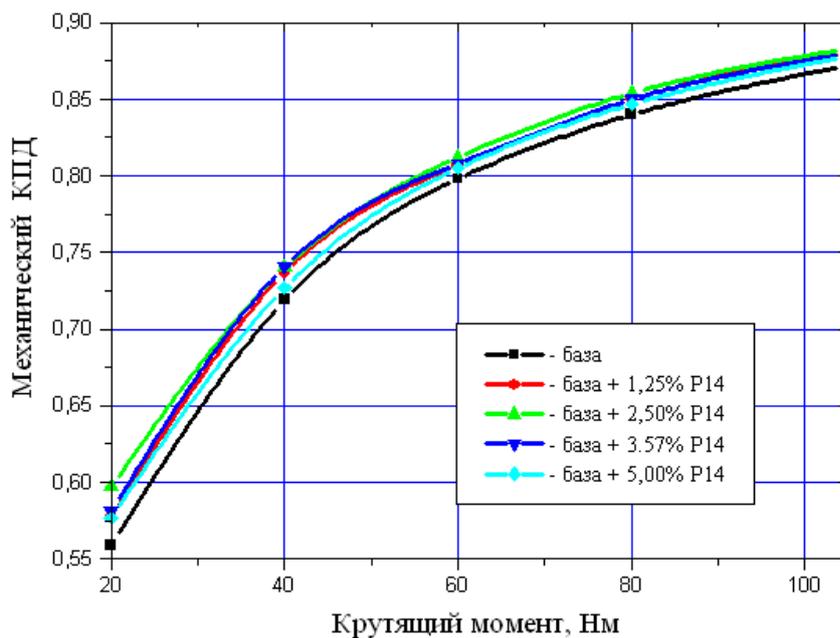


Рис.10. Изменение механического КПД двигателя VAZ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=1800$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20

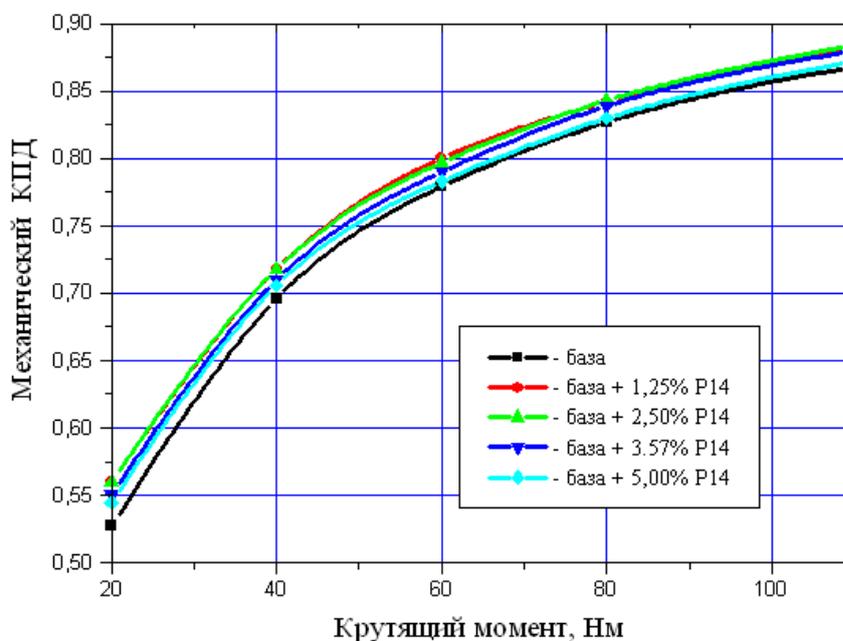
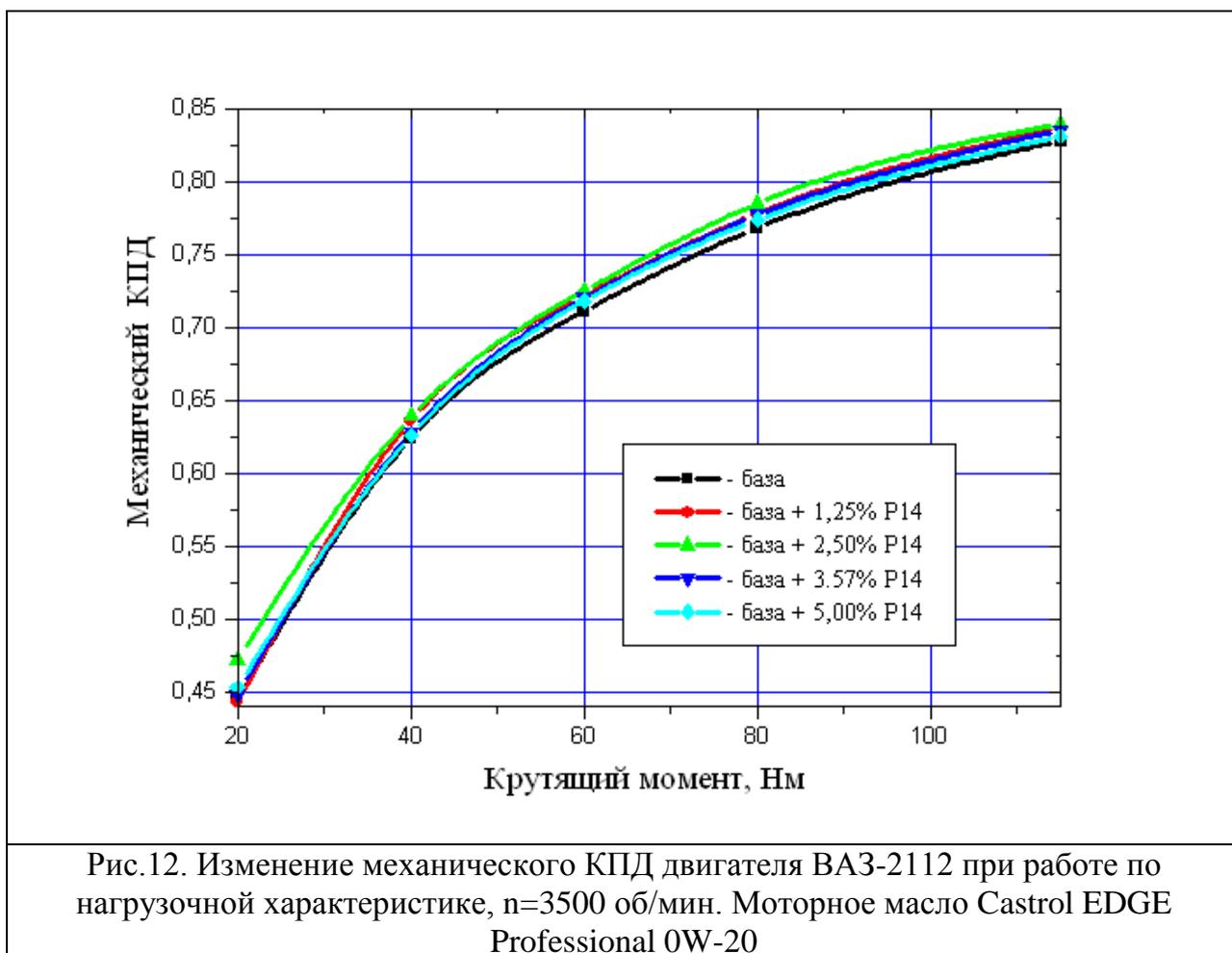


Рис.11. Изменение механического КПД двигателя VAZ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=2400$ об/мин. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20



Результаты замеров момента механических потерь двигателя методом прокрутки от стенда сведены в табл.4.

Момент механических потерь, Нм				
Частота вращения кол. вала, об/мин	Castrol EDGE 0W-20		Castrol EDGE 0W-20 + 50 мл P14	
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель	Закрытый дроссель	Открытый дроссель
300	19,0	18,0	18,5	17,5
1000	14,0	12,5	12,5	11,5
1500	14,5	13,0	12,5	12,0
1800	16,0	15,0	15,0	14,0
2400	18,0	16,5	17,0	14,5
3000	20,0	18,0	19,0	16,0
3500	26,0	24,0	25,0	22,5
Частота вращения кол. вала, об/мин	Castrol EDGE 0W-20 + 100 мл P14		Castrol EDGE 0W-20 +150 мл P14	
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель	Закрытый дроссель	Открытый дроссель
300	18,5	17,0	18,5	17,5
1000	12,0	11,0	13,0	11,5
1500	12,5	11,5	13,5	12,0
1800	14,5	13,5	14,5	14,0
2400	17,0	14,5	17,5	15,0
3000	18,5	16,5	19,0	17,0
3500	24,5	22,0	25,0	22,5
Частота вращения кол. вала, об/мин	Castrol EDGE 0W-20 + 200 мл P14			
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель		
300	19,0	17,5		
1000	13,5	12,0		
1500	14,0	12,0		
1800	15,0	14,5		
2400	17,5	16,0		
3000	19,0	17,5		
3500	25,0	23,0		

Табл.4. Замеры момента механических потерь при работе двигателя ВАЗ-2112 на моторном масле Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с добавкой iMagnet P14 в различных концентрациях

В процессе испытаний, по окончании каждого цикла, отбирались пробы масла, содержащего добавку iMagnet P14 в различных концентрациях. Для этих проб проводилось определение кинематической вязкости при температурах 40, 100, 120 град.С и

высокотемпературной динамической вязкости НТНС при температуре 150 град.С.

Замеры вязкости выполнялись в лаборатории Заказчика - ООО «ВМПАВТО».

Результаты замеров параметров вязкости образцов моторных масел сведены в табл. 5.

Образец масла/ Температура, град.С	Моторное масло Castrol EDGE 0W-20 с добавкой iMagnet P14 в концентрации (об.%):				
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0
Кинематическая вязкость, мм ² /с					
40	47,35	47,35	48,46	49,30	50,69
100	8,96	9,06	9,22	9,39	9,62
120	6,17	6,27	6,34	6,57	6,70
Высокотемпературная динамическая вязкость, мПас					
150	2,87	2,94	2,98	2,99	3,04
Расчетные параметры					
Индекс вязкости	172	176	175	180	180
Условная температура проворачиваемос ти КВ, град .С	-31,6	-32,2	-31,7	-32,4	-32,0

Табл.5. Результаты замеров параметров вязкости образцов моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с различным содержанием добавки iMagnet P14.

Результаты моторных испытаний двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell Helix Ultra НХ-8 5W-30 с добавкой iMagnet P14 сведены в табл. 6-8.

Нагрузочные характеристики, $n=1800$ об/мин

Моторное масло Shell HX-8 5W-30

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.51	3.87	2.30	0.594	0.138	0.552	1.014	255	1734	2.60	86
2	41.03	7.73	3.07	0.397	0.206	0.713	1.151	292	2445	2.55	94
3	61.54	11.60	3.95	0.341	0.240	0.790	1.295	288	2665	2.50	97
4	82.06	15.47	4.68	0.302	0.271	0.836	1.130	279	2680	2.25	100
5	97.90	18.45	6.25	0.339	0.241	0.860	5.191	291	757	2.10	102

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14 (50 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.73	3.91	2.14	0.548	0.149	0.570	0.953	238	1936	2.50	97
2	42.49	8.01	3.09	0.386	0.212	0.733	1.273	265	2499	2.50	98
3	62.18	11.72	3.81	0.325	0.252	0.803	1.470	275	2563	2.35	100
4	82.91	15.63	4.55	0.291	0.291	0.846	1.474	266	2607	2.20	102
5	99.31	18.68	6.23	0.345	0.239	0.863	5.345	284	671	2.10	104

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14(100 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.96	3.95	2.05	0.519	0.158	0.580	0.907	237	1901	2.40	99
2	42.44	8.00	2.97	0.371	0.221	0.739	1.340	282	2466	2.40	99
3	63.40	11.95	3.74	0.313	0.262	0.811	1.532	286	2539	2.25	101
4	84.36	15.90	4.51	0.284	0.288	0.852	1.331	261	2553	2.20	102
5	99.56	18.77	6.19	0.330	0.248	0.873	5.631	283	616	2.15	104

Нагрузочные характеристики, $n=1800$ об/мин (продолжение)

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14 (200 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pм, бар	Tм, град. С
1	20.60	3.88	2.22	0.573	0.143	0.558	1.045	244	1884	2.50	100
2	41.20	7.77	3.06	0.394	0.208	0.717	1.441	289	2375	2.45	101
3	62.82	11.84	3.88	0.327	0.250	0.795	1.576	291	2487	2.35	103
4	82.39	15.53	4.56	0.294	0.279	0.837	1.375	269	2510	2.30	105
5	99.90	18.83	6.06	0.322	0.254	0.862	5.115	304	552	2.25	106

Табл. 6. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2112, $n=1800$ об/мин.

Нагрузочные характеристики, $n=2400$ об/мин

Моторное масло Shell HX-8 5W-30

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.73	5.21	2.89	0.555	0.147	0.515	1.288	228	1815	2.55	102
2	41.45	10.42	4.07	0.390	0.210	0.683	1.177	201	2058	2.50	102
3	62.18	15.63	5.05	0.323	0.253	0.766	1.164	209	2578	2.45	104
4	82.91	20.84	6.17	0.296	0.276	0.815	1.167	200	2641	2.40	105
5	105.71	26.57	8.52	0.321	0.255	0.851	5.035	258	849	2.30	107

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14 (50 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.88	5.25	2.69	0.512	0.160	0.544	1.357	222	1841	2.65	103
2	42.28	10.63	3.89	0.366	0.223	0.710	1.393	223	2094	2.55	103
3	63.68	16.01	4.86	0.304	0.270	0.789	1.314	211	2567	2.50	104
4	83.52	20.99	5.96	0.284	0.288	0.833	1.259	193	2631	2.50	106
5	106.54	26.80	8.46	0.319	0.256	0.865	5.195	248	811	2.40	108

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14(100 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	21.40	5.38	2.75	0.511	0.160	0.550	1.355	231	1882	2.65	102
2	41.76	10.50	3.90	0.372	0.220	0.705	1.405	231	2164	2.65	102
3	62.64	15.74	4.78	0.303	0.270	0.782	1.313	217	2516	2.60	104
4	84.56	21.25	5.90	0.278	0.295	0.829	1.294	196	2626	2.50	105
5	106.49	26.76	8.24	0.308	0.266	0.859	5.256	243	825	2.50	107

Нагрузочные характеристики, $n=2400$ об/мин (продолжение)

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14 (200 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.97	5.27	2.86	0.542	0.151	0.522	1.376	242	1740	2.75	102
2	42.46	10.67	4.03	0.377	0.217	0.691	1.470	238	2042	2.70	103
3	63.42	15.94	4.95	0.310	0.264	0.771	1.425	224	2446	2.70	105
4	83.86	21.08	5.96	0.283	0.289	0.818	1.342	202	2478	2.55	106
5	109.02	27.40	8.36	0.305	0.268	0.855	5.451	276	785	2.55	108

Табл. 7. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2112, $n=2400$ об/мин.

Нагрузочные характеристики, $n=3500$ об/мин

Моторное масло Shell HX-8 5W-30

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.96	7.02	3.79	0.539	0.152	0.432	1.020	199	2714	2.60	107
2	41.92	14.05	5.28	0.376	0.218	0.606	1.154	197	3276	2.60	108
3	62.88	21.07	6.50	0.309	0.265	0.701	1.031	191	3326	2.50	110
4	83.84	28.09	7.77	0.276	0.296	0.760	1.090	187	3180	2.50	111
5	116.07	38.90	12.05	0.311	0.263	0.826	6.538	218	530	2.45	114

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14 (50 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.73	6.95	3.64	0.525	0.156	0.450	1.113	204	2771	2.75	107
2	41.45	13.89	5.07	0.365	0.224	0.623	1.223	206	3256	2.60	108
3	62.18	20.84	6.22	0.299	0.274	0.715	1.044	195	3316	2.50	109
4	83.43	27.96	7.62	0.273	0.300	0.773	1.163	190	3132	2.50	111
5	116.07	38.90	12.11	0.311	0.263	0.829	6.741	220	567	2.45	113

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14(100 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.96	7.02	3.64	0.519	0.158	0.450	1.162	210	2675	2.65	107
2	42.44	14.22	5.16	0.363	0.225	0.627	1.225	205	3148	2.65	108
3	62.88	21.07	6.29	0.298	0.274	0.716	1.096	194	3356	2.55	110
4	84.36	28.27	7.67	0.271	0.301	0.774	1.240	194	3139	2.50	112
5	118.42	39.68	12.47	0.314	0.260	0.831	6.890	231	522	2.45	115

Нагрузочные характеристики, $n=3500$ об/мин (продолжение)

Моторное масло Shell HX-8 5W-30 + P14 (200 мл)

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	η_e	η_m	CO, %	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град. С
1	20.89	7.00	3.77	0.539	0.152	0.438	1.187	215	2492	2.70	108
2	41.78	14.00	5.25	0.375	0.218	0.611	1.330	218	3024	2.70	110
3	62.66	21.00	6.34	0.302	0.271	0.705	1.112	199	3205	2.65	111
4	84.07	28.17	7.84	0.278	0.294	0.764	1.315	202	3014	2.60	113
5	120.11	40.25	12.73	0.316	0.259	0.825	7.015	249	487	2.50	116

Табл. 8. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2112, $n=3500$ об/мин.

Результаты замеров проиллюстрированы графиками на рис. 13...21.

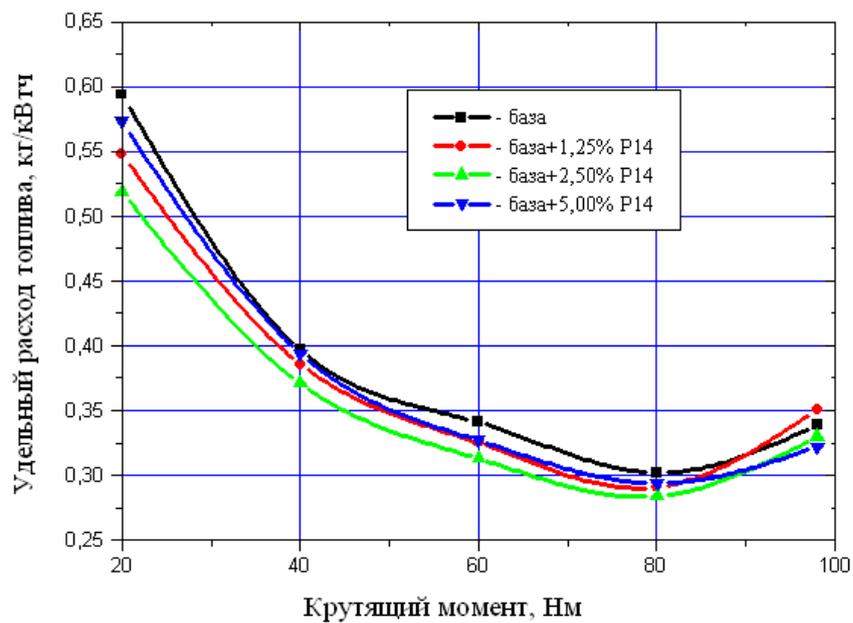


Рис.13. Изменение удельного расхода топлива двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=1800$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30

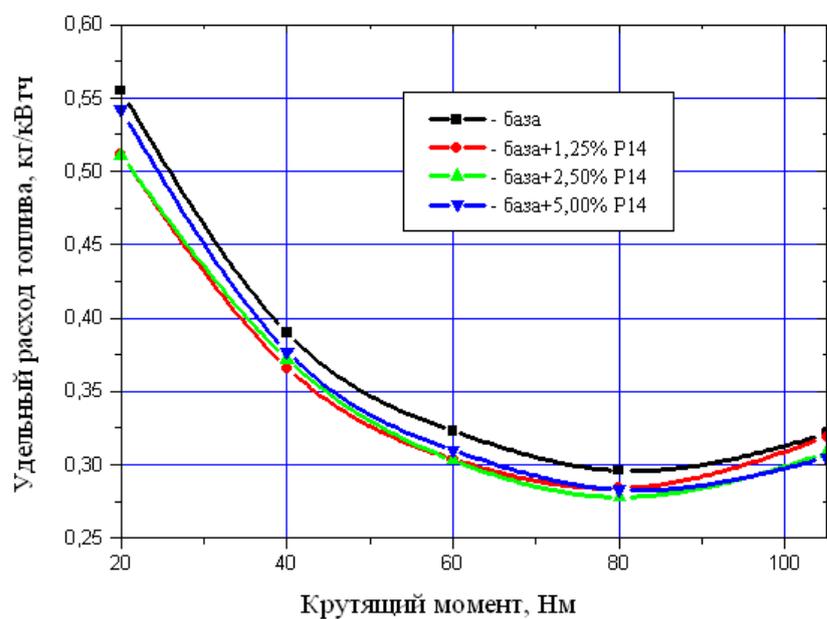
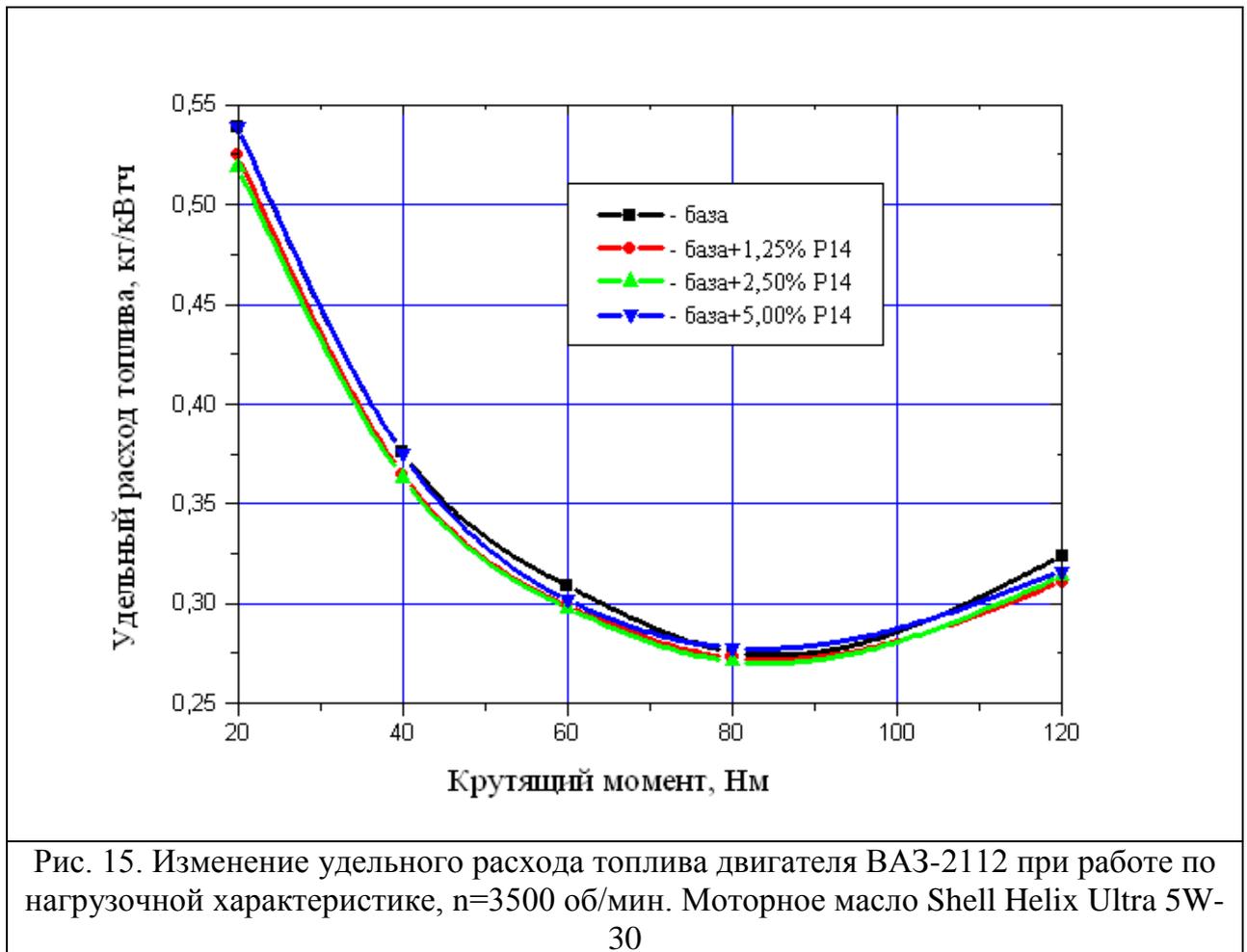


Рис.14. Изменение удельного расхода топлива двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=2400$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30



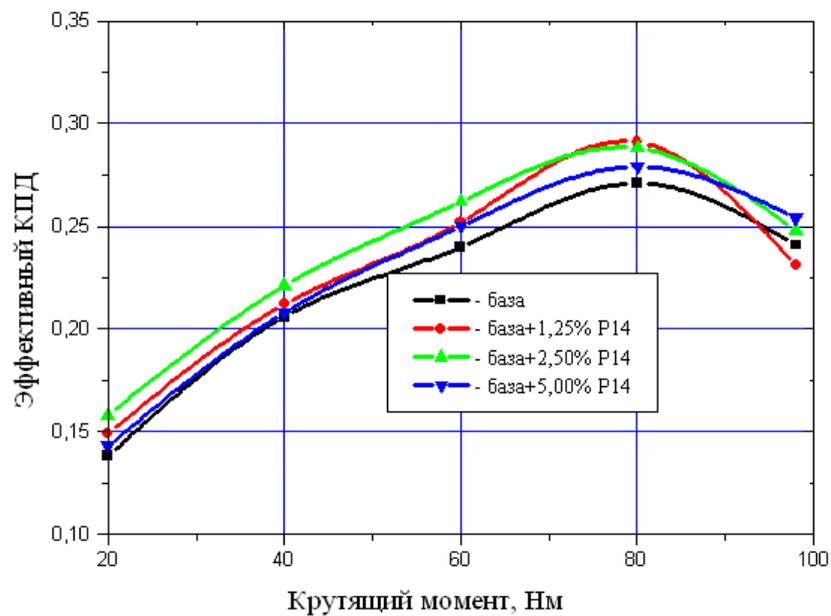


Рис.16. Изменение эффективного КПД двигателя VAZ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=1800$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30

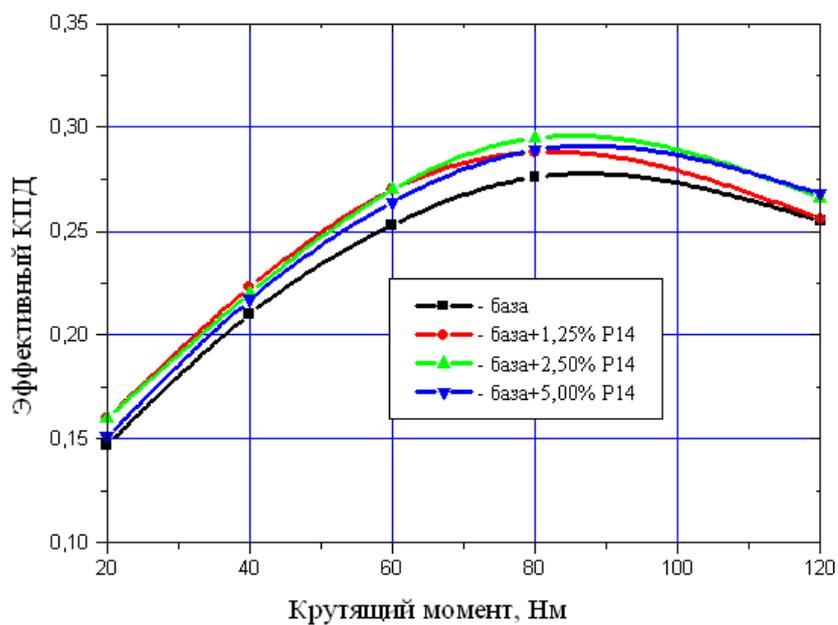


Рис.17. Изменение эффективного КПД двигателя VAZ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=2400$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30

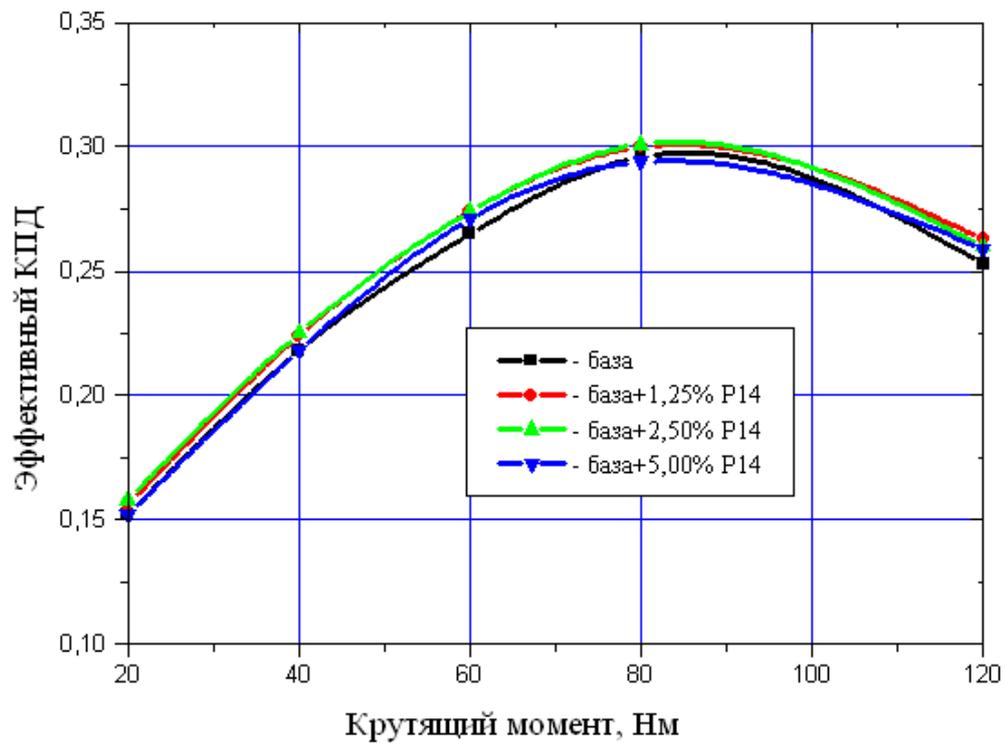


Рис.18. Изменение эффективного КПД двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=3500$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30

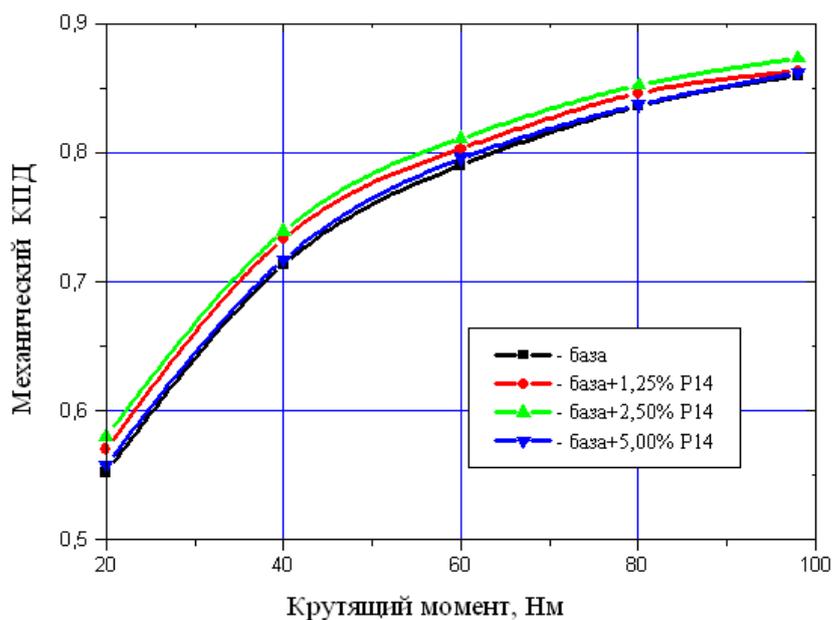


Рис. 19. Изменение механического КПД двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=1800$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30

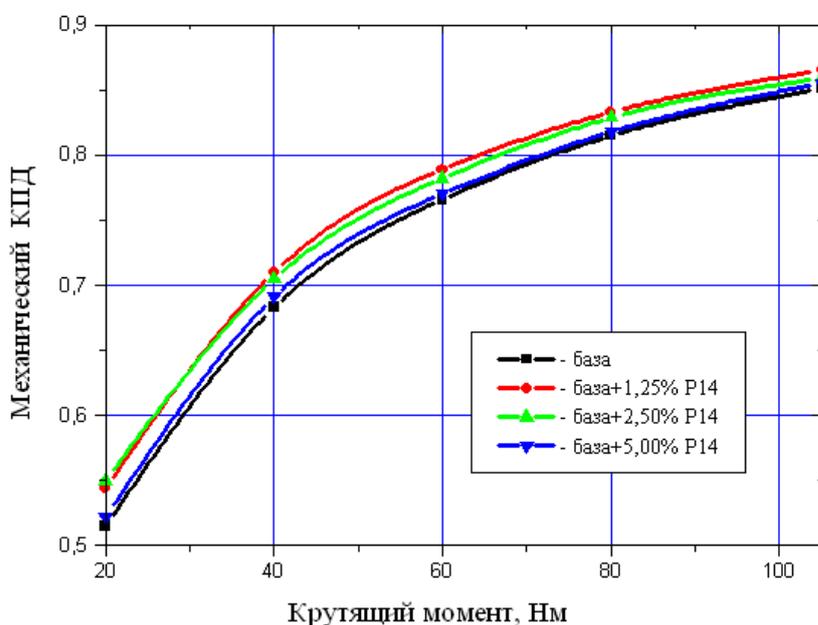
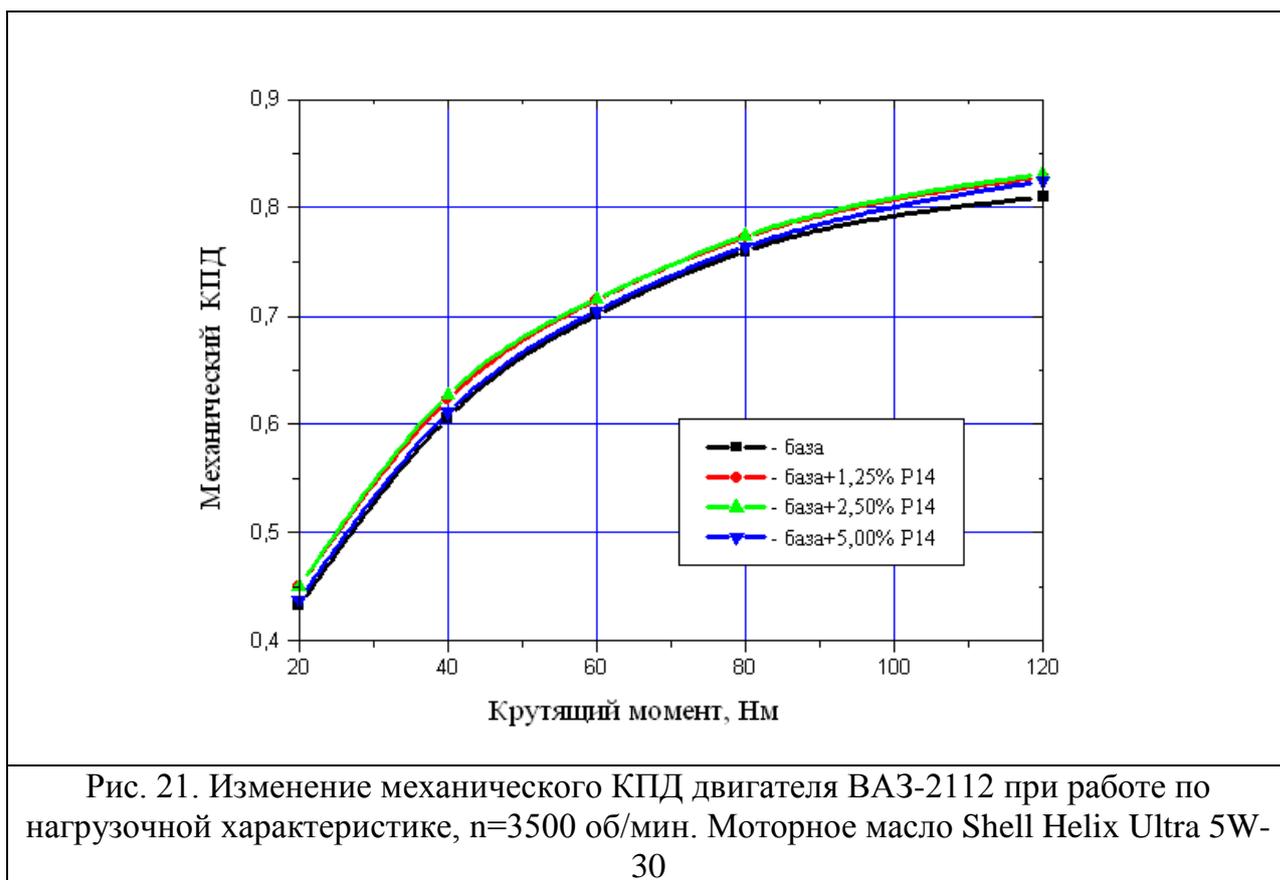


Рис.20. Изменение механического КПД двигателя ВАЗ-2112 при работе по нагрузочной характеристике, $n=2400$ об/мин. Моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30



Данные, полученные при замерах момента механических потерь методом прокрутки двигателя от стенда, сведены в табл. 9.

Момент механических потерь, Нм				
Частота вращения кол. вала, об/мин	Shell HX-8 5W-30		Shell HX-8 5W-30 + 50 мл P14	
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель	Закрытый дроссель	Открытый дроссель
300	20,5	19,5	19,5	18,0
1000	15,5	14,5	14,0	13,5
1500	15,0	14,5	13,5	14,0
1800	17,0	16,0	16,0	14,5
2400	20,0	18,5	18,5	17,5
3000	22,0	20,0	20,5	18,5
3500	28,5	26,0	27,0	24,5
Частота	Shell HX-8 5W-30		Shell HX-8 5W-30	

вращения кол.вала, об/мин	+ 100 мл P14		+200 мл P14	
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель	Закрытый дроссель	Открытый дроссель
300	19,5	17,0	20,5	19,0
1000	14,0	12,5	15,5	14,5
1500	13,0	13,5	14,5	15,0
1800	15,5	14,5	16,5	16,0
2400	17,5	17,5	19,5	18,5
3000	20,0	18,5	21,0	19,5
3500	26,5	24,0	27,5	25,5

Табл. 9. Замеры момента механических потерь при работе двигателя на моторном масле Shell Helix Ultra HX-8 5W-30

Результаты замеров параметров вязкости образцов моторных масел сведены в табл. 10.

Образец масла/ Температура, град.С	Моторное масло Shell Helix Ultra HX-8 с добавкой iMagnet P14 в концентрации (об.%):				
	0,0	1,25	2,5	3,75	5,0
Кинематическая вязкость, мм ² /с					
40	69.90	71.30	73.52		79.65
100	11.70	11.98	12.53		13.65
120	8.08	8.36	8.63		9.19
Высокотемпературная динамическая вязкость, мПас					
150	3.52	3.50	3.54		3.77
Расчетные параметры					
Индекс вязкости	168	173	175		176
Условная температура проворачиваемости КВ, град .С	-25,9	-26,3	-26,3		-25,3

Табл.10. Результаты замеров параметров вязкости образцов моторного масла Shell Helix Ultra HX-8 5W-30 с различным содержанием добавки iMagnet P14.

Анализ результатов первого этапа испытаний

Анализ результатов, полученных при проведении первого этапа сравнительных стендовых моторных испытаний, выявляет следующее:

- Анализ результатов замеров параметров вязкости образцов масла, отобранных на различных стадиях испытаний, показывает, что добавка к моторному маслу добавки iMagnet P14 влечет за собой рост вязкости масла во всем температурном диапазоне. Несколько выпадающий результат показывает замер высокотемпературной вязкости масла Shell Helix NH-8 5W-30 при вводе добавки iMagnet P14 в половинной по сравнению с рекомендованной концентрации. Для этого образца наблюдалось незначительное снижение параметра НТНС по сравнению с базовым образцом масла. Возможно, этот факт следует отнести к погрешности замера параметра.

- Выражена зависимость эффективности повышения вязкости масла от его состава. Так, для масла Castrol EDGE 0W-20, ввод добавки равномерно повышает вязкость во всем диапазоне температур. Ввод 5 об.% добавки повышает вязкость на 7...8% как во зоне температур 40⁰С и 100⁰С, так и высокотемпературной вязкости НТНС при 150⁰С. Для моторного масла Shell Helix Ultra NH-8 влияние добавки более выражено в нижнем диапазоне температур. Так, добавление 5 об.% добавки увеличило кинематическую вязкость при 40⁰С на 14%, в то время как параметр НТНС вырос на 7%. Очевидно, эта разница определяется

взаимодействием добавки iMagnet P14 с пакетом загущающих присадок товарного масла.

- При общем росте вязкости во всем температурном диапазоне, при вводе добавки iMagnet P14 наблюдается увеличение индекса вязкости и некоторое улучшение низкотемпературных показателей масла (в частности, предельной температуры проворачиваемости коленчатого вала). Это означает, что использование добавки даже в повышенной концентрации не приведет к ухудшению пусковых характеристик двигателя при отрицательных температурах.

- Наблюдается существенная зависимость экономичности двигателя, эффективного КПД и мощности потерь трения от процента ввода добавки iMagnet P14. Усредненные эффекты добавления в масло вышеупомянутой добавки, полученные по окончании испытаний, сведены в табл. 11,12 и проиллюстрированы графиками на рис. 22,23. В данной таблице приведены проценты улучшения/ухудшения показателей относительно замеренных при работе двигателя на чистом масле, усредненные по 20 точкам замера, интерполированным по экспериментальным данным.

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	СО, %	СН, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	28,43	0,359	0,242	0,724	2,055	226	2365
2	Базовое масло + 1,25% iMagnet P14	28,65	0,335	0,256	0,738	2,138	225	2280
		+0,8%	-6,7%	+5,8%	+1,9%	+4,0%	-0,4%	-3,1%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	28,45	0,337	0,253	0,743	2,178	220	2252
		+0,1%	-6,1%	+4,5%	+2,6%	+6,0%	-2,6%	-4,8%
4	Базовое масло + 3,75% iMagnet P14	28,35	0,344	0,249	0,736	2,230	221	2221
		-0,3%	-4,2%	+2,9%	+1,6%	+8,5%	-2,2%	-6,1%
5	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	28,28	0,354	0,242	0,731	2,213	222	2226
		-0,5%	-1,4%	0,0%	+1,0%	+7,7%	-1,8%	-5,9%

Табл.11. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации

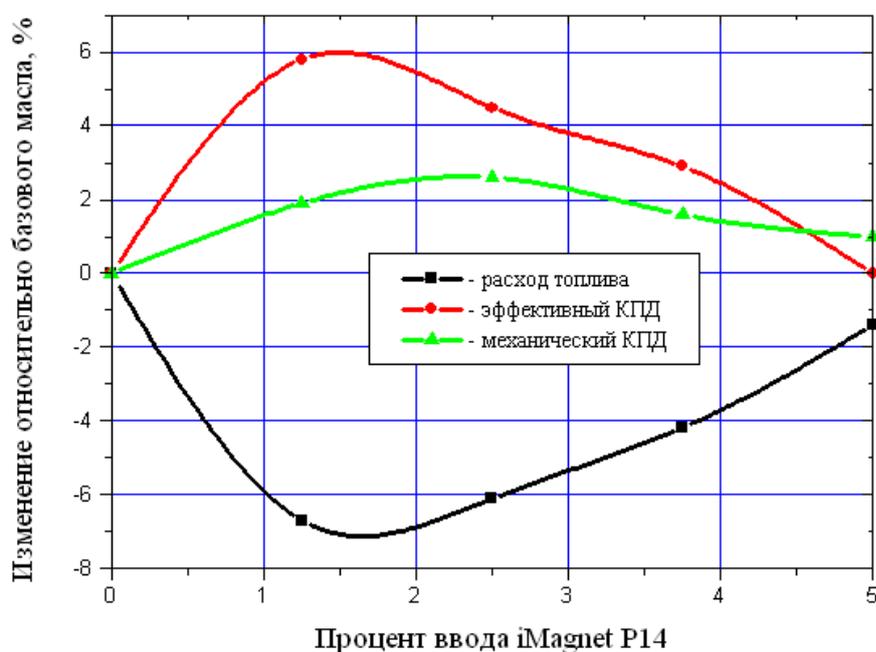


Рис. 22. Эффекты применения добавки iMagnet P14 в моторное масло Castrol EDGE 0W-20

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	CO, %	CH, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	27,41	0,379	0,228	0,713	2,03	233	2216
2	Базовое масло + 1,25% iMagnet P14	27,73	0,364	0,245	0,729	2,15	229	2217
		+1,2%	-4,0%	+7,5%	+2,2%	+6,9%	-1,7%	+0,1%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	28,40	0,357	0,250	0,732	2,20	233	2195
		+3,6%	-5,8%	+9,6%	+2,7%	+8,4%	0,0%	-1,0%
4	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	28,83	0,369	0,234	0,718	2,24	244	2101
		+5,2%	-2,6%	+2,6%	+0,7%	+10,3%	+4,7%	-5,0%

Табл.12. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell HX-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации

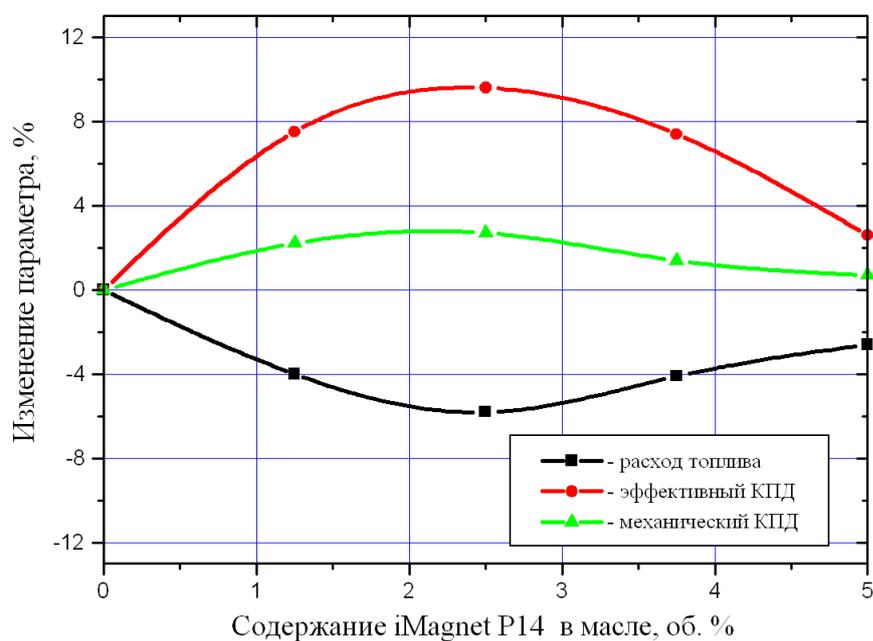


Рис.23. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell HX-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации

Анализ данных, приведенных на рис. 22, 23, показывает, что максимального эффекта по снижению расхода топлива при использовании моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium, достигается при вводе добавки iMagnet P14 в объемной концентрации 1,7...1,8%. При этом снижение расхода топлива, усредненного за цикл испытаний, достигает 7% по отношению к базовому циклу испытаний на моторном масле, не содержащем добавку.

При использовании в качестве базового масла Shell Helix Ultra NH-8 5W-30, картина зависимости эффективности добавки iMagnet P14 повторяется, но оптимальная концентрация ввода добавки выше и составляет 2,5%, что соответствует рекомендациям производителя препарата. Однако, величина эффекта несколько ниже, чем зафиксированная при работе двигателя на маловязком масле 0W-20 и составляет 5% по сопоставлению с работой двигателя на масле без добавки.

Очевидно, что большой эффект, зафиксированный при работе двигателя на маловязком масле, отчасти объясняется тем, что данное масло не состоит в списке рекомендованных производителем испытуемого двигателя, потому узлы трения на нем работают в нештатных режимах. Добавка добавки iMagnet P14 повышает вязкость и приближает параметры масла к рекомендованным.

Для анализа зависимости величин эффектов от режима работы двигателя, были отдельно рассчитаны усредненные показатели двигателя при его работе на режимах малых частот вращения (использовалась нагрузочная характеристика при $n=1800$ об/мин), средних частот вращения (использовалась нагрузочная характеристика при $n=2400$ об/мин), высоких частот вращения

(использовалась нагрузочная характеристика при $n=3500$ об/мин), характерных для разных циклов эксплуатации автомобиля.

Результаты приведены в табл. 13-15 (моторное масло Castrol EDGE 0W-20) и табл. 16-18 (моторное масло Shell Helix Ultra 5W-30), и проиллюстрированы графиками на рис. 24-29).

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	CO, %	CH, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	19,29	0,396	0,220	0,757	1,945	261	2154
2	Базовое масло + 1,25% iMagnet P14	19,49	0,356	0,243	0,770	2,031	267	2091
		1,0%	-10,1%	10,4%	1,7%	4,4%	2,3%	-2,9%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	19,23	0,349	0,245	0,772	2,079	260	2032
		-0,3%	-11,9%	11,4%	2,0%	6,9%	-0,4%	-5,7%
4	Базовое масло + 3,75% iMagnet P14	19,29	0,351	0,245	0,772	2,149	263	2029
		0,0%	-11,3%	11,4%	2,0%	10,4%	0,8%	-5,8%
5	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	19,63	0,361	0,239	0,769	2,105	258	2030
		1,8%	-8,8%	8,6%	1,6%	8,3%	-1,2%	-5,8%

Табл. 13. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением добавки iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы малых частот вращения коленчатого вала ($n=1800$ об/мин)

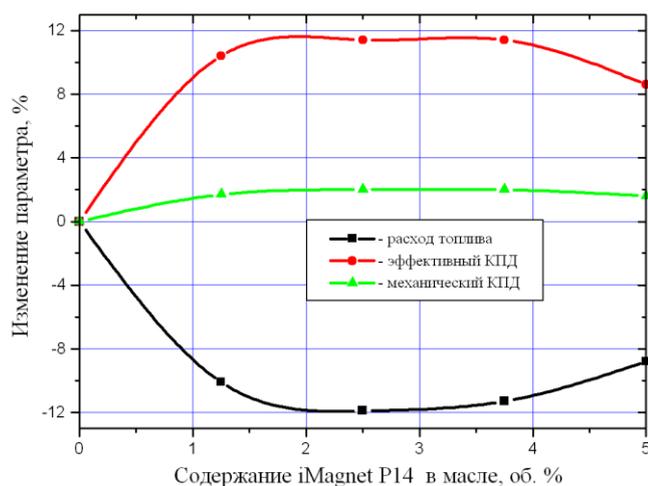


Рис 24. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы малых частот вращения коленчатого вала ($n=1800$ об/мин)

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	CO, %	CH, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	27,24	0,345	0,252	0,739	2,044	219	2171
2	Базовое масло + 1,25% iMagnet P14	27,69	0,326	0,263	0,761	2,142	216	2072
		1,7%	-5,5%	4,4%	2,9%	4,8%	-1,4%	-4,6%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	27,69	0,329	0,260	0,760	2,107	211	2076
		1,7%	-4,6%	3,2%	2,8%	3,1%	-3,7%	-4,4%
4	Базовое масло + 3,75% iMagnet P14	27,62	0,335	0,257	0,754	2,189	212	2034
		1,4%	-2,9%	2,0%	2,0%	6,6%	-3,2%	-6,3%
5	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	27,43	0,344	0,252	0,747	2,164	218	2034
		0,7%	-0,3%	0,0%	1,1%	5,5%	-0,4%	-6,3%

Табл. 14. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы средних частот вращения коленчатого вала ($n=2400$ об/мин)

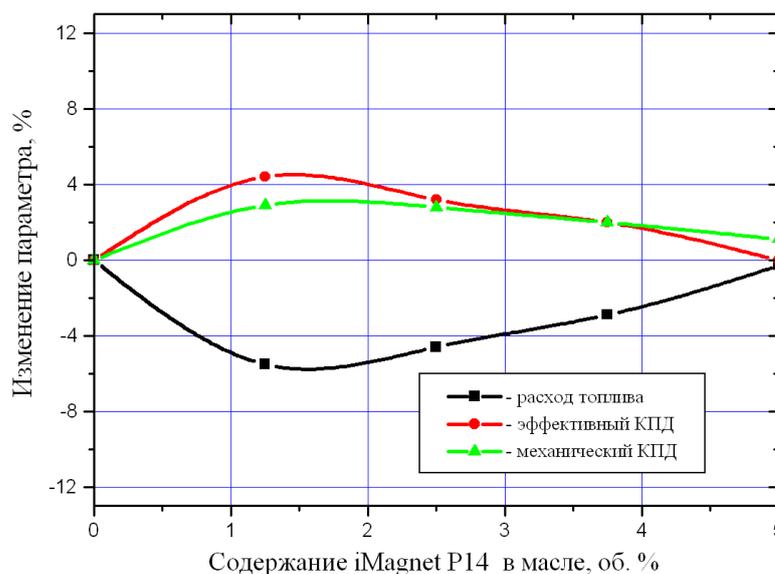


Рис.25. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы средних частот вращения коленчатого вала ($n=2400$ об/мин)

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	CO, %	CH, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	38,76	0,335	0,256	0,675	2,177	198	2771
2	Базовое масло + 1,25% iMagnet P14	38,76	0,324	0,263	0,683	2,241	192	2679
		0,0%	-3,2%	2,7%	1,2%	2,9%	-3,0%	-3,3%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	38,48	0,322	0,265	0,692	2,348	189	2648
		-0,7%	-3,8%	3,5%	2,5%	7,8%	-4,5%	-4,4%
4	Базовое масло + 3,75% iMagnet P14	38,14	0,342	0,261	0,682	2,350	187	2601
		-1,6%	-2,1%	1,9%	1,0%	7,9%	-5,6%	-6,1%
5	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	37,80	0,347	0,249	0,665	2,370	190	2623
		0,1%	+3,5%	-2,7%	-1,5%	8,9%	-4,0%	-5,3%

Табл.15. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы высоких частот вращения коленчатого вала ($n=3500$ об/мин)

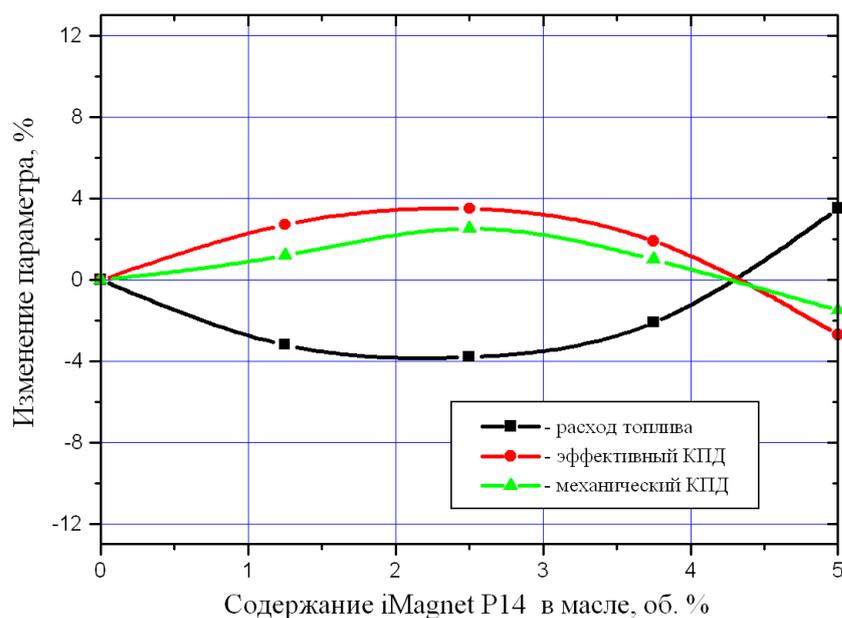


Рис.26. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВА3-2112 при работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы высоких частот вращения коленчатого вала ($n=3500$ об/мин)

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	CO, %	СН, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	18,45	0,395	0,219	0,750	1,956	281	2056
2	Базовое масло + 1.25% iMagnet P14	18,68	0,380	0,227	0,763	2,103	266	2055
		1,2%	-3,8%	3,7%	1,7%	7,5%	-5,3%	0,0%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	18,77	0,363	0,234	0,771	2,148	270	2015
		1,7%	-8,1%	6,8%	2,8%	9,8%	-3,9%	-2,0%
4	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	18,83	0,382	0,226	0,754	2,110	279	1961
		2,1%	-3,2%	1,8%	0,5%	7,9%	-0,7%	-4,6%

Табл.16. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВА3-2112 при работе на моторном масле Shell НХ-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы малых частот вращения коленчатого вала ($n=1800$ об/мин)

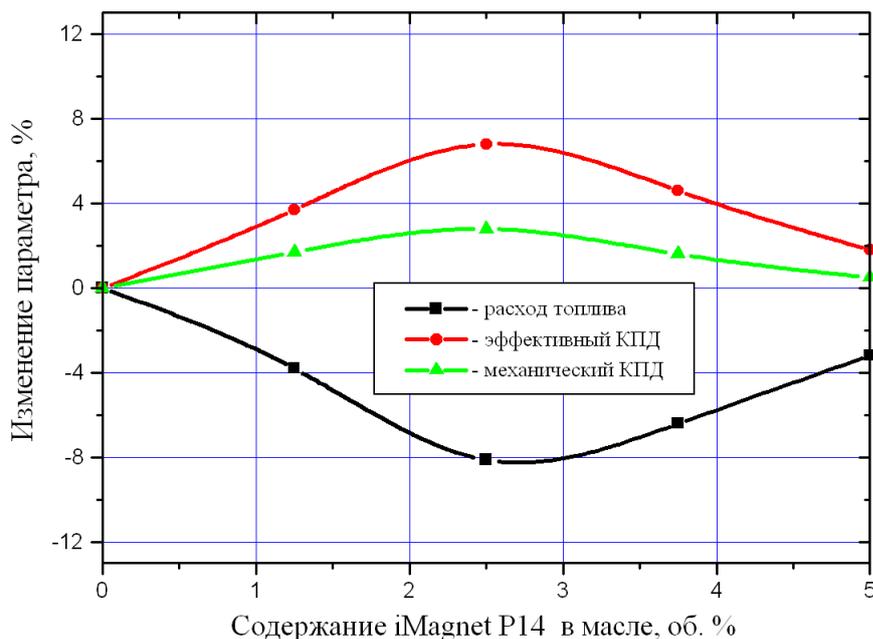


Рис. 27. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell НХ-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы малых частот вращения коленчатого вала ($n=1800$ об/мин)

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	СО, %	СН, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	26,57	0,377	0,228	0,726	1,966	219	1988
2	Базовое масло + 1,25% iMagnet P14	26,50	0,357	0,239	0,748	2,104	219	1989
		-0,3%	-5,6%	4,8%	3,0%	7,0%	0,0%	0,0%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	26,76	0,354	0,242	0,745	2,124	224	2003
		0,7%	-6,1%	6,1%	2,6%	8,0%	2,3%	0,8%
4	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	27,40	0,363	0,239	0,731	2,213	236	1898
		-0,6%	-3,7%	4,8%	0,7%	12,6%	7,8%	-4,5%

Табл.17. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell НХ-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы средних частот вращения коленчатого вала ($n=2400$ об/мин)

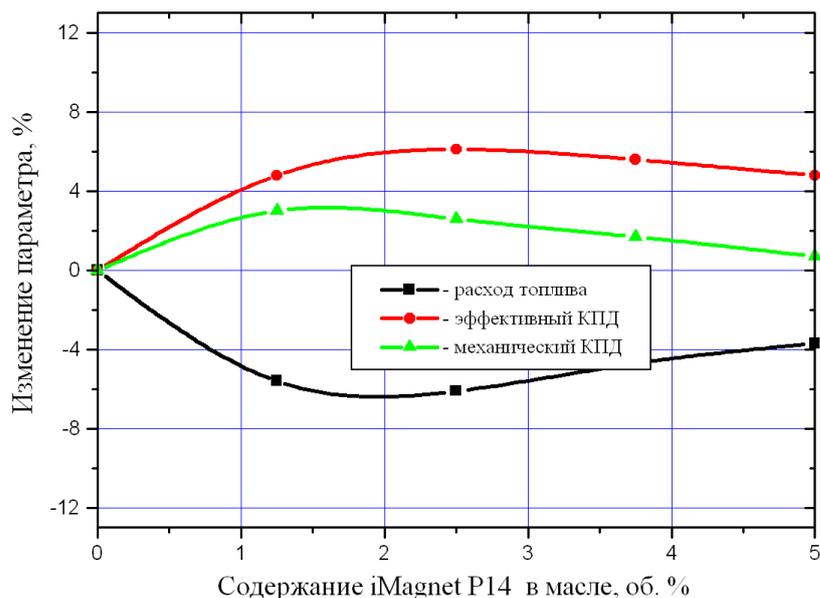


Рис.28. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell НХ-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы средних частот вращения коленчатого вала ($n=2400$ об/мин)

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	СО, %	СН, ppm	NOx, ppm
1	Базовое масло Castrol EDGE 0W-20	38,90	0,365	0,237	0,662	2,167	198	2605
2	Базовое масло + 1.25% iMagnet P14	38,90	0,355	0,243	0,678	2,257	203	2608
		0,0%	-2,7%	2,5%	2,4%	4,2%	2,5%	0,1%
3	Базовое масло + 2,50% iMagnet P14	39,68	0,353	0,244	0,680	2,326	207	2568
		2,0%	-3,3%	3,0%	2,7%	7,3%	4,5%	-1,4%
4	Базовое масло + 5,00% iMagnet P14	40,25	0,362	0,239	0,669	2,392	217	2444
		3,4%	-0,8%	0,8%	1,1%	10,4%	9,6%	-6,2%

Табл. 18. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell НХ-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы больших частот вращения коленчатого вала ($n=3500$ об/мин)

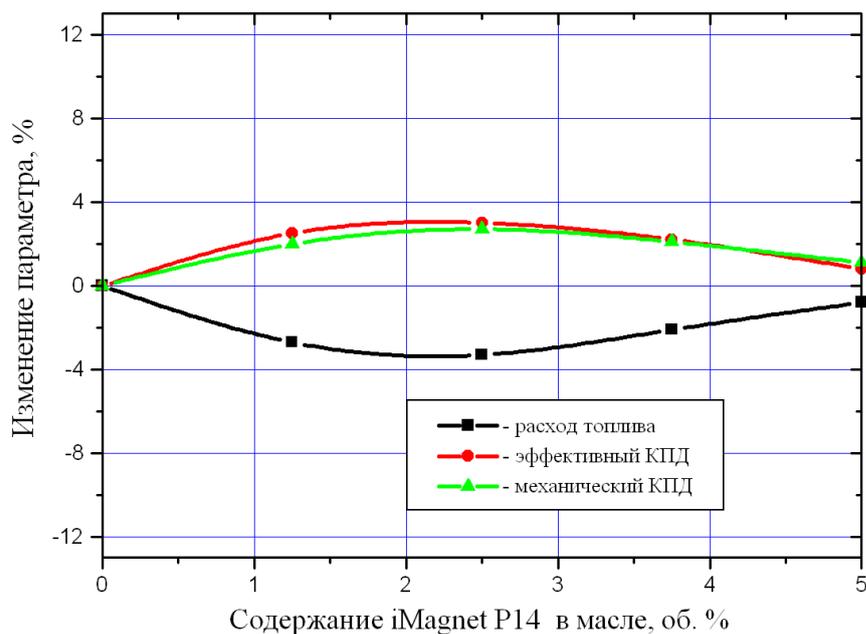


Рис.29. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-2112 при работе на моторном масле Shell NH-8 5W-30 с добавлением iMagnet P14 в различной концентрации. Режимы высоких частот вращения коленчатого вала ($n=3500$ об/мин)

Анализ данных, представленных на вышеприведенных рисунках, выявляет зависимость оптимальной концентрации ввода добавки iMagnet P14 от вида смазочного масла и режима работы. Эти данные сведены в табл. 19.

	Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium			Shell Helix Ultra 5W-30		
	Малые обороты 1800 об/мин	Средние обороты 2400 об/мин	Высокие обороты 3500 об/мин	Малые обороты 1800 об/мин	Средние обороты 2400 об/мин	Высокие обороты 3500 об/мин
Оптимальная концентрация iMagnet P14, об.%	2,0	1,5	2,4	2,8	2,0	2,5
Максимальный эффект снижения расхода топлива, %	12,0	5,5	4,0	8,0	6,5	3,5

Табл.19. Оптимальные концентрации ввода добавки iMagnet P14 и величины максимальных эффектов снижения расхода топлива

Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимальный эффект ввода добавки достигается на режимах малых частот вращения коленчатого вала, характерных для городского цикла эксплуатации автомобиля.

5.2 Этап 2. Длительные испытания двигателя ВАЗ-21083 при работе на моторном масле, содержащем добавку iMagnet P14.

Задачами второго этапа исследования являлись:

- подтверждение эффекта использования добавки iMagnet P14 на другом типе автомобильного двигателя;
- анализ влияния добавки на ресурсные показатели двигателя;
- анализ динамики изменения эффекта работы добавки в течение длительного времени наработки в двигателе;
- анализ влияния добавки на изменение физико-химических показателей моторного масла;
- анализ изменения уровня загрязнений внутренних поверхностей двигателя (высокотемпературных и низкотемпературных) при использовании добавки iMagnet.

Испытания проводились в строгом соответствии со стандартом СДС ГСМ-FLM ММ-004-2009.

Результаты испытаний приведены ниже.

5.2.1 Результаты обкатки экспериментального двигателя

Для проведения испытаний каждого образца моторных масел собирался и обкатывался на стенде отдельный двигатель ВАЗ-21083 (4Ч 8.2/7.1), соответствующий требованиям методики испытаний.

Контрольные испытания проводились на минеральном моторном масле «Лукойл» 10W-40 с использованием бензина «АИ-95-К5» производства ПАО «Лукойл».

Результаты проведенных испытания свидетельствуют об исправном состоянии двигателей и их готовности к проведению испытаний.

5.2.2 Результаты моторной серии испытаний

В процессе проведения испытаний двигатель на испытуемых образцах моторных масел (на масле Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium и этом моторном масле, содержащем добавку iMagnet P14 в концентрации 2,5 об.%) отработал по заданным циклам 120 моточасов. По окончании испытаний были проведены сравнительные стендовые моторные испытания работы контрольного двигателя ВАЗ-21083 на образцах свежих масел и масел, прошедших цикл длительных испытаний.

Для этого в двигатель заливалось по 2.5 литра испытуемого масла (сначала - свежего, потом – отработавшего цикл длительных испытаний). Образец свежего масла испытывался с использованием нового масляного фильтра, отработанного – фильтра, отработавшего цикл длительных испытаний. Все масляные фильтры были одного типа – MANN Filter W914.

В ходе проведения испытаний проводилась серия замеров технико-экономических и экологических параметров для каждого образца масла.

Замена масла проводилась после процедуры длительного слива и двойной промывки мотора маслом испытуемой марки.

Результаты испытаний образцов свежих моторных масел и масел, прошедших цикл длительных испытаний, приведенные к нормальным условиям, сведены в табл. 20-23.

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.;

η_m – механический к.п.д.;

CO – содержание окиси углерода в отработавших газах двигателя;

P_m – давление масла;

T_m – температура масла;

NO – содержание окиси азота в отработавших газах двигателя;

CH – содержание остаточных углеводородов в отработавших газах.

**Нагрузочные характеристики, n=2000 об/мин
Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST**

Начальные параметры

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	СН, ppm	NO, ppm	Рм, бар	Тм, град.С
1	19,22	4,17	2,05	0,492	0,166	0,584	0,124	114	1322	2,5	82
2	39,84	8,34	3,04	0,364	0,225	0,739	0,113	126	2045	2,4	85
3	60,25	12,62	3,76	0,298	0,275	0,813	0,098	118	2407	2,3	87
4	79,67	16,69	4,21	0,252	0,325	0,853	0,156	104	2283	2,2	89
5	106,1	22,21	7,07	0,318	0,318	0,887	4,521	154	527	2,0	91

Параметры по окончании испытаний

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	СН, ppm	NO, ppm	Рм, бар	Тм, град.С
1	20,22	4,24	1,98	0,487	0,172	0,584	0,131	119	1387	2,5	84
2	40,45	8,47	2,94	0,347	0,236	0,741	0,119	132	2122	2,4	86
3	61,18	12,81	3,67	0,286	0,286	0,816	1,005	124	2415	2,3	89
4	80,87	16,94	4,09	0,241	0,339	0,857	0,189	101	2175	2,1	91
5	108,7	22,77	6,95	0,305	0,268	0,893	4,840	167	504	2,0	94

Табл. 20. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-21083, n=2000 об/мин. Длительные испытания моторных масел. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST

**Нагрузочные характеристики, n=3000 об/мин
Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST**

Начальные параметры

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	СО,%	СН, ppm	NO, ppm	Рм, бар	Тм, град.С
1	21,09	6,63	3,00	0,453	0,181	0,548	0,115	95	1230	3,0	88
2	40,18	12,62	4,28	0,339	0,241	0,701	0,104	97	2318	2,9	90
3	60,26	18,93	5,64	0,298	0,275	0,782	0,095	104	2527	2,8	92
4	80,35	25,24	6,97	0,276	0,296	0,830	0,142	93	1955	2,7	95
5	111,7	35,10	11,95	0,340	0,240	0,875	6,145	138	407	2,5	98

Параметры по окончании испытаний

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	СО,%	СН, ppm	NO, ppm	Рм, бар	Тм, град.С
1	20,22	6,35	2,89	0,455	0,180	0,552	0,125	100	1340	3,1	89
2	40,95	12,87	4,20	0,326	0,251	0,718	0,109	105	2345	2,9	92
3	60,92	19,14	5,55	0,290	0,282	0,794	0,091	106	2650	2,8	95
4	81,40	25,57	6,89	0,270	0,304	0,840	0,134	100	1830	2,8	97
5	112,5	35,34	11,80	0,334	0,245	0,882	6,552	149	391	2,6	100

Табл. 21. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-21083, n=3000 об/мин. Длительные испытания моторных масел. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST

**Нагрузочные характеристики, n=2000 об/мин
 Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium
 FST с добавкой 2,5% iMagnet P14**

Начальные параметры

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град.С
1	20.22	4.23	1.94	0.458	0.179	0.602	0,131	110	1301	2,7	81
2	40.44	8.47	2.94	0.347	0.236	0.753	0,124	121	1987	2,6	83
3	61.16	12.81	3.64	0.285	0.288	0.823	0,105	112	2296	2,5	85
4	80.88	16.94	4.05	0.239	0.342	0.860	0,173	99	2225	2,5	87
5	109.7	22.97	7.01	0.305	0.268	0.894	4,684	146	564	2,3	89

Параметры по окончании испытаний

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gt, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	CO,%	CH, ppm	NO, ppm	Pm, бар	Tm, град.С
1	19.90	4.12	2.02	0.480	0.167	0.584	0,139	122	1350	2,7	85
2	40.45	8.47	3.07	0.362	0.226	0.742	0,124	139	2085	2,6	89
3	59.93	12.55	3.69	0.294	0.279	0.812	1,014	131	2392	2,6	92
4	79.91	16.74	4.14	0.247	0.331	0.853	0,204	114	2096	2,6	95
5	109.4	22.91	7.17	0.313	0.262	0.890	4,995	185	526	2,4	97

Табл. 22. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-21083, n=2000 об/мин. Длительные испытания моторных масел. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST с добавкой 2,5% iMagnet P14

**Нагрузочные характеристики, n=3000 об/мин
Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST с
добавкой 2,5% iMagnet P14**

Начальные параметры

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	СО,%	СН, ppm	NO, ppm	Рм, бар	Тм, град.С
1	20.40	6.41	2.83	0.441	0.185	0.552	0,121	91	1211	3,1	90
2	40.80	12.82	4.10	0.320	0.256	0.714	0,111	93	2275	2,9	92
3	61.71	19.39	5.52	0.284	0.288	0.793	0,099	99	2468	2,9	93
4	81.60	25.64	6.88	0.268	0.305	0.837	0,196	90	1870	2,8	96
5	116.5	36.61	12.13	0.331	0.247	0.883	6,442	125	395	2,6	100

Параметры по окончании испытаний

№ режима	Me, нм	Ne, кВт	Gт, кг/ч	ge, кг/кВтч	ηе	ηм	СО,%	СН, ppm	NO, ppm	Рм, бар	Тм, град.С
1	20.79	6.53	2.94	0.450	0.182	0.542	0,134	110	1280	3,2	90
2	40.57	12.74	4.19	0.329	0.249	0.700	0,115	112	2295	3,0	94
3	61.86	19.43	5.59	0.288	0.284	0.783	0,099	115	2612	2,9	97
4	81.13	25.49	6.92	0.272	0.301	0.828	0,147	108	1804	2,7	97
5	117.6	36.96	11.95	0.323	0.253	0.877	6,863	165	412	2,6	103

Табл. 23. Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-21083, n=3000 об/мин. Длительные испытания моторных масел. Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium FST с добавкой 2,5% iMagnet P14

Данные измерения момента механических потерь методом прокрутки от стенда для всех вариантов испытанных моторных масел сведены в табл. 24, 25.

Момент механических потерь, Нм Castrol EDGE 0W-20				
Частота вращения кол.вала, об/мин	Начало испытаний		Окончание испытаний	
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель	Закрытый дроссель	Открытый дроссель
300	17.0	16.0	18,0	17,0
1000	13.5	11.5	14,0	13,0
1500	13.0	11.5	13,0	12,0
1800	14.0	13.0	14,5	12,5
2400	16.0	14.5	16,0	14,0
3000	18.0	16.0	17,0	15,0
3500	22.0	21.0	21,0	20,0

Табл.24. Данные замеров момента механических потерь методом прокрутки от стенда, моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium.

Момент механических потерь, Нм Castrol EDGE 0W-20 + 2,5% P14				
Частота вращения кол.вала, об/мин	Начало испытаний		Окончание испытаний	
	Закрытый дроссель	Открытый дроссель	Закрытый дроссель	Открытый дроссель
300	17.0	16.0	18,5	17,0
1000	12.5	11.5	13,5	12,5
1500	11.5	11.0	13,0	12,0
1800	12.5	12.0	14,0	13,5
2400	15.0	14.0	15,5	14,5
3000	17.0	15.5	18,0	16,5
3500	21.0	20.0	22,0	21,0

Табл.25. Данные замеров момента механических потерь методом прокрутки от стенда, моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с добавкой iMagnet P14 (2,5 об.%).

Полученные результаты проиллюстрированы графиками на рис. 30-37.

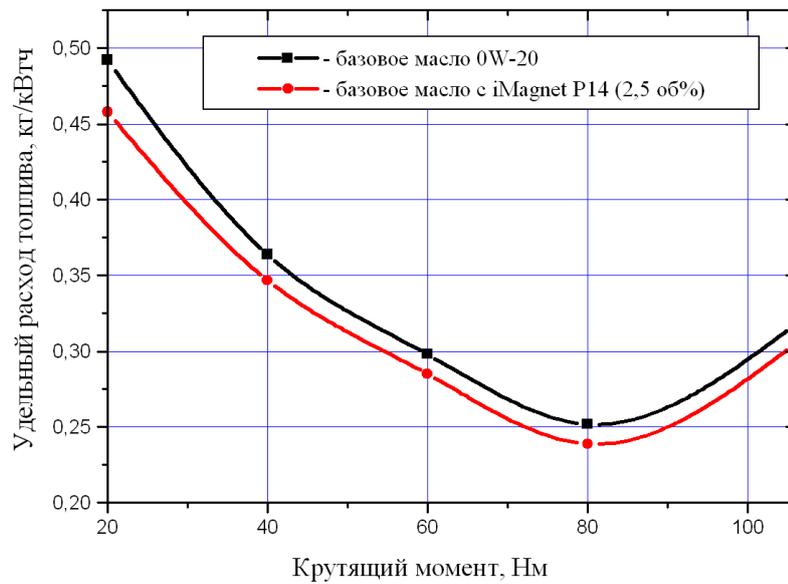


Рис.30. Изменение удельного расхода топлива при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Свежее масло

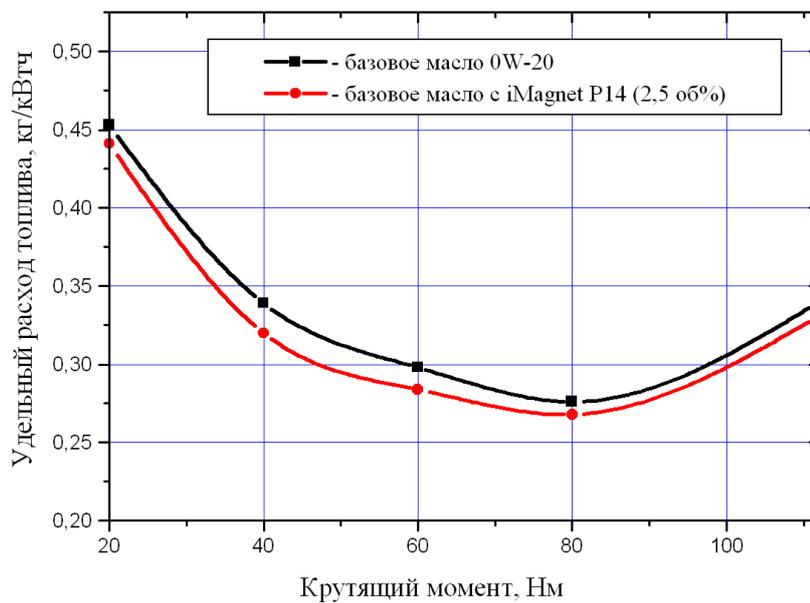


Рис.31. Изменение удельного расхода топлива при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Свежее масло

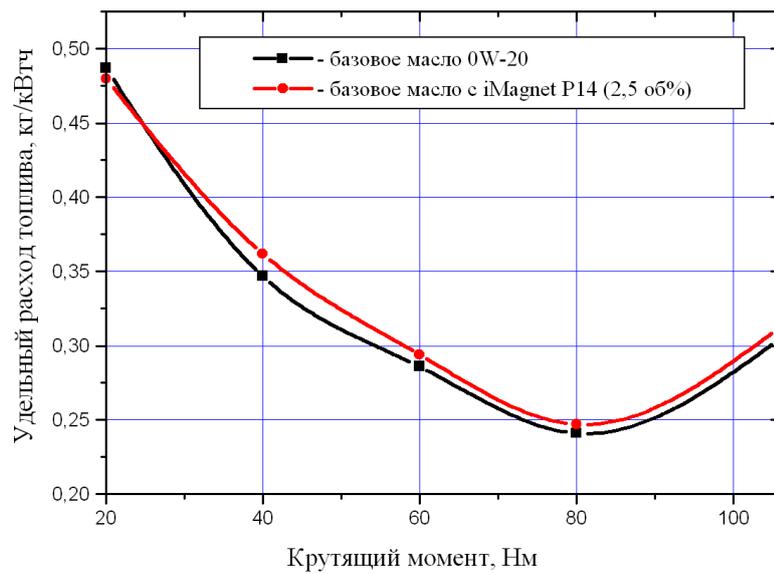


Рис.32. Изменение удельного расхода топлива при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Масло после цикла испытаний

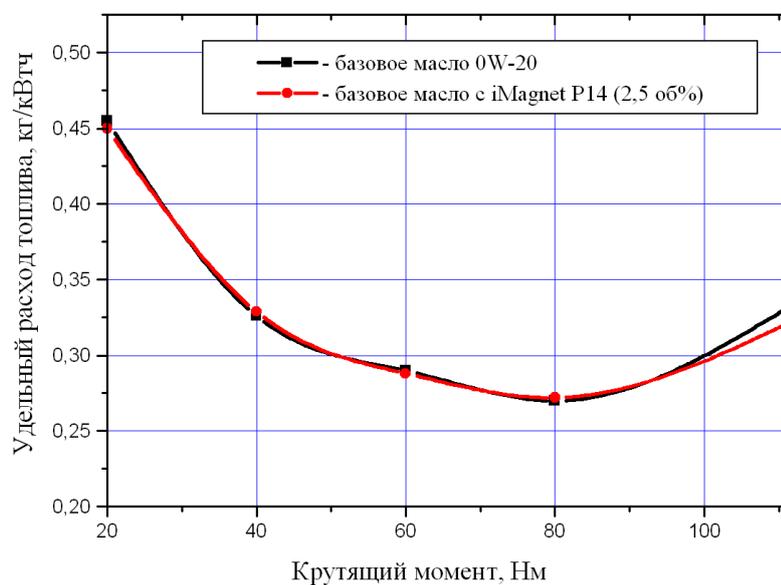


Рис.33. Изменение удельного расхода топлива при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Масло после цикла испытаний

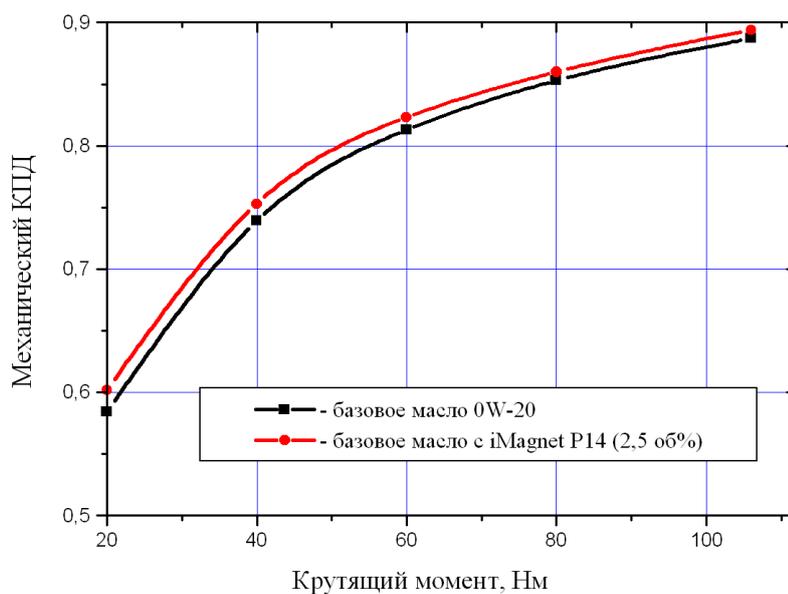


Рис.34. Изменение механического КПД при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Свежее масло

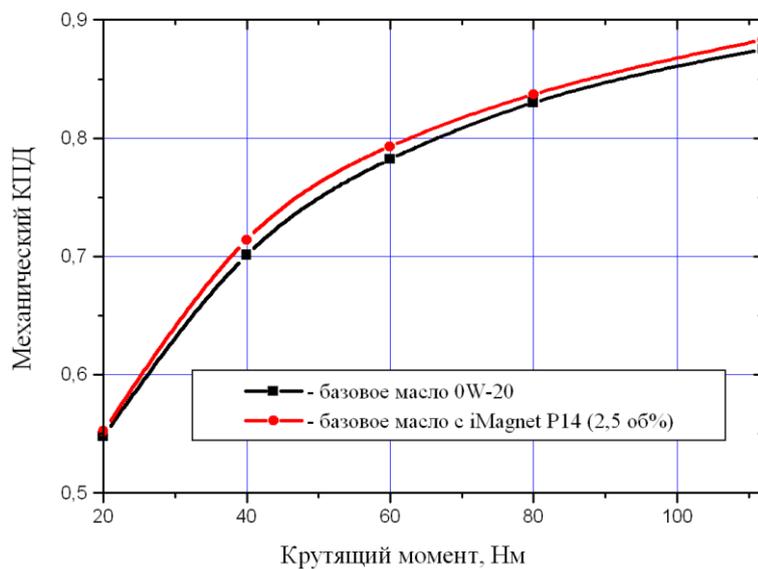


Рис.35. Изменение механического КПД при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Свежее масло

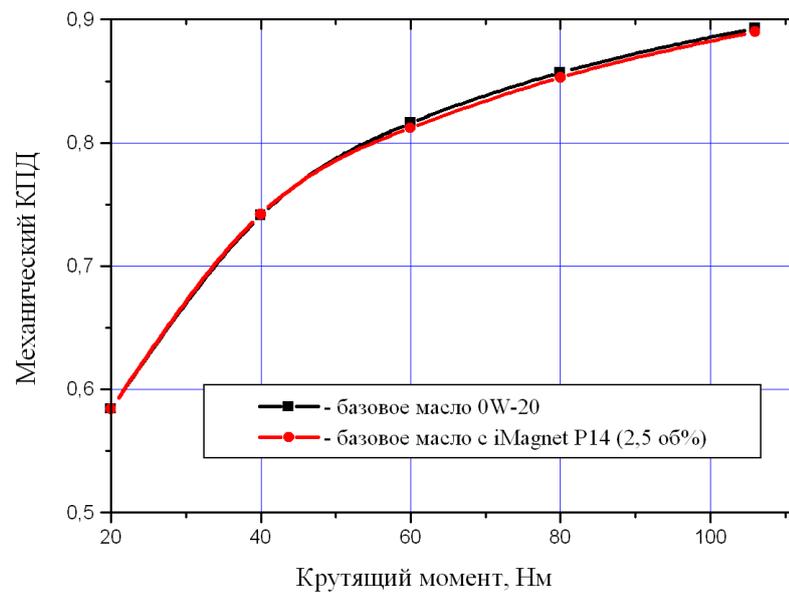


Рис.36. Изменение механического КПД при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=2000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Масло после цикла испытаний

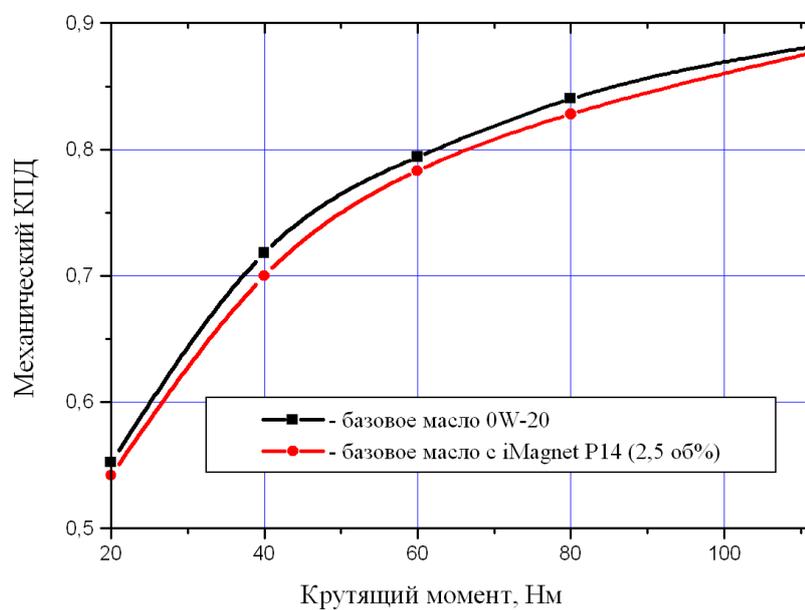


Рис.37. Изменение механического КПД при работе двигателя по нагрузочной характеристике, $n=3000$ об/мин, на разных образцах моторного масла. Масло после цикла испытаний

По ходу испытаний, через каждые 10 моточасов, замерялись контрольные характеристики двигателя на четырех точках двух нагрузочных характеристик. Анализ этих данных характеризует динамику работы образцов испытываемых моторных масел в ходе длительных испытаний.

Эти данные сведены в табл. 26,27 и проиллюстрированы графиками на рис. 38-41.

	Режим n=2000 об/мин, Me=20 Нм			Режим n=2000 об/мин, Me=60 Нм		
	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар
0	0,490	113	2,5	0,294	120	2,3
10	0,487	112	2,5	0,291	122	2,3
20	0,487	115	2,5	0,290	118	2,3
30	0,486	112	2,5	0,292	120	2,3
40	0,489	116	2,5	0,290	117	2,3
50	0,491	115	2,5	0,289	121	2,3
60	0,492	118	2,5	0,287	122	2,3
70	0,487	121	2,5	0,288	124	2,3
80	0,486	118	2,5	0,290	119	2,3
90	0,485	119	2,5	0,287	118	2,3
100	0,489	122	2,5	0,286	122	2,3
110	0,489	119	2,5	0,290	126	2,3
120	0,487	120	2,5	0,288	125	2,3
	Режим n=3000 об/мин, Me=20 Нм			Режим n=3000 об/мин, Me=60 Нм		
	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар
0	0,458	95	3,0	0,299	105	2,8
10	0,460	94	3,0	0,301	102	2,8
20	0,457	96	3,0	0,303	103	2,8
30	0,456	99	3,0	0,299	105	2,8
40	0,459	94	3,0	0,297	109	2,8
50	0,455	96	3,0	0,295	110	2,8
60	0,456	98	3,0	0,296	106	2,8
70	0,455	99	3,1	0,294	104	2,8
80	0,454	102	3,1	0,291	106	2,8
90	0,457	102	3,1	0,290	107	2,8
100	0,458	100	3,1	0,293	108	2,8
110	0,459	99	3,1	0,293	109	2,8
120	0,457	101	3,1	0,292	107	2,8

Табл. 26. Динамика изменения основных параметров двигателя при его работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20

	Режим n=2000 об/мин, Me=20 Нм			Режим n=2000 об/мин, Me=60 Нм		
	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар
0	0,461	111	2,7	0,285	112	2,5
10	0,462	110	2,7	0,284	114	2,5
20	0,458	112	2,7	0,280	115	2,5
30	0,454	114	2,6	0,279	113	2,4
40	0,457	114	2,7	0,281	117	2,5
50	0,454	117	2,6	0,278	118	2,5
60	0,456	116	2,7	0,281	116	2,4
70	0,459	117	2,7	0,285	119	2,5
80	0,460	119	2,7	0,288	122	2,5
90	0,465	119	2,7	0,289	123	2,5
100	0,468	122	2,7	0,288	125	2,5
110	0,474	121	2,7	0,291	128	2,5
120	0,476	123	2,7	0,294	131	2,5
	Режим n=3000 об/мин, Me=20 Нм			Режим n=3000 об/мин, Me=60 Нм		
	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар	ge, кг/кВтч	СН, ppm	Рм, бар
0	0,441	92	3,1	0,284	100	2,9
10	0,442	92	3,1	0,284	99	2,9
20	0,438	94	3,1	0,281	101	2,8
30	0,435	95	3,1	0,278	101	2,9
40	0,436	95	3,1	0,277	99	2,9
50	0,439	93	3,1	0,279	102	2,9
60	0,438	98	3,2	0,281	103	2,9
70	0,441	100	3,1	0,280	106	2,9
80	0,443	102	3,2	0,283	107	2,9
90	0,443	105	3,2	0,286	108	2,9
100	0,448	106	3,2	0,285	112	2,9
110	0,451	108	3,2	0,288	113	2,9
120	0,452	112	3,2	0,291	116	2,9

Табл. 27. Динамика изменения основных параметров двигателя при его работе на моторном масле Castrol EDGE 0W-20 с добавкой iMagnet P14

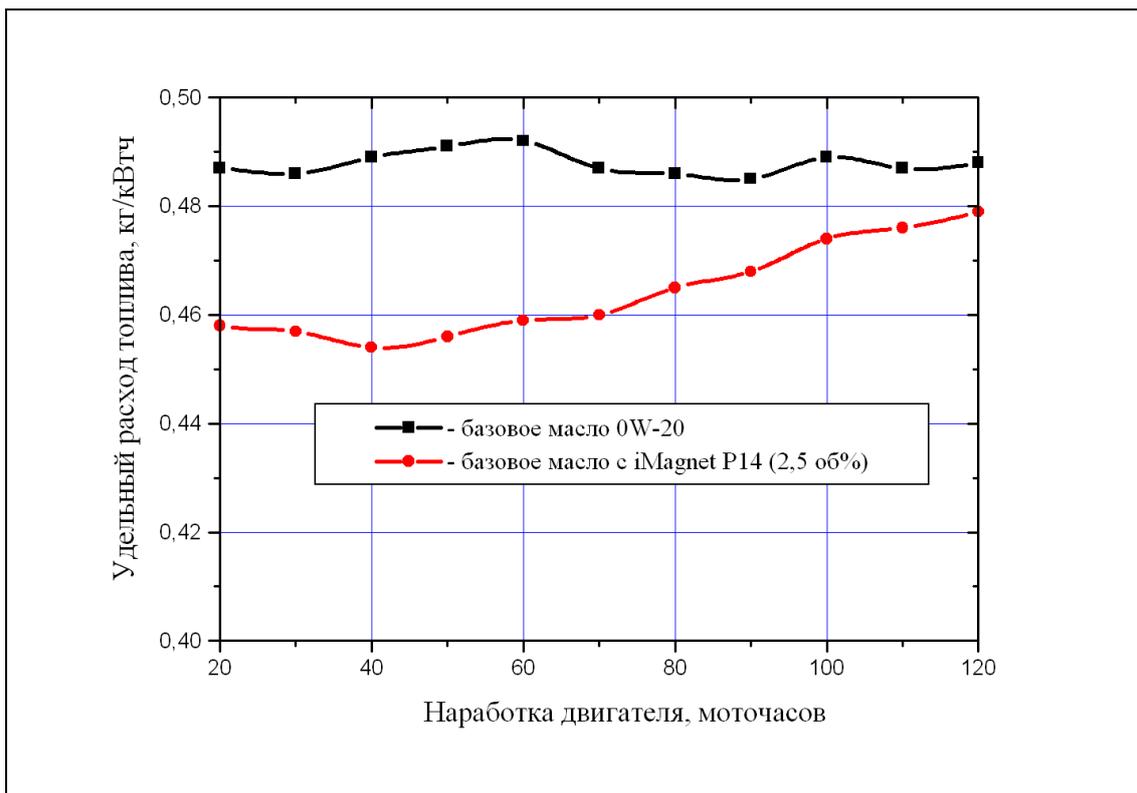


Рис.38. Динамика изменения удельного расхода топлива при работе на разных образцах моторного масла. Режим $n=2000$ об/мин, $M_e=20$ Нм

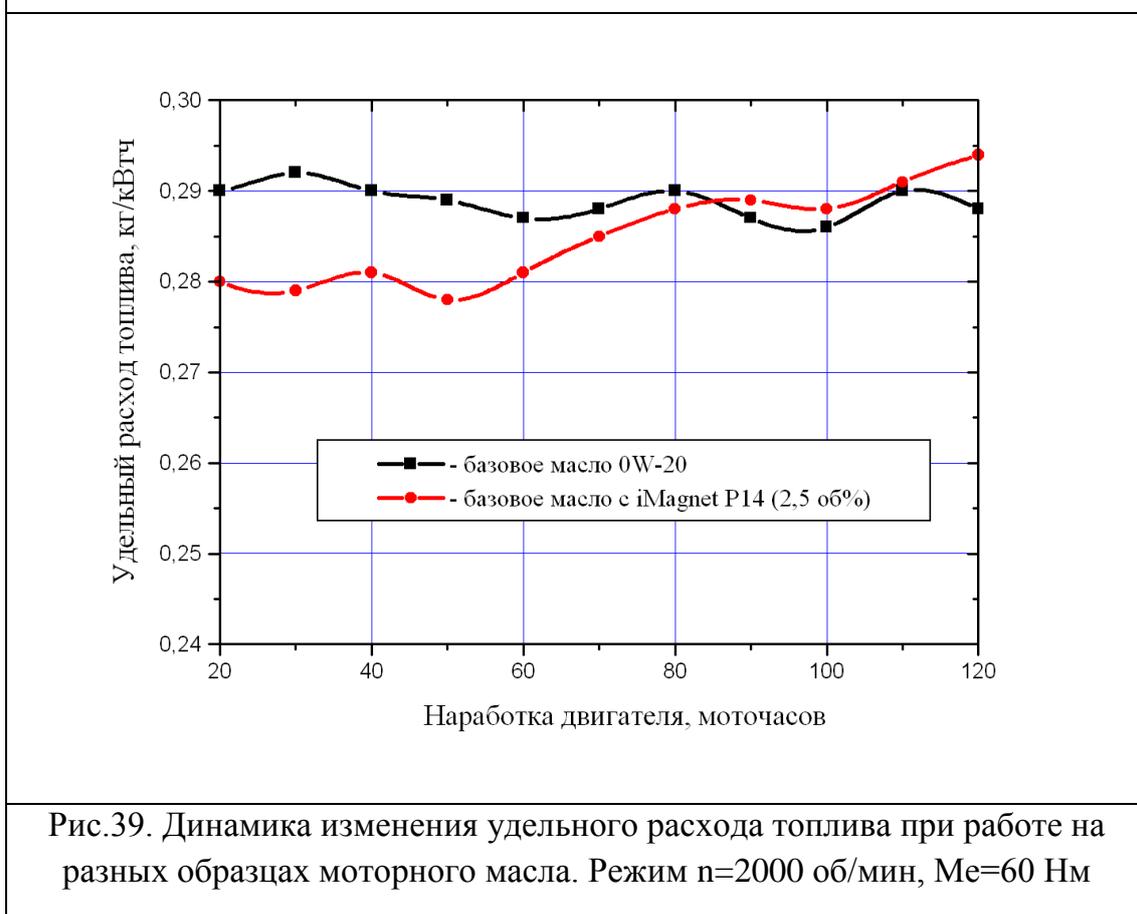


Рис.39. Динамика изменения удельного расхода топлива при работе на разных образцах моторного масла. Режим $n=2000$ об/мин, $M_e=60$ Нм

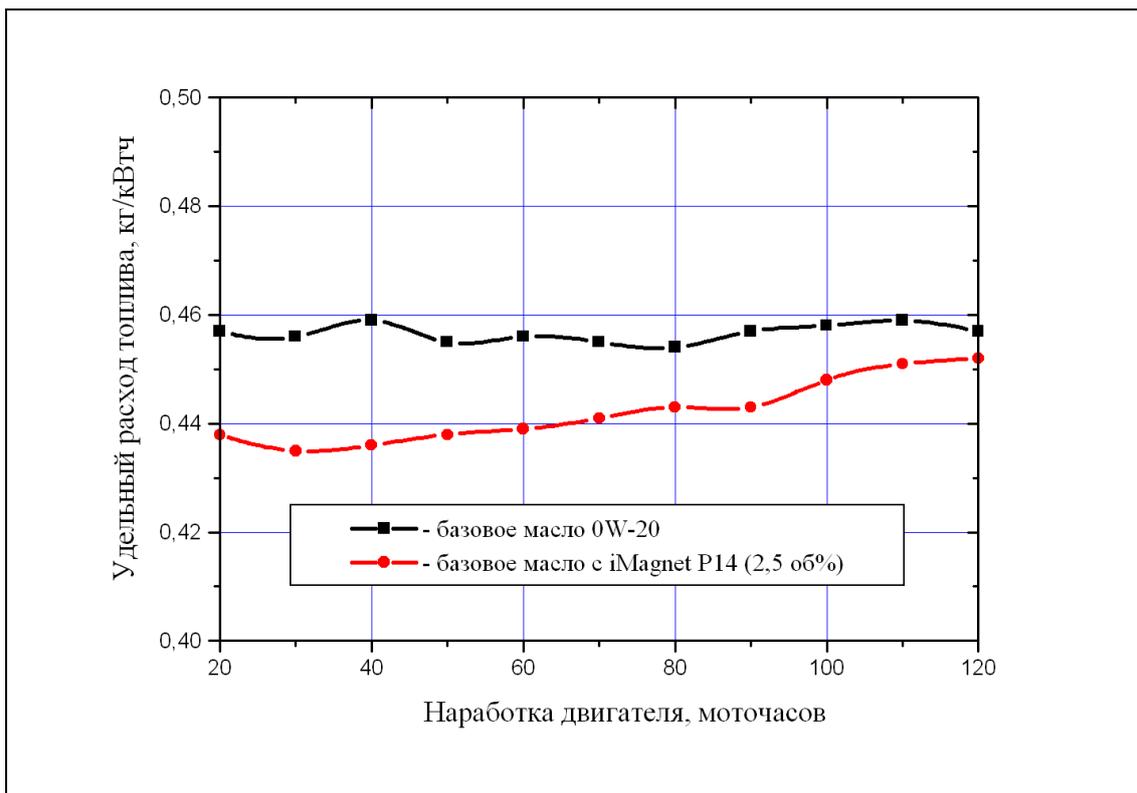


Рис.40. Динамика изменения удельного расхода топлива при работе на разных образцах моторного масла. Режим $n=3000$ об/мин, $M_e=20$ Нм

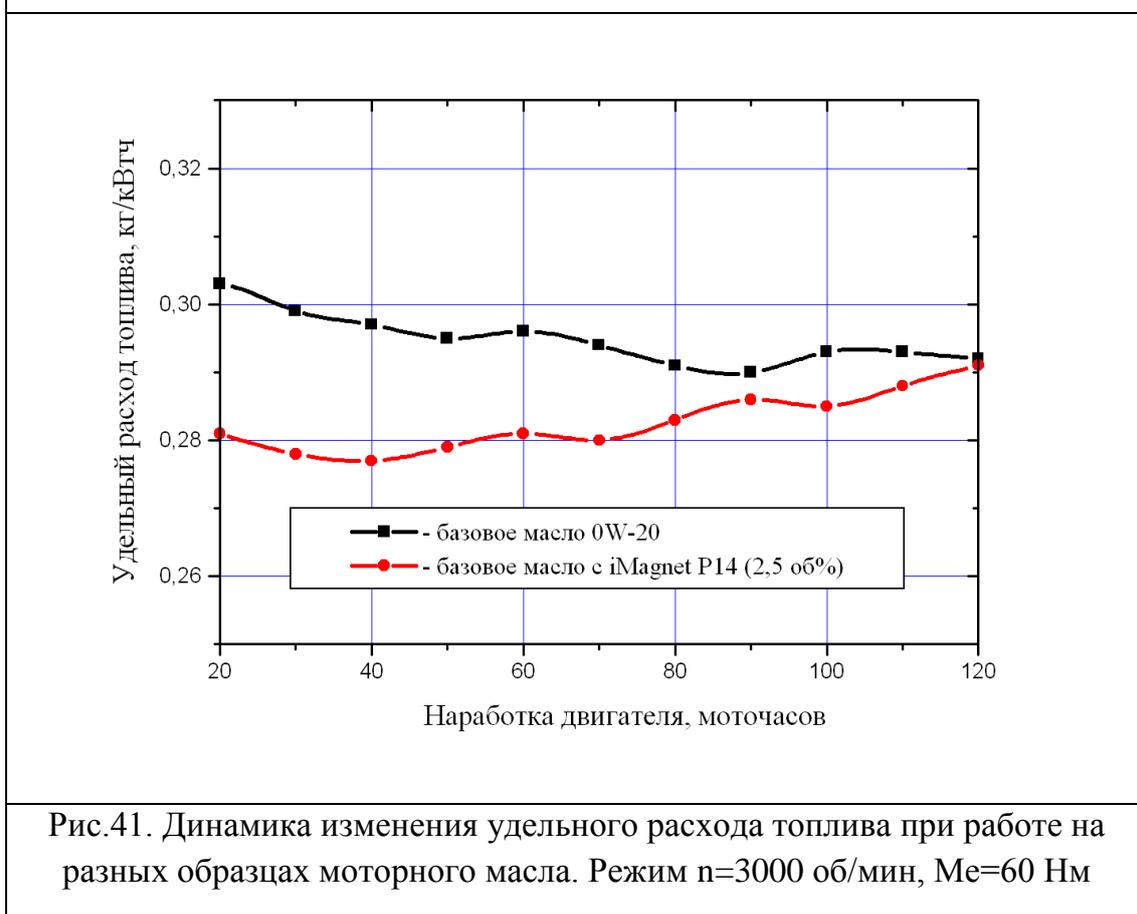


Рис.41. Динамика изменения удельного расхода топлива при работе на разных образцах моторного масла. Режим $n=3000$ об/мин, $M_e=60$ Нм

По результатам проведенных испытаний можно сделать следующие выводы:

- Результаты испытаний свежих образцов моторных масел Castrol EDGE Professional 0W-20 и этого масла с вводом добавки iMagnet P14 подтвердили полученные на первом этапе испытаний данные о снижении расхода топлива и механических потерь.

Средние показатели расхода топлива, эффективного и механического КПД, содержания токсических компонент за цикл испытаний, а также номинальной мощности двигателя при работе двигателя на свежих и отработанных образцах моторных масел, а также проценты изменения этих показателей при работе на отработанных маслах по сравнению со свежими, сведены в табл. 28.

Цвета шрифта в таблицах:

- **зеленый – положительный результат;**
- **красный – отрицательный;**
- **синий – в пределах погрешности измерения.**

№	Стадия испытаний	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/кВтч	Эффект. КПД	Механ. КПД	CO, %	СН, ppm
Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium							
1	Начало испытаний	28,65	0,343	0,250	0,761	1,161	114
2	Окончание испытаний / изменение по отношению к началу испытаний)	29,01	0,334	0,256	0,768	1,329	120
		1,0%	-2,6%	2,4%	1,4%	14,5%	5,3%
Моторное масло Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с добавкой iMagnet P14							
1	Начало испытаний	29,78	0,327	0,259	0,771	1,219	109
2	Окончание испытаний / изменение по отношению к началу испытаний)	29,35	0,336	0,253	0,761	1,383	130
		-1,4%	2,8%	-2,3%	-1,3%	13,4%	19,3%
Эффекты по отношению к базовому маслу Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium							
1	Начало испытаний	3,9%	-4,7%	3,6%	1,3%	5,8%	-4,3%
2	Окончание испытаний	1,1%	0,6%	-1,0%	-0,9%	1,9%	8,3%

Табл.28. Усредненные за цикл испытаний результаты по изменению параметров работы двигателя ВАЗ-21083 на моторном масле с добавкой iMagnet P14 на разных стадиях испытаний

- Сравнение технико-экономических и экологических показателей двигателя при его работе на масле, прошедшем цикл длительных испытаний, по сравнению со свежим маслом, в определенной степени характеризует его ресурсные показатели. Очевидно, что чем меньше влияние старения масла на показатели двигателя, тем предположительно больший реальный ресурс оно имеет. Данные по изменению показателей двигателя при его работе на масле, прошедшем цикл длительных испытаний, также сведены в табл. 28. Как следует из полученных результатов, базовое моторное

масло Castrol EDGE по итогу длительного цикла испытаний незначительно улучшило показатели двигателя, что свидетельствует о его высоком ресурсе. В то же время, при добавлении добавки iMagnet P14 на начальном этапе испытаний наблюдается значительный эффект улучшения показателей двигателя, но он заметно снижается по мере наработки масла в реальных условиях мотора. В итоге, по истечении 120 моточасов, отличия показателей двигателя при работе на базовом масле и масле, содержащем добавку, практически выровнялись.

5.2.3 Результаты замеров расхода масла на угар.

Расход масла на угар определялся методом «на слив» - после окончания полного цикла испытаний (120 моточасов). Погрешность определения расхода масла этим методом – 10%. Результаты сведены в табл. 29.

Из полученных данных видно, что с учетом погрешности измерения, оба образца масла показали близкие результаты.

Марка масла	Расход масла на угар за цикл испытаний	
	В литрах	В процентах к начальному объему
Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium	0.8	20.0
Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с iMagnet P14	0.9	22.5

Табл. 29. Расходы масла на угар, зафиксированные в процессе длительных ресурсных испытаний.

5.2.4 Визуальный анализ состояния двигателей по окончании длительных испытаний.

По окончании испытаний двигатели были демонтированы со стенда, разобраны и продиагностированы. Каких-либо замечаний к техническому состоянию двигателей по окончании цикла моторных испытаний всех масел отмечено не было.

Результаты обмеров деталей двигателя, проведенные на различных стадиях испытаний, приведены в Приложении 3.

5.2.5 Результаты измерения параметров герметичности цилиндно-поршневой группы двигателей по итогам испытаний.

Замеры компрессии в цилиндрах двигателей проводились по окончании обкатки каждого двигателя и по завершении цикла испытаний.

Замеры производились при фиксированной частоте вращения коленчатого вала 250 об/мин, задаваемой двигателем стенда. Показания компрессометра усреднялись по трем замерам для каждого цилиндра. Замеры производились при полностью закрытой дроссельной заслонке.

Данные замеров сведены в табл. 30.

Этап испытаний	1-й цилиндр	2-й цилиндр	3-й цилиндр	4-й цилиндр
Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium	12.3/12.1	11.9/11.8	12.3/12.2	11.9/11.9
Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с iMagnet P14	12.3/12.3	12.1/12.0	12.3/12.2	12.2/12.2

Табл. 30. Данные замера компрессии по цилиндрам в процессе длительных испытаний моторных масел (в числителе – до, в знаменателе - по окончании испытаний)

Полученные данные позволяют предварительно судить о степени изношенности двигателей после проведения длительных испытаний моторных масел, и, следовательно, об уровне защитных свойств масел. Из анализа полученных данных следует, что степень изменения параметров герметичности цилиндропоршневой группы при испытании всех масел, лежит в пределах погрешности измерений.

5.2.6 Оценка уровня низкотемпературных отложений в двигателе после длительных испытаний образцов моторных масел.

Уровень низкотемпературных отложений в двигателе оценивался по изменению массы контрольных весовых элементов – маслоотражателя, установленного в клапанной крышке, и маслоприемника масляного насоса, установленного в картере двигателя (рис.42). Взвешивание контрольных весовых элементов проводилось на высокоточных аналитических весах (точность измерения – 0.0001 г). Данные взвешивания контрольных весовых элементов сведены в табл. 31, 32.



Рис.42. Контрольные весовые элементы

	До, г	После, г	Изменение, мг
Маслоотражатель	114.110	114.166	56
Маслозаборник	230.231	230.374	143

Таблица 31. Массы контрольных весовых элементов после длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium

	До, г	После, г	Изменение, мг
Маслоотражатель	114.610	114.657	47
Маслозаборник	234.110	234.240	130

Таблица 32. Массы контрольных весовых элементов после длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с iMagnit P14

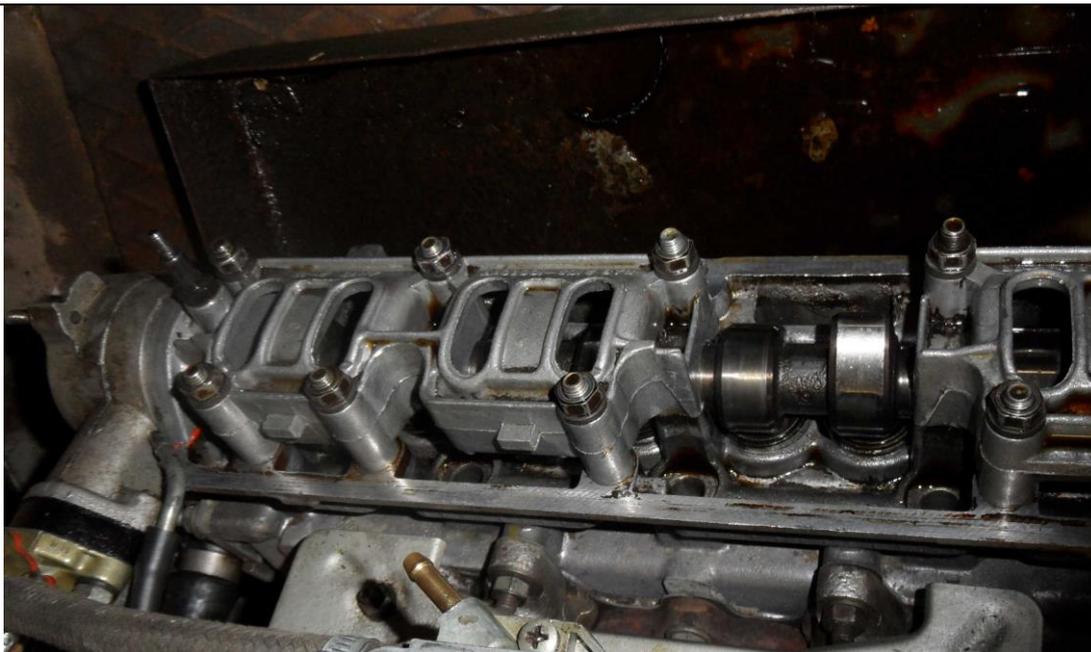


Рис. 43. Общий вид НТО на внутренней поверхности блока цилиндров после цикла длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20

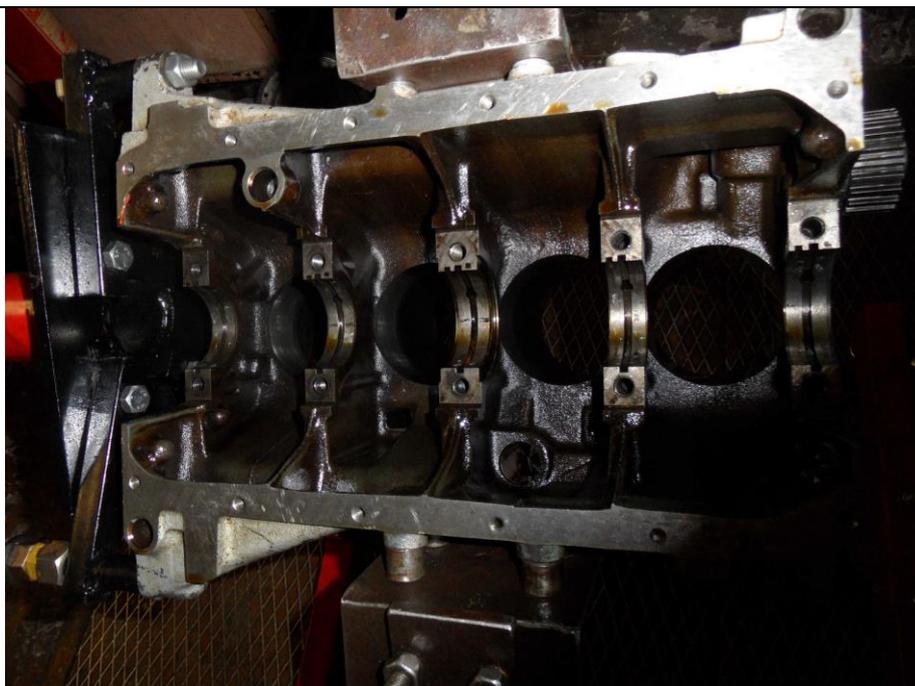


Рис. 44. Общий вид НТО на поверхности клапанного механизма головки цилиндров после цикла длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20



Рис. 45. Общий вид НТО на внутренней поверхности блока цилиндров после цикла длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 с iMagnet P14

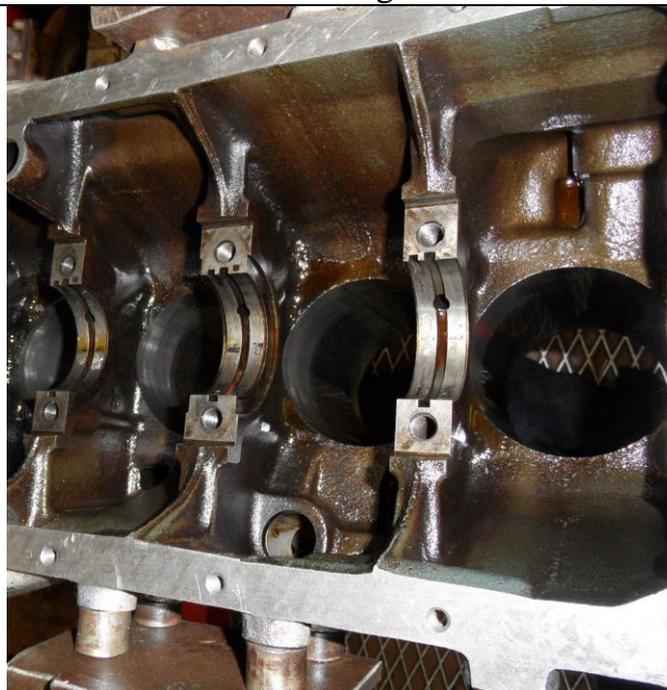


Рис.46. Общий вид НТО на поверхности клапанного механизма головки цилиндров после цикла длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 с iMagnet P14

Данные замеров показывают достаточно низкую склонность к отложениям, зафиксированную в обоих циклах испытаний.

Подобные результаты характерны для качественных синтетических масел групп качества по API SN/CF. При этом ввод добавки iMagnet P14, как свидетельствуют и результаты взвешивания контрольных весовых элементов, так и визуального анализа, несколько снизила уровень загрязненности двигателя низкотемпературными отложениями.

5.2.7 Оценка уровня высокотемпературных отложений в двигателе после длительных испытаний образцов моторных масел.

Оценка уровня высокотемпературных отложений проводилась на основании визуального анализа уровня загрязненности боковой поверхности поршней двигателя. Оценка производилась группой экспертов с использованием шкалы, аналогичной шкале метода ПЗВ (ГОСТ 5726-2013). В шкале принято – 0 баллов – чистый поршень, 6 баллов – полностью загрязненный. Фототаблица с фотографиями поршней двигателей, прошедших циклы длительных испытаний моторных масел, приведена на рис. 47...48.

Баллы экспертных оценок уровня высокотемпературных отложений сведены в табл. 33.

Моторное масло	Отложения на поршнях, баллов, цилиндра номер:				Средний балл
	1	2	3	4	
Castrol EDGE Prosessional 0W-20 Titanium	1.0	2.0	1.0	1.0	1.25
Castrol EDGE Prosessional 0W-20 Titanium с iMagnet P14	0.5	1.0	1.0	0.5	0.75

Табл. 33. Баллы высокотемпературных отложений на боковых поверхностях поршней после испытания моторных масел



Рис.47. Высокотемпературные отложения (ВТО) поле длительных испытаний двигателя на моторном масле Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium



Рис. 48. Высокотемпературные отложения (ВТО) поле длительных испытаний двигателя на моторном масле Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с iMagnet P14

Анализ полученных данных также подтверждает высокие моющие свойства обоих испытанных моторных масел. Аналогично результатам, полученным при анализе низкотемпературных отложений, наглядно видно, что ввод добавки iMagnet P14 незначительно снизила уровень высокотемпературных отложений в двигателе.

5.2.8 Оценка уровня износов основных деталей двигателей после длительных испытаний образцов моторных масел.

Оценка уровня износов деталей двигателя, образующих основные пары трения (вкладышей подшипников и поршневых колец), должна была проиллюстрировать сравнительную степень защитных свойств моторных масел.

Оценка уровня износа производилась на основании результатов точного взвешивания всех вкладышей подшипников и компрессионных колец двигателей. Перед взвешиванием ко всем деталям применялась предписанная методикой испытаний процедура очистки и сушки.

Результаты весового анализа износа деталей сведены в табл. 34...35.

Таблица 34-1. Массы коренных вкладышей

Блок(до), г	Блок(после), г	Изменение, мг	Крышка(до),г	Крышка(после), г	Изменение, мг
19.345	19.339	6	21.712	21.702	10
19,052	19.047	5	21,514	21.503	11
19,260	19.255	5	21,652	21,644	8
18,912	18.906	6	21,521	21.512	9
19,423	19.419	4	21,790	21.780	10
Изменение массы по коренным вкладышам: верхним – 5,20 мг , нижним – 9,60 мг					

Таблица 34-2. Массы шатунных вкладышей

Шатун(до), Г	Шатун(после), Г	Изменение, мг	Крышка(до), Г	Крышка(после), Г	Изменение, мг
20,345	20.331	14	20,554	20.544	10
20,150	20.138	12	20,459	20.450	9
20,258	20.245	13	20,138	20.130	8
20,392	20.380	12	20,365	20.355	10
Изменение массы по шатунным вкладышам: верхним – 12,75 мг , нижним – 9,25 мг					

Таблица 34-3.1. Массы поршневых колец(до), г

	1	2	3	4
1-ое поршневое	7.087	6.889	7.254	7.240
2-ое поршневое	10,148	10.096	10.245	10.138
Маслосъемное	9.780	9.596	9.770	9.950

Таблица 34-3.2. Массы поршневых колец(после), г

	1	2	3	4
1-ое поршневое	7.072	6.875	7.236	7.225
2-ое поршневое	10,136	10.082	10.235	10.124
Маслосъемное	9.770	9.584	9.760	9.939

Таблица 34-3.3. Изменение массы поршневых колец, мг

	1	2	3	4	Среднее по комплекту
1-ое поршневое	15	14	18	15	15.50
2-ое поршневое	12	14	10	14	12.50
Маслосъемное	10	12	10	11	10.75
Изменение массы по всем поршневым кольцам:					

Табл. 34. Результаты взвешивания контрольных деталей двигателя после испытаний масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium.
Все значения приведены в граммах.

Таблица 35-1. Массы коренных вкладышей

Блок(до), г	Блок(после), г	Изменение, мг	Крышка(до),г	Крышка(после), г	Изменение, мг
19.339	19.336	3	21.702	21.694	8
19,047	19.044	3	21,503	21.493	10
19,255	19.251	4	21,644	21,637	7
18,906	18.903	3	21,512	21.504	8
19,419	19.415	4	21,780	21.772	8
Изменение массы по коренным вкладышам: верхним – 3,40 мг , нижним – 8,20 мг					

Таблица 35-2. Массы шатунных вкладышей

Шатун(до), г	Шатун(после), г	Изменение, мг	Крышка(до), г	Крышка(после), г	Изменение, мг
20,331	20.321	10	20,544	20.538	6
20,138	20.130	8	20,450	20.442	8
20,245	20.236	9	20,130	20.126	4
20,380	20.372	8	20,355	20.348	7
Изменение массы по шатунным вкладышам: верхним – 8,75 мг , нижним – 6,25 мг					

Таблица 35- 3.1. Массы поршневых колец(до), г

	1	2	3	4
1-ое поршневое	7.072	6.875	7.236	7.225
2-ое поршневое	10,136	10.082	10.235	10.124
Маслосъемное	9.770	9.584	9.760	9.939

Таблица 35- 3.2. Массы поршневых колец(после), г

	1	2	3	4
1-ое поршневое	7.060	6.864	7.222	7.212
2-ое поршневое	10,128	10.072	10.227	10.115
Маслосъемное	9.764	9.578	9.755	9.932

Таблица 35-3.3. Изменение массы поршневых колец, мг

	1	2	3	4	Среднее по комплекту
1-ое поршневое	12	11	14	13	12.50
2-ое поршневое	8	10	8	9	8.75
Маслосъемное	6	6	5	7	6,00
Изменение массы по всем поршневым кольцам:					

Табл. 35. Результаты взвешивания контрольных деталей двигателя после испытаний масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с добавкой iMagnet P14. Все значения приведены в граммах.

Из результатов этого фрагмента работы следует, что добавка к моторному маслу добавки iMagnet P14 заметно повышает защитные функции моторного масла.

5.2.9 Результаты замеров параметров микропрофиля рабочих поверхностей поршневых колец и вкладышей подшипников коленчатого вала

На каждом этапе проведения исследования (до и после испытаний) проводилось измерение параметров микропрофиля рабочих поверхностей поршневых колец и вкладышей подшипников коленчатого вала. В табл. 36...39 сведены результаты замера среднеарифметического отклонения профиля R_a поверхностей вышеуказанных деталей на четырех стадиях испытаний.

Вкладыши			Поршневые кольца		
	№ п/п	Ra, мкм	№ п/п	Ra, мкм	
				У замка	На спинке
Шатунные	1В	0,126	1.1	0,134	0,065
	1Н	0,279	1.2	0,062	0,057
	2В	0,170	1.3	0,029	0,031
	2Н	0,349	2.1	0,031	0,024
	3В	0,187	2.2	0,256	0,102
	3Н	0,427	2.3	0,019	0,032
	4В	0,158	3.1	0,137	0,124
	4Н	0,397	3.2	0,116	0,074
	Среднее	0,262	3.3	0,027	0,040
Коренные	1В	0,234			
	1Н	0,130	4.1	0,044	0,031
	2В	0,221	4.2	0,077	0,040
	2Н	0,317	4.3	0,039	0,024
	3В	0,413			
	3Н	0,365	Среднее	0,081	0,054
	4В	0,215			
	4Н	0,288			
	5В	0,330			
5Н	0,315				
	Среднее	0,283			

Табл. 36. Измерение шероховатости рабочих поверхностей вкладышей и поршневых колец перед длительными испытаниями моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20

Вкладыши			Поршневые кольца		
	№ п/п	Ra, мкм	№ п/п	Ra, мкм	
				У замка	На спинке
Шатунные	1В	0,464	1.1	0,231	0,120
	1Н	0,286	1.2	0,044	0,059
	2В	0,221	1.3	0,204	0,032

	2Н	0,358	2.1	0,023	0,043
	3В	0,286	2.2	0,041	0,172
	3Н	0,475	2.3	0,020	0,068
	4В	0,614	3.1	0,137	0,124
	4Н	0,901	3.2	0,062	0,164
	Среднее	0,451	3.3	0,022	0,068
Коренные	1В	0,244			
	1Н	0,131	4.1	0,041	0,122
	2В	0,254	4.2	0,340	0,058
	2Н	0,336	4.3	0,061	0,079
	3В	0,453	Среднее	0,102	0,092
	3Н	0,309			
	4В	0,272			
	4Н	0,319			
	5В	0,698			
	5Н	0,431			
	Среднее	0,345			

Табл.37. Измерение шероховатости рабочих поверхностей вкладышей и поршневых колец после длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20

	Вкладыши		Поршневые кольца		
	№ п/п	Ra, мкм	№ п/п	Ra, мкм	
				У замка	На спинке
Шатунные	1В	0,464	1.1	0,231	0,120
	1Н	0,286	1.2	0,044	0,059
	2В	0,221	1.3	0,204	0,032
	2Н	0,358	2.1	0,023	0,043
	3В	0,286	2.2	0,041	0,172
	3Н	0,475	2.3	0,020	0,068
	4В	0,614	3.1	0,137	0,124
	4Н	0,901	3.2	0,062	0,164
	Среднее	0,451	3.3	0,022	0,068
Коренные	1В	0,244			
	1Н	0,131	4.1	0,041	0,122
	2В	0,254	4.2	0,340	0,058
	2Н	0,336	4.3	0,061	0,079
	3В	0,453	Среднее	0,102	0,092

	3Н	0,309			
	4В	0,272			
	4Н	0,319			
	5В	0,698			
	5Н	0,431			
	Среднее	0,345			

Табл.38. Измерение шероховатости рабочих поверхностей вкладышей и поршневых колец перед длительными испытаниями моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 с добавкой iMagnet P14

	Вкладыши		Поршневые кольца		
	№ п/п	Ra, мкм	№ п/п	Ra, мкм	
				У замка	На спинке
Шатунные	1В	0,469	1.1	0,256	0,133
	1Н	0,311	1.2	0,048	0,064
	2В	0,210	1.3	0,232	0,030
	2Н	0,395	2.1	0,041	0,049
	3В	0,302	2.2	0,029	0,197
	3Н	0,462	2.3	0,029	0,075
	4В	0,604	3.1	0,145	0,120
	4Н	0,911	3.2	0,078	0,188
	Среднее	0,458	3.3	0,029	0,075
Коренные	1В	0,265			
	1Н	0,152	4.1	0,052	0,136
	2В	0,242	4.2	0,372	0,071
	2Н	0,331	4.3	0,058	0,064
	3В	0,485	Среднее	0,114	0,100
	3Н	0,325			
	4В	0,244			
	4Н	0,376			
	5В	0,612			
	5Н	0,469			
	Среднее	0,351			

Табл. 39. Измерение шероховатости рабочих поверхностей вкладышей и поршневых колец после длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 с добавкой iMagnet P14

Анализ результатов замеров выявляет резкий рост параметра Ra после начального цикла испытаний на маловязком масле Castrol EDGE Professional 0W-20. Очевидно, это связано с недостаточной вязкостью моторного масла, уменьшающей несущую способность подшипников (коленчатого вала и поршневых колец), что приводит к развитию микрорадиальных процессов в трибологических парах двигателя. Следует отметить, что при достаточной толщине смазочных разделяющих слоев, обеспечивающих гидродинамический режим трения, изменение микропрофилей отсутствует.

Ввод в масло добавки iMagnet P14, увеличивая рабочие вязкости масла, повышает несущую способность подшипников и частично уменьшает вероятность микрорадиальных узлов трения. Однако, в полной мере использованная концентрация добавки (2,5 об.%) эту проблему не ликвидирует, хотя резкое снижение темпа изменения микропрофиля деталей свидетельствует о положительном влиянии добавки.

Полученный факт коррелирует с отмеченным ранее, на первой и второй стадии испытаний, фактом существенного снижения расхода топлива, более выраженном на маловязких моторных маслах.

5.2.10 Результаты анализа физико-химических параметров образцов моторных масел

Пробы масел отбирались на следующих этапах испытаний:

- проба 1 – после 1 моточаса испытаний;
- проба 2 – после 40 моточасов от начала испытаний;
- проба 3 – после 80 моточасов от начала испытаний;
- проба 4 – по окончании испытаний, через 120 моточасов.

Проба отбиралась путем полного слива масла из двигателя непосредственно после его остановки.

Анализ физико-химических показателей моторных масел, кроме определения высокотемпературной вязкости, проводился в аккредитованной лаборатории ООО «Северо-Западный Центр экспертиз» (Аттестат аккредитации № РОСС РУ.0001 21НТ27 от 14.05.2015, действителен до 14.05.2020), силам Заказчика.

Сводные таблицы результатов определения физико-химических параметров проб масел приведены ниже (табл. 40, 41).

№	Параметр масла	Стадия испытаний				
		База	Через 5 моточасов	Через 40 моточасов	Через 80 моточасов	Через 120 моточасов
	Общие физико-химические параметры					
1	Кинематическая вязкость при 0 град. С, сСт		327,4	350,4	332,9	351,4
2	Кинематическая вязкость при 40 град. С, сСт		47,07	48,46	48,74	49,85
3	Кинематическая вязкость при 100 град. С, сСт (допустимый диапазон 5.6...9.3)		9,19	9,19	9,47	9,47
4	Кинематическая вязкость при 120 град. С, сСт		6,41	6,41	6,68	6,68
5	Кинематическая вязкость при 200 град. С, сСт		2,34	2,31	2,43	2,42
6	Высокотемпературная вязкость НТНС, мПас		2,91	2,88	2,92	2,94
7	Индекс вязкости		183	177	186	182
8	Условная температура проворачиваемости кол.вала, T ₅₀₀₀ , град.С (расчетная)		-33,4	-32,1	-33,6	-32,6
9	Сульфатная зольность, %	0,84	0,87	0,88	0,92	0,95
10	Щелочное число, мг КОН/г	6,7	6,7	6,8	6,6	6,9
11	Кислотное число, мг КОН/г	3,0	2,9	3,2	3,2	3,3
12	Температура вспышки в открытом тигле, град. С	222	226	226	218	218
	Содержание продуктов износа					
13	Массовое содержание алюминия, ppm	27(?)	5	5	5	5
14	Массовое содержание железа, ppm	2	11	15	17	26
15	Массовое содержание хрома, ppm	Менее 1	1	2	2	2
16	Массовое содержание кальция, ppm	2269	2220	2350	2611	2420
17	Массовое содержание фосфора, ppm	860	753	753	765	697
18	Массовое содержание цинка, ppm	956	893	890	965	868

Табл. 40. Физико-химические параметры проб моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium, отобранных на разных стадиях испытаний

№	Параметр масла	Стадия испытаний				
		База	Через 5 моточасов	Через 40 моточасов	Через 80 моточасов	Через 120 моточасов
	Общие физико-химические параметры					
1	Кинематическая вязкость при 0 град. С, сСт		323,9	326,0	355,8	369,7
2	Кинематическая вязкость при 40 град. С, сСт		48,18	41,01	51,52	53,75
3	Кинематическая вязкость при 100 град. С, сСт (допустимый диапазон 5.6...9.3)		9,47	9,19	10,03	10,58
4	Кинематическая вязкость при 120 град. С, сСт		6,68	6,41	6,96	7,24
5	Кинематическая вязкость при 200 град. С, сСт		2,44	2,34	2,52	2,61
6	Высокотемпературная вязкость НТНС, мПас		2,97	2,87	3,04	3,10
7	Индекс вязкости		189	183	186	188
8	Условная температура проворачиваемости кол.вала, T ₅₀₀₀ , град.С (расчетная)		-34,2	-33,5	-32,9	-32,7
9	Сульфатная зольность, %	0,84	0,88	0,85	0,95	0,95
10	Щелочное число, мг КОН/г	6,7	6,5	6,1	6,3	6,4
11	Кислотное число, мг КОН/г	3,0	3,7	3,8	3,8	3,0
12	Температура вспышки в открытом тигле, град. С	222	234	218	222	222
	Содержание продуктов износа					
13	Массовое содержание алюминия, ppm	27(?)	3	4	4	3
14	Массовое содержание железа, ppm	2	1	3	4	6
15	Массовое содержание хрома, ppm	Менее 1	Менее 1	Менее 1	Менее 1	Менее 1
16	Массовое содержание кальция, ppm	2269	2015	2048	2186	1991
17	Массовое содержание фосфора, ppm	860	1127	1080	1053	899
18	Массовое содержание цинка, ppm	956	1128	1107	1130	1002

Табл. 41. Физико-химические параметры проб моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium с добавкой iMagnet P14 (2,5 об.%), отобранных на разных стадиях испытаний

Для определения вязкостей моторных масел при высоких температурах, а также условной температуры проворачиваемости коленчатого вала использовалась методика СПбГПУ [1,2].

Анализ представленных данных показывает:

- Показатели вязкости масла обоих образцов моторных масел, отобранных на начальной стадии испытаний, достаточно близки, однако вязкость масла, содержащего добавку iMagnet P14, несколько выше во всем диапазоне вязкостно-температурной характеристики. Более того, для начальной и последующих проб масла с испытуемой добавкой, значение вязкости при 100 °С выше нормы, допускаемой классификацией SAE для масел группы SAE 0W-20, потому формально оно должно быть отнесено к классу 0W-30.

- Начальные значения щелочного числа, индекса вязкости, кислотного числа, температуры вспышки у начальных проб обоих масел практически одинаковы, что свидетельствует об отсутствии влияния добавки на исходный пакет присадок. Во время наработки эти параметры для разных образцов масел аналогично. Исключение – температура вспышки масла. Ввод добавки iMagnet P14 на начальной стадии существенно увеличивает этот параметр, однако по мере длительной наработки масла в условиях двигателя этот параметр снижается до уровня, близкого к базовому маслу. Динамика изменения щелочного и кислотного числа для обоих образцов масла слабая, близкая к погрешности замера этих величин.

- Динамика изменения вязкости для масла Castrol EDGE 0W-20 слабо выражена, однако имеет характер, обычно наблюдаемый для аналогичных типов масел – сначала снижение, затем – рост вязкости. Для масла, содержащего добавку iMagnet P14, данная зависимость значительно более выражена.

- Содержание продуктов износа в моторном масле, содержащем добавку iMagnet P14, в промежуточной и конечной пробах оказалось существенно более низким, чем для базового масла без добавки, что подтверждает ранее сделанный вывод о

несколько лучшей защитной функции масла, легированного испытуемой добавкой.

6. Выводы по результатам испытаний

Полная совокупность данных, полученных на первом и втором этапе исследования, позволяет сделать следующие выводы:

- Использование добавки к моторному маслу iMagnet P14 приводит к существенному улучшению технико-экономических и ресурсных показателей автомобильных бензиновых двигателей, выражающемуся в некотором росте мощности (до 2...3%), снижении удельного расхода топлива (в среднем на 5...8%), существенном уменьшении скоростей износа (до 15...40% в зависимости от вида узла трения);

- Эффект снижения расхода топлива более выражен при применении добавки iMagnet P14 на маловязких моторных маслах (в среднем до 7%) . С повышением вязкости масла, в которое вводится присадка, величина эффекта снижается (на масле SAE 5W-30 – до 5,5%);

- Первый этап исследования, проводимый с использованием разных концентраций добавки iMagnet P14, показал зависимость эффекта от процента ввода добавки в масло. При этом четко наблюдается определенный оптимум концентрации, при котором величина эффекта максимальна. Для режимов с преимущественной работой двигателя на малых частотах вращения коленчатого вала и на режимах максимальной нагрузки, оптимальная концентрация лежит в области 2.5...2.8 об.%. Для режимов средних нагрузок оптимальная концентрация снижается до 1,5...1,8 об.%. Полученные результаты относятся к применению добавки к исследованным

типам моторных масел и двигателей. Для других масел и двигателей эти цифры могут быть несколько другими, однако общая тенденция в работе добавки сохранится.

- Длительная работа добавки в двигателе не привела к увеличению уровня загрязнений двигателя низко- и высокотемпературными отложениями. Более того, наблюдалось некоторое снижение степени загрязненности двигателя после длительного цикла испытаний на моторном масле, содержащем добавку iMagnet P14.

- Увеличение вязкости моторного масла во всем температурном диапазоне, вызванное вводом добавки iMagnet P14, одновременно привело к повышению индекса вязкости масла и условной температуры проворачиваемости коленчатого вала. Это означает, что применение добавки не повлияет на пусковые характеристики двигателя при отрицательных температурах.

- Характер изменения щелочного и кислотного числа масла при вводе в него добавки iMagnet P14 не отличается от того, который был зафиксирован при испытаниях двигателя, работающем на моторном масле без добавки. Следовательно, отсутствуют конфликты добавки iMagnet P14 с моющими присадками моторного масла Castrol EDGE.

- По мере длительной наработки моторного масла, содержащего добавку iMagnet P14, наблюдается динамика определенного снижения эффекта, что, очевидно, связано с ее срабатыванием в двигателе. К окончанию цикла испытаний (аналог 12 тысяч км пробега) двигателя, работающего на моторном масле с испытуемой добавкой, эффект снижения расхода топлива существенно уменьшился. Следовательно, для поддержания

эффекта, желательно повторное использование добавки iMagnet P14 каждые 5...7 тысяч километров пробега.

Литература:

1. Шабанов А.Ю., Зайцев А.Б., Кудинов И.С., Метелев А.А. Влияние некоторых физико-химических показателей моторного масла на технико-экономические и ресурсные показатели поршневых бензиновых двигателей/ Двигателестроение, 2011. № 1. – с. 24-28
2. Шабанов А.Ю., Зайцев А.Б., Кудинов И.С. Метод подбора оптимальной вязкостно-температурной характеристики смазочного масла для поршневого четырехтактного двигателя внутреннего сгорания/ Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2011. № 1 (117). – с. 95-100

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

СТАНДАРТ

СДС ГСМ-FLM ММ-003-2009 «МАСЛА МОТОРНЫЕ ДЛЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Метод сравнительных
испытаний».

С Т А Н Д А Р Т

системы добровольной сертификации топлив, смазочных масел и технической химии СДС ГСМ-FLM

СТО ММ-003-2009

МАСЛА МОТОРНЫЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Метод сравнительных стендовых моторных испытаний

Настоящая инструкция устанавливает метод проведения сравнительных стендовых моторных испытаний моторных масел для оценки их влияния на технико-экономические показатели и экологические показатели двигателя .

1. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Сущность метода состоит в проведении испытаний образцов моторных масел на оценку их влияния на :

- параметры мощности и экономичности двигателя;
- содержание токсических компонент в отработавших газах двигателя;
- мощность механических потерь двигателя.

Кроме того, в ходе испытаний оценивается степень изменения основных физико-химических параметров моторного масла на начальном периоде его работы в реальных условиях двигателя.

Испытание, моторно-стендовое, проводится на двигателе ВАЗ-2111 либо двигателе ВАЗ-2112 при рабочих температурах и переменных режимах.

Двигатель, используемый для испытаний, находится в полностью исправном состоянии, с незначительной степенью износа.

2. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ, РЕАКТИВЫ

Для проведения испытания используется следующее испытательное оборудование, материалы, реактивы:

- двигатель ВАЗ-2111 либо ВАЗ-2112;
- стенд для проведения испытаний двигателей;
- бензин автомобильный неэтилированный «Регуляр» или «Премиум» по ГОСТ Р 51105

3 . П О Д Г О Т О В К А К И С П Ы Т А Н И Ю

3.1 Испытания проводят на двигателе ВАЗ-2111 или ВАЗ-2112 с новой поршневой группой (в сборе) и новыми вкладышами подшипников коленчатого вала.

3.2 Собранный двигатель, установленный на стенд, проходит шестичасовую обкатку на режимах, представленных в табл.1. Обкатка проводится на испытуемом моторном масле. Количество масла, заливаемого в двигатель на стадии обкатки - $(3,5 \pm 0.1)$ л.

Табл.1. Режимы обкатки двигателя

Время, мин	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Нагрузка на двигатель, Нм
20	800	0,0
20	1500	0,0
20	2000	0,0
30	2000	30,0
30	2500	30,0
30	2500	60,0
30	3000	30,0
30	3000	60,0
30	3500	30,0

30	3500	70,0
30	4500	50,0
30	4500	Max
30	5600	Max

3.3 Порядок обкатки

Начало обкатки считать с момента выхода на скоростной режим в соответствии с таблицей 1. Время прогрева двигателя в начале обкатки включить в общее время. Длительность последующих режимов считать с момента изменения скорости вращения коленчатого вала.

Время пусков, остановок и последующих прогревов на режиме обкатки не учитывать.

Во время обкатки температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя не должна превышать (85 ± 5) °С и масла в картере (105 ± 5) °С.

3.4 После завершения обкатки:

3.4.1 Замерить компрессометром давление сжатия во всех цилиндрах, которое должно быть не ниже 1,20 мПа.

3.4.2 Замерить прибором контроля герметичности цилиндропоршневой группы параметры полного и остаточного вакуума в цилиндрах. Значение «полный вакуум» должно быть не ниже 0.82, «остаточный вакуум» - не выше 0.36.

3.4.3 После завершения всех после обкаточных мероприятий моторное масло из двигателя слить, установить новый масляный фильтр. Слив масла производится из горячего двигателя, не менее 180 минут.

3 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

4.1 Произвести замену моторного масла по следующей процедуре (для удаления остатков моторного масла, использованного в предыдущей серии испытаний):

4.1.1. Запустить двигатель, прогреть на режиме холостого хода до достижения температуры масла в поддоне двигателя не ниже 80 град. С.

4.1.2. Остановить двигатель, отвернув пробку масляного поддона, слить моторное масло в течение не менее 120 минут.

4.1.3. Залить в двигатель 1.5 литра испытуемого масла, завести двигатель, отработать на режиме холостого хода 5 мин.

4.1.4. Остановить двигатель, слить моторное масло в течение 20 минут.

4.1.5. Залить в двигатель 1.5 литра испытуемого масла и повторить процедуру п. 4.1.3...4.1.4.

4.1.6. Сменить масляный фильтр на новый.

4.2 В двигатель залить ($3,5 \pm 0,1$) л испытуемого масла, при этом уровень в картере должен быть на максимальной отметке указателя уровня масла.

4.3 В помещении, где находится стенд для проведения испытания двигателя, температура не должна превышать плюс 40 °С, относительная влажность должна быть в пределах от 60 % до 80 %.

4.4 Двигатель запустить, прогреть на фиксированном режиме работы до полной стабилизации температур охлаждающей жидкости и моторного масла в масляном поддоне двигателя. Произвести измерения параметров работы двигателя (крутящего момента, частоты вращения коленчатого вала, мгновенного расхода воздуха, давления масла в системе смазывания, температур охлаждающей жидкости, отработавших газов и моторного масла), а также параметров токсичности отработавших газов по компонентам CO, CH, CO₂, NO_x на режимах согласно табл. 2.

№ режима	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Нагрузка на двигатель, нм
1	2000	20,0
2	2000	40,0
3	2000	60,0

4	2000	80,0
5	2000	Max
6	2500	Max
7	3000	Max
8	3500	Max
9	3000	80,0
10	3000	60,0
11	3000	40,0
12	3000	30,0

Табл.2. Режимы замера контрольных характеристик

4.6.3 Измерения проводить после полной стабилизации температур масла и охлаждающей жидкости, по три замера каждого параметра на каждом режиме согласно табл. 2. Перед началом цикла измерений инжекторный двигатель остановить, обнулить память блока управления путем обесточивания двигателя не менее 60 с, далее восстановить питание.

4.6.4 Измерения момента механических потерь методом прокрутки от стенда по следующей процедуре:

4.6.4.1 Прогреть двигатель до рабочей температуры масла по показаниям указателя температуры масла в поддоне.

4.6.4.2 Перекрыть подачу топлива в двигатель и работать до полной выработки топлива в топливной и измерительных системах, после чего выключить зажигание.

4.6.4.3 Зафиксировать температуру масла в начале цикла замера момента механических потерь.

4.6.4.4 С помощью электродвигателя стенда вывести двигатель на режим с частотой вращения коленчатого вала и положением дроссельной заслонки согласно табл.4 , зафиксировать момент механических потерь и температуру масла в поддоне.

Частота вращения коленчатого вала,	Открытие дросселя, %	Частота вращения коленчатого вала,	Открытие дросселя, %
------------------------------------	----------------------	------------------------------------	----------------------

об/мин		об/мин	
300	0		
500	0	4000	100
800	0	3500	100
1000	0	3000	100
1500	0	2500	100
2000	0	2000	100
2500	0	1500	100
3000	0	1000	100
3500	0	800	100
4000	0	500	100
		300	100

Табл.4. Режимы измерения момента механических потерь

4.6.4.5 По окончании цикла измерений включить подачу топлива и зажигание, вывести двигатель на режим 3000 об/мин, 80 нм и поработать на этом режиме 10 мин, после чего цикл испытаний по измерению момента механических потерь считается завершенным.

4.7 По окончании цикла испытаний каждого образца моторного масла произвести отбор проб масла на анализ в следующем порядке:

4.7.1 Сразу по завершении этапа двигатель остановить на 20 мин. Во время остановки отобрать пробоотборником из отверстия для указателя уровня масла 300 мл масла (для промывки пробоотборника), а затем отобрать пробу масла на анализ в объеме 100 мл.

4.8 Испытание считать оконченным если:

- отработан полный цикл испытаний;
- уровень масла упал ниже минимальной отметки указателя уровня масла.

- возникла аварийная ситуация, устранение которой требует разборки двигателя и замены контролируемых деталей, либо

существенного изменения регулировок двигателя (системы питания или зажигания).

4.9 В конце испытания каждого масла произвести его слив и промывку двигателя по процедуре п.4.1. Отработанное масло перелить в чистую канистру и оставить на хранение. Хранение образцов испытанных масел осуществлять в течение 6 месяцев.

4.10 Для отобранных проб моторного масла выполнить определение физико-химических параметров в следующем объеме :

№	Наименование параметра	Метод определения
1	Плотность	ASTM D 1298
2	Кинематическая вязкость	ASTM D 445
3	Кинематическая вязкость при 150 град.С	Метод СПбГПУ
4	Щелочное число	ГОСТ 11362
5	Массовая доля активных элементов	ASTM D 4927
6	Трибологические характеристики	ГОСТ 9490
7	Температура потери текучести и застывания	ASTM D 97

4.11 Разборка двигателя или изменение его регулировок, способных повлиять на результаты испытаний, в процессе всей серии испытаний выборки масел, не допускается. В случае возникновения необходимости устранения неполадок, требующих разборки двигателя, серию испытаний повторить.

5 . О Ц Е Н К А Р Е З У Л Ь Т А Т О В И С П Ы Т А Н И Я

5.1 Данные измерений параметров мощности, расхода топлива, момента механических потерь и токсичности отработавших газов привести к нормальным атмосферным условиям, оценить изменение их изменение в ходе испытаний.

5.2 Оценка результатов испытаний проводится по сопоставлению усредненных за цикл испытаний параметров эффективной мощности на режимах внешней скоростной характеристики, удельного расхода топлива, мощности

механических потерь, содержания токсических компонент в отработавших газах.

5.3 Сопоставление проводится с аналогичными результатами, полученными при испытаниях моторного масла, принятого за базовое.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

СТАНДАРТ

СДС ГСМ-FLM ММ-004-2009 «МАСЛА МОТОРНЫЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Метод оценки склонности к образованию отложений, ресурсных показателей и противоизносных свойств».

С Т А Н Д А Р Т

системы добровольной сертификации топлив, смазочных масел и технической химии СДС ГСМ-FLM

ММ-04-2009

МАСЛА МОТОРНЫЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Метод оценки склонности к образованию отложений, ресурсных показателей и противоизносных свойств

Настоящая инструкция устанавливает метод оценки склонности моторного масла к образованию отложений и оценки ресурсных и противоизносных свойств при работе двигателя.

1. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Сущность метода состоит в проведении испытания моторного масла на стойкость:

- к образованию отложений на деталях двигателя;
- к изменению базовых физико-химических параметров масла в процессе эксплуатации;
- к износу сопряженных деталей двигателя.

Испытание, моторно-стендовое, проводится на двигателе ВАЗ-2111 либо двигателе ВАЗ-2108 при рабочих температурах и переменных режимах в течение 120 часов.

Двигатель специальным образом подготовлен таким образом, чтобы искусственно увеличить скорость старения масла (путем увеличения зазоров в замках поршневых колец). Контроль скорости образования отложений проводится по изменению массы контрольных деталей (впускных, выпускных клапанов, свечей зажигания), также специальных контрольных весовых элементов, установленных в поддоне двигателя и клапанной крышке. Контроль

скорости износа проводится по изменению массы поршневых колец и вкладышей подшипников коленчатого вала, а также по темпу накопления продуктов износа (механических примесей) в моторном масле.

2. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ, РЕАКТИВЫ

Для проведения испытания используется следующее испытательное оборудование, материалы, реактивы:

- двигатель ВАЗ-2111 либо ВАЗ-2108 (техническая характеристика приведена в приложении А);
- стенд для проведения испытаний двигателей (оснащение стенда приведено в приложении Б);
- весы от 0 г до 200 г с точностью до 0,001 г;
- бензин автомобильный неэтилированный «Регуляр» или «Премиум» по ГОСТ Р 51105;
- гептан нормальный эталонный по ГОСТ 25828;
- толуол по ГОСТ 5789;
- нефрас по ТУ 38.401-67-108;
- гидроксид натрия - щелочь по ГОСТ 4328.

3 . П О Д Г О Т О В К А К И С П Ы Т А Н И Ю

3.1 Испытания проводят на двигателе ВАЗ-2111 или ВАЗ-2108 с новой поршневой группой (в сборе) и новыми вкладышами подшипников коленчатого вала. Для ускорения темпа старения масла зазоры в замках поршневых компрессионных кольцах в новых поршневых группах увеличиваются до 0.8 мм.

3.2 Собранный двигатель, установленный на стенд, проходит шестичасовую обкатку на режимах, представленных в табл.1. Обкатка проводится на испытуемом моторном масле. Количество масла, заливаемого в двигатель на стадии обкатки - $(3,5 \pm 0.1)$ л.

Табл.1.1. Режимы обкатки двигателя ВАЗ-2111

Время, мин	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Нагрузка на двигатель, нм
20	800	0,0
20	1500	0,0
20	2000	0,0
30	2000	30,0
30	2500	30,0
30	2500	60,0
30	3000	30,0
30	3000	60,0
30	3500	30,0
30	3500	70,0
30	4500	50,0
30	4500	Max
30	5600	Max

Табл.1.2. Режимы обкатки двигателя ВАЗ-2108

Время, мин	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Нагрузка на двигатель, нм
20	800	0,0
20	1500	0,0
20	2000	0,0
30	2000	25,0
30	2500	25,0
30	2500	50,0
30	3000	50,0
30	3000	50,0
30	3500	25,0
30	3500	60,0
30	4500	40,0
30	4500	Max
30	5600	Max

3.3 Порядок обкатки

Начало обкатки считать с момента выхода на скоростной режим в соответствии с таблицей 1. Время прогрева двигателя в начале обкатки включить в общее время. Длительность последующих режимов считать с момента изменения скорости вращения коленчатого вала.

Время пусков, остановок и последующих прогревов на режиме обкатки не учитывать.

Во время обкатки температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя не должна превышать (85 ± 5) °С и масла в картере (105 ± 5) °С.

3.4 После обкатки двигатель разобрать для проведения микрометража сопряженных деталей в соответствии с картами замеров по ГОСТ 14846. Форма карт замеров приведена в Приложении Д.

Дополнительно провести взвешивание каждого поршневого кольца и вкладыша подшипника коленчатого вала, впускных и выпускных клапанов, а также контрольных весовых элементов масляного поддона и клапанной крышки с точностью до 0,001 г. Перед взвешиванием все детали тщательно промыть - в гептане нормальном или нефрасе и толуоле, затем высушить.

Результаты взвешивания занести в карту взвешивания (приложение В).

3.5 После микрометража и взвешивания двигатель собрать в соответствии с «Руководством по ремонту двигателя» и установить на стенд, оснащенный оборудованием, перечисленным в приложении Б.

3.6 Провести кратковременную (30 мин) обкатку собранного двигателя на режиме холостого хода при частоте вращения коленчатого вала 850 об/мин.

3.7 После завершения кратковременной обкатки:

3.6.1 Замерить компрессометром давление сжатия во всех цилиндрах, которое должно быть не ниже 1,00 мПа.

3.6.2 Замерить прибором контроля герметичности цилиндропоршневой группы параметры полного и остаточного

вакуума в цилиндрах. Значение «полный вакуум» должно быть не ниже 0.82, «остаточный вакуум» - не выше 0.36.

3.6.3 После завершения всех после обкаточных мероприятий моторное масло из двигателя слить, установить новый масляный фильтр. Слив масла производится из горячего двигателя, не менее 180 минут.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

4.3 В двигатель залить $(3,5 \pm 0,1)$ л испытуемого масла, при этом уровень в картере должен быть на максимальной отметке указателя уровня масла.

4.4 Двигатель запустить. Испытание проводить на режиме указанном в таблице 2, чередующимися шестичасовыми циклами. Длительность испытания 120 часов (20 циклов). Испытание в пределах цикла должно быть непрерывным, за исключением вынужденных остановок на обслуживание и отбор проб масла на анализ.

4.3 Начало испытания считать с момента выхода на скоростной режим первого этапа. Время пусков и остановок на режиме не учитывать.

Время, мин	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Нагрузка на двигатель, нм
5 мин	850	0.0
25 мин	1500	30.0
60 мин	1800	70.0
60 мин	2500	50,0
60 мин	1800	70,0
60 мин	2500	50,0
60 мин	1800	70,0
25 мин	1500	30,0
5 мин	850	0,0

Табл.2. Режимы основного цикла испытаний

4.4 В ходе испытаний на каждом цикле испытаний по всем вышеуказанным режимам фиксировать следующие параметры:

- частоту вращения коленчатого вала;
- нагрузку двигателя;
- расход топлива;
- давление масла в главной масляной магистрали;
- разрежение во впускном коллекторе;
- температуру:
 - а) охлаждающей жидкости на выходе двигателя;
 - б) масла в картере двигателя.
 - в) отработавших газов

4.5 Ежедневно при начале и окончании цикла испытаний регистрировать:

- атмосферное давление;
- относительную влажность и температуру воздуха;
- контролировать уровень масла в картере двигателя, который должен быть выше минимальной отметки указателя уровня масла,

В помещении, где находится стенд для проведения испытания двигателя, температура не должна превышать плюс 40 °С, относительная влажность должна быть в пределах от 60 % до 80 %.

4.6 В начале испытания, на каждом пятом цикле и в конце испытания произвести:

4.6.1 Измерения компрессии по цилиндрам и параметров герметичности цилиндров двигателя;

4.6.2 Измерения параметров работы двигателя в объеме п. 4.4, а также параметров токсичности отработавших газов по компонентам CO, CH, CO₂, NO_x на режимах согласно табл. 3.

№ режима	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Нагрузка на двигатель, нм
1	850	0,0
2	2000	20,0
3	2000	40,0
4	2000	60,0
5	2000	80,0
6	2000	Max

7	1500	Max
8	2500	Max
9	3000	Max
10	3500	Max
11	4000	Max
12	4500	Max
13	3000	80,0
14	3000	60,0
15	3000	40,0
16	3000	20,0
17	850	0,0

Табл.3. Режимы замера контрольных характеристик

4.6.3 Измерения проводить после полной стабилизации температур масла и охлаждающей жидкости, по три замера каждого параметра на каждом режиме согласно табл. 3. Перед началом цикла измерений инжекторный двигатель остановить, обнулить память блока управления путем обесточивания двигателя не менее 60 с, далее восстановить питание.

4.6.4 Измерения момента механических потерь методом прокрутки от стенда по следующей процедуре:

4.6.4.1 Прогреть двигатель до рабочей температуры масла по показаниям указателя температуры масла в поддоне.

4.6.4.2 Перекрыть подачу топлива в двигатель и работать до полной выработки топлива в топливной и измерительных системах, после чего выключить зажигание.

4.6.4.3 Зафиксировать температуру масла в начале цикла замера момента механических потерь.

4.6.4.4 С помощью электродвигателя стенда вывести двигатель на режим с частотой вращения коленчатого вала и положением дроссельной заслонки согласно табл.4 , зафиксировать момент механических потерь и температуру масла в поддоне.

Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Открытие дросселя, %	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Открытие дросселя, %
300	0	4500	100

500	0	4000	100
800	0	3500	100
1000	0	3000	100
1500	0	2500	100
2000	0	2000	100
2500	0	1500	100
3000	0	1000	100
3500	0	800	100
4000	0	500	100
4500	0	300	100

Табл.4. Режимы измерения момента механических потерь

4.6.4.5 По окончании цикла измерений включить подачу топлива и зажигание, вывести двигатель на режим 3000 об/мин, 80 нм и поработать на этом режиме 10 мин, после чего цикл испытаний по измерению момента механических потерь считается завершенным.

4.7 Во время работы на 1,5, 10, 15 и 20 циклах произвести отбор проб масла на анализ в следующем порядке:

4.7.1 Сразу по завершении этапа двигатель остановить на 20 мин. Во время остановки отобрать пробоотборником из отверстия для указателя уровня масла 300 мл масла (для промывки пробоотборника), а затем отобрать пробу масла на анализ в объеме 100 мл.

4.9 Испытание считать оконченным если:

- отработано 120 часов (20 циклов);
- уровень масла упал ниже минимальной отметки указателя уровня масла.

- возникла аварийная ситуация, устранение которой требует разборки двигателя и замены контролируемых деталей, либо существенного изменения регулировок двигателя (системы питания или зажигания).

4.11 В конце испытания масло слить по процедуре, указанной в п. 3.6.3, измерить остаточное количество масла, определить его расход с учетом объема отобранных проб.

5 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ

5.1 Двигатель после испытаний должен быть разобран на осмотр, оценку, фотографирование и микрометраж в течение 24 часов с момента окончания испытания. Перед оценкой состояния двигателя, детали выдерживаются 8 часов, для стекания моторного масла.

5.2 Оценка состояния двигателя.

5.2.1 Оценка степени загрязнения двигателя складывается из:

- Визуальной оценки степени загрязнения деталей двигателя (клапанной крышки, корпуса распределительного вала, головки цилиндров со стороны пружин, крышки газораспределительного механизма (ГРМ), масляного картера);

- Степени забивки сетки маслоприемника и дренажных отверстий маслоъемных колец ;

- Суммарной оценки степени загрязнения поршня нагаром и лаковыми отложениями, которая складывается из суммарной оценки степени подвижности поршневых колец и суммарной оценки степени загрязнения кольцевых канавок, перемычек, юбки поршня;

- Измеренной массы отложений на контрольных весовых элементах.

5.2.2 Оценка состояния поверхностей трения (цилиндров, поршней, поршневых колец, шайб привода клапанов, кулачков распределительного вала и клапанов) на наличие рисок, царапин, натиров, наволакивания металла, питтинга, коррозионных повреждений и величины их износов.

5.2.3 Провести фотографирование деталей двигателя: клапанной крышки, корпуса распределительного вала, головки цилиндров со стороны пружин, крышки ГРМ, масляного картера, поршней, сетки маслоприемника, а при необходимости и другие поверхности.

5.2.4 Провести микрометраж сопряженных деталей в соответствии с картами замеров и взвешивание.

Перед проведением микрометража и взвешивания сопряженных деталей двигателя:

- провести очистку деталей двигателя от масла, нагара и лаковых отложений;

- поршневые кольца, коренные и шатунные вкладыши промыть в гептане нормальном или нефрасе и толуоле;

- углеродистые отложения удалить с поршневых колец с помощью раствора щелочи NaOH (от 15 до 20) %.

Поршневые кольца, вкладыши подшипников коленчатого вала (каждую деталь в отдельности) взвесить с точностью до 0,001 г. Полученные результаты занести в протокол (приложения В).

По данным микрометража и взвешивания определить величины износа деталей.

5.3 Данные измерений параметров мощности, расхода топлива, момента механических потерь и токсичности отработавших газов привести к нормальным атмосферным условиям, оценить изменение их изменение в ходе испытаний.

5.3. Оценить физико-химические показатели в исходных и итоговых пробах моторного масла, определить:

- а) вязкость кинематическую при температуре 40 °С и 100 °С;
- б) щелочное число;
- в) кислотное число;
- г) температуру вспышки в открытом тигле;
- д) содержание продуктов износа в масле.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ

6.1 Оценка склонности испытуемого масла к образованию отложений и его противоизносных характеристик, проводятся сравнением результатов его испытания с результатами испытаний известных марок моторных масел, рекомендованных к применению заводом-изготовителем двигателя по следующим параметрам:

- средней оценке отложений нагара и лака на поршнях;
- средней массе отложений на всех контрольных весовых элементах;

- относительному процентному изменению параметров мощности, расхода топлива, мощности механических потерь, токсичности отработавших газов, рассчитанному для итогового контрольного цикла измерений относительно начального состояния двигателя;

- состоянию поверхностей трения;

- результаты определения износов деталей;

- результаты лабораторных исследований испытуемого масла и проб масла, отобранных в ходе испытания;

- замечания и отклонения, возникшие при проведении испытания.

6.2 Оценка ресурсных показателей моторного масла определяется на основании анализа динамики изменения его физико-химических параметров, определенных в объеме, предписанном п.5.3 и оценки или прогноза срока достижения браковочных величин этих параметров.

6.3 Допустимые расхождения между параллельными испытаниями одного и того же масла:

- по степени загрязнения деталей двигателя - $\pm 10\%$;

- по степени загрязнения поршня - $\pm 0,5$ балла;

- по результатам определения скорости износа - $\pm 10\%$.

6.4 Заключение о качестве исследуемого масла на соответствие группе по склонности к образованию и противоизносным свойствам дается на основании сопоставления результатов, получаемых при испытаниях исследуемого и контрольного (эталонного) масла.

Новое масло не может быть допущено к применению, если на деталях двигателя отмечены задиры, питтинг, повышенный износ (более чем на 30% от зафиксированного на контрольном масле).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Протоколы обмеров двигателя на различных стадиях
испытаний

Дефектовочная ведомость

двигателя ВАЗ-21083

(перед длительными испытаниями моторного масла Castrol EDGE Professional
0W-20 Titanium)

1. Блок цилиндров

1.1. Диаметры цилиндров, износ образующей и овализация

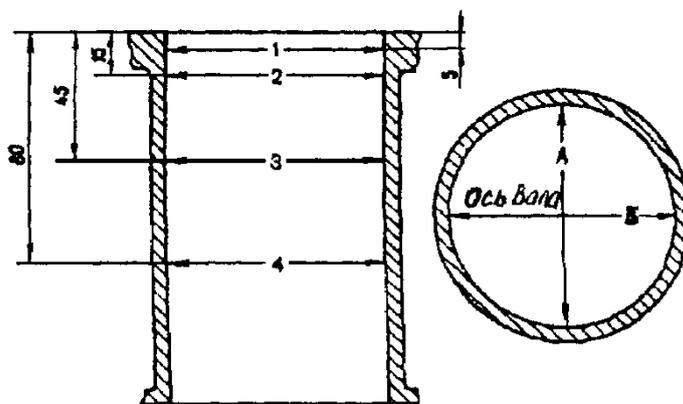


Таблица 4

№ цилиндра & его класс	сечение/ размер	1 (5 мм)	2 (15 мм)	3 (45 мм)	4 (80 мм)	STD
1	А, мм	82,71	82,705	82,71	82,70	
	Б, мм	82,71	82,70	82,70	82,69	
2	А, мм	82,71	82,71	82,70	82,70	
	Б, мм	82,71	82,70	82,69	82,685	
3	А, мм	82,71	82,705	82,705	82,705	
	Б, мм	82,715	82,71	82,70	82,69	
4	А, мм	82,705	82,705	82,705	82,70	
	Б, мм	82,71	82,705	82,70	82,69	

Прим.: 1. Перед измерениями нутромер настраивается по микрометру на номинальный диаметр цилиндра.

2. Поршни и кольца

2.1. Максимальный размер юбки, зазоры поршень-цилиндр

Таблица 5

№ цилиндра:	1	2	3	4
Мах. размер юбки:	82,75	82,75	82,75	82,74
Зазор, мм:				
Норм. зазор, допуск:	0,025 ÷ 0,045, [0,15]			

Прим.: 1. Измерение максимального диаметра юбки производится в сечении, перпендикулярном поршневому пальцу, на расстоянии 51,5 мм от огневого днища поршня. 2. Зазор вычисляется как разность диаметра цилиндра по размеру “А” в 4-м обмерочном поясе (см. табл. 4) и фактическим максимальным размером юбки.

2.2. Тепловые зазоры в замках колец

Таблица 6

№ поршня:	1	2	3	4	Норма, мм
Зазор в 1 кольце (1):	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25 ÷ 0,45
Зазор в 1 кольце (2):	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25 ÷ 0,45
Допуск всех зазоров:	[1,0]				

Прим.: 1. Зазоры измеряются набором щупов при установке кольца в верхний неизношенный пояс соответствующего цилиндра (сечение 1 – 5 мм). 2. Зазор также измеряется в поясе 2 – на 15 мм от плоскости разъема (в зоне износа).

3. Детали движения и подшипники

3.1. Шатунные шейки коленчатого вала, износ шатунных подшипников

3.1.1. Диаметры шатунных шеек

Таблица 7

№ цилиндра		1	2	3	4	STD
Размер в сечении 1	А, мм	46,845	46,845	46,84	46,85	
	Б, мм	46,845	46,84	46,845	46,85	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размер А – измеряется в плоскости кривошипа, Б – в перпендикулярной ей. 2. Сечение 1 расположено в центральной зоне шейки, измерения проводятся несколько раз в различных точках. 3. Допустимый износ, овальность, конусность и т.д. не более 0,03 мм.

3.1.2. Диаметры шатунных подшипников

Таблица 8

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	STD
1	А, мм	46,99	46,99	46,85	46,90	
	Б, мм	46,97	46,92	46,91	46,92	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размеры А и Б измеряются в таком же порядке, как и для коленчатого вала, однако размер Б, попадающий на стык вкладышей, измеряется в двух плоскостях от разъема на $\pm 10 \div 20^\circ$ от него, в таблицу – среднее. 2. Замеры ведутся на собранном подшипнике, момент затяжки гаек шатунных болтов 45÷53 нм (в два приема). 3. Овальность, конусность и корсетность не более 0,03 мм

3.1.3. Вкладыши шатунных подшипников

Таблица 10

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	STD
Верхний	1	2,23	2,23	2,23	2,23	
Нижний	1	2,23	2,23	2,23	2,23	

Прим.: 1. Замер толщины вкладышей производится в плоскости кривошипа. 2. Сечение 1 находится в центральной зоне вкладыша, измерения проводятся несколько раз.

3.2. Коренные шейки коленчатого вала, износ коренных подшипников

3.2.1. Диаметры коренных шеек

Таблица 11

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,805	49,805	49,800	49,805	49,805	
	Б, мм	49,800	49,805	49,800	49,805	49,805	
Среднее по замерам							

Прим.: Общие положения те же, что и для шатунной шейки.

3.2.2. Диаметры коренных подшипников

Таблица 12

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,855	49,856	49,900	49,880	49,945	
	Б, мм	49,855	49,880	49,900	49,870	49,920	
Среднее по замерам							

Прим.: 1. Общие положения те же, что и для шатунных подшипников. 2. Момент затяжки болтов крышек коренных опор 70÷84 нм (в два приема).

3.2.3. Вкладыши коренных подшипников

Таблица 14

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	5	STD
Верхний	1	2,33	2,33	2,35	2,33	2,32	
Нижний	1	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	

Прим.: Общие положения такие же, как и для шатунных вкладышей.

Дефектовочная ведомость

двигателя ВАЗ-21083

(после длительных испытаний моторного масла Castrol EDGE Professional 0W-20 Titanium)

1. Блок цилиндров

1.1. Диаметры цилиндров, износ образующей и овализация

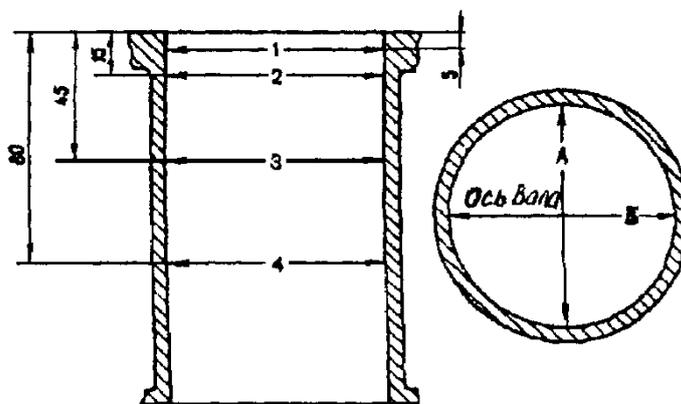


Таблица 4

№ цилиндра & его класс	сечение/ размер	1 (5 мм)	2 (15 мм)	3 (45 мм)	4 (80 мм)	STD
1	А, мм	82,71	82,70	82,705	82,70	
	Б, мм	82,70	82,70	82,70	82,69	
2	А, мм	82,705	82,705	82,70	82,70	
	Б, мм	82,71	82,70	82,68	82,680	
3	А, мм	82,71	82,705	82,70	82,705	
	Б, мм	82,71	82,71	82,695	82,69	
4	А, мм	82,70	82,70	82,705	82,70	
	Б, мм	82,705	82,700	82,70	82,685	

Прим.: 1. Перед измерениями нутромер настраивается по микрометру на номинальный диаметр цилиндра.

2. Поршни и кольца

2.1. Максимальный размер юбки, зазоры поршень-цилиндр

Таблица 5

№ цилиндра:	1	2	3	4
Мах. размер юбки:	82,70	82,70	82,75	82,72
Зазор, мм:				
Норм. зазор, допуск:	0,025 ÷ 0,045, [0,15]			

Прим.: 1. Измерение максимального диаметра юбки производится в сечении, перпендикулярном поршневому пальцу, на расстоянии 51,5 мм от огневого днища поршня. 2. Зазор вычисляется как разность диаметра цилиндра по размеру “А” в 4-м обмерочном поясе (см. табл. 4) и фактическим максимальным размером юбки.

2.2. Тепловые зазоры в замках колец

Таблица 6

№ поршня:	1	2	3	4	Норма, мм
Зазор в 1 кольце (1):	0,37	0,35	0,37	0,36	0,25 ÷ 0,45
Зазор в 1 кольце (2):	0,36	0,35	0,36	0,36	0,25 ÷ 0,45
Допуск всех зазоров:	[1,0]				

Прим.: 1. Зазоры измеряются набором щупов при установке кольца в верхний неизношенный пояс соответствующего цилиндра (сечение 1 – 5 мм). 2. Зазор также измеряется в поясе 2 – на 15 мм от плоскости разъема (в зоне износа).

3. Детали движения и подшипники

3.1. Шатунные шейки коленчатого вала, износ шатунных подшипников

3.1.1. Диаметры шатунных шеек

Таблица 7

№ цилиндра		1	2	3	4	STD
Размер в сечении 1	А, мм	46,84	46,84	46,84	46,84	
	Б, мм	46,84	46,84	46,84	46,845	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размер А – измеряется в плоскости кривошипа, Б – в перпендикулярной ей. 2. Сечение 1 расположено в центральной зоне шейки,

измерения проводятся несколько раз в различных точках. 3. Допустимый износ, овальность, конусность и т.д. не более 0,03 мм.

3.1.2. Диаметры шатунных подшипников

Таблица 8

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	STD
1	А, мм	46,98	46,97	46,80	46,85	
	Б, мм	46,96	46,92	46,90	46,91	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размеры А и Б измеряются в таком же порядке, как и для коленчатого вала, однако размер Б, попадающий на стык вкладышей, измеряется в двух плоскостях от разьема на $\pm 10 \div 20^\circ$ от него, в таблицу – среднее. 2. Замеры ведется на собранном подшипнике, момент затяжки гаек шатунных болтов 45÷53 нм (в два приема). 3. Овальность, конусность и корсетность не более 0,03 мм

3.1.3. Вкладыши шатунных подшипников

Таблица 10

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	STD
Верхний	1	2,225	2,225	2,23	2,20	
Нижний	1	2,23	2,23	2,225	2,225	

Прим.: 1. Замер толщины вкладышей производится в плоскости кривошипа. 2. Сечение 1 находится в центральной зоне вкладыша, измерения проводятся несколько раз.

3.2. Коренные шейки коленчатого вала, износ коренных подшипников

3.2.1. Диаметры коренных шеек

Таблица 11

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,804	49,803	49,798	49,803	49,804	
	Б, мм	49,795	49,805	49,800	49,804	49,805	
Среднее по замерам							

Прим.: Общие положения те же, что и для шатунной шейки.

3.2.2. Диаметры коренных подшипников

Таблица 12

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,857	49,856	49,900	49,885	49,950	
	Б, мм	49,857	49,882	49,900	49,880	49,920	
Среднее по замерам							

Прим.: 1. Общие положения те же, что и для шатунных подшипников. 2. Момент затяжки болтов крышек коренных опор 70÷84 нм (в два приема).

3.2.3. Вкладыши коренных подшипников

Таблица 14

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	5	STD
Верхний	1	2,32	2,31	2,34	2,32	2,31	
Нижний	1	2,32	2,31	2,30	2,32	2,31	

Прим.: Общие положения такие же, как и для шатунных вкладышей.

Дефектовочная ведомость

двигателя ВАЗ-21083

(перед длительными испытаниями моторного масла Castrol EDGE Professional
0W-20 Titanium с iMagnet P14)

1. Блок цилиндров

1.1. Диаметры цилиндров, износ образующей и овализация

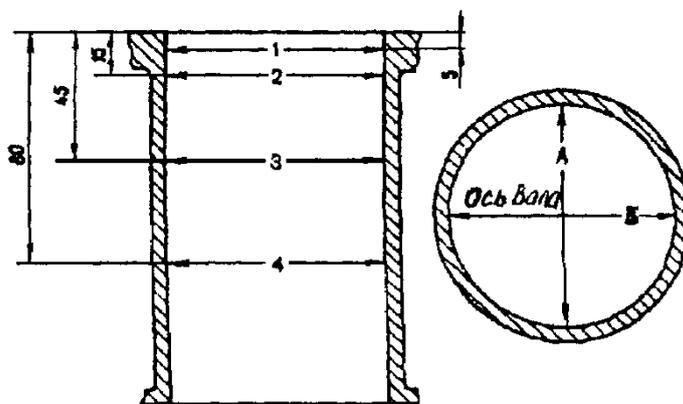


Таблица 4

№ цилиндра & его класс	сечение/ размер	1 (5 мм)	2 (15 мм)	3 (45 мм)	4 (80 мм)	STD
1	А, мм	82,71	82,70	82,705	82,70	
	Б, мм	82,70	82,70	82,70	82,69	
2	А, мм	82,705	82,705	82,70	82,70	
	Б, мм	82,71	82,70	82,68	82,680	
3	А, мм	82,71	82,705	82,70	82,705	
	Б, мм	82,71	82,71	82,695	82,69	
4	А, мм	82,70	82,70	82,705	82,70	
	Б, мм	82,705	82,700	82,70	82,685	

Прим.: 1. Перед измерениями нутромер настраивается по микрометру на номинальный диаметр цилиндра.

2. Поршни и кольца

2.1. Максимальный размер юбки, зазоры поршень-цилиндр

Таблица 5

№ цилиндра:	1	2	3	4
Мах. размер юбки:	82,70	82,70	82,75	82,72
Зазор, мм:				
Норм. зазор, допуск:	0,025 ÷ 0,045, [0,15]			

Прим.: 1. Измерение максимального диаметра юбки производится в сечении, перпендикулярном поршневому пальцу, на расстоянии 51,5 мм от огневого днища поршня. 2. Зазор вычисляется как разность диаметра цилиндра по размеру "А" в 4-м обмерочном поясе (см. табл. 4) и фактическим максимальным размером юбки.

2.2. Тепловые зазоры в замках колец

Таблица 6

№ поршня:	1	2	3	4	Норма, мм
Зазор в 1 кольце (1):	0,37	0,35	0,37	0,36	0,25 ÷ 0,45
Зазор в 1 кольце (2):	0,36	0,35	0,36	0,36	0,25 ÷ 0,45
Допуск всех зазоров:	[1,0]				

Прим.: 1. Зазоры измеряются набором щупов при установке кольца в верхний неизношенный пояс соответствующего цилиндра (сечение 1 – 5 мм). 2. Зазор также измеряется в поясе 2 – на 15 мм от плоскости разъема (в зоне износа).

3. Детали движения и подшипники

3.1. Шатунные шейки коленчатого вала, износ шатунных подшипников

3.1.1. Диаметры шатунных шеек

Таблица 7

№ цилиндра		1	2	3	4	STD
Размер в сечении 1	А, мм	46,84	46,84	46,84	46,84	
	Б, мм	46,84	46,84	46,84	46,845	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размер А – измеряется в плоскости кривошипа, Б – в перпендикулярной ей. 2. Сечение 1 расположено в центральной зоне шейки,

измерения проводятся несколько раз в различных точках. 3. Допустимый износ, овальность, конусность и т.д. не более 0,03 мм.

3.1.2. Диаметры шатунных подшипников

Таблица 8

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	STD
1	А, мм	46,98	46,97	46,80	46,85	
	Б, мм	46,96	46,92	46,90	46,91	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размеры А и Б измеряются в таком же порядке, как и для коленчатого вала, однако размер Б, попадающий на стык вкладышей, измеряется в двух плоскостях от разъема на $\pm 10 \div 20^\circ$ от него, в таблицу – среднее. 2. Замеры ведутся на собранном подшипнике, момент затяжки гаек шатунных болтов 45÷53 нм (в два приема). 3. Овальность, конусность и корсетность не более 0,03 мм

3.1.3. Вкладыши шатунных подшипников

Таблица 10

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	STD
Верхний	1	2,225	2,225	2,23	2,20	
Нижний	1	2,23	2,23	2,225	2,225	

Прим.: 1. Замер толщины вкладышей производится в плоскости кривошипа. 2. Сечение 1 находится в центральной зоне вкладыша, измерения проводятся несколько раз.

3.2. Коренные шейки коленчатого вала, износ коренных подшипников

3.2.1. Диаметры коренных шеек

Таблица 11

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,804	49,803	49,798	49,803	49,804	
	Б, мм	49,795	49,805	49,800	49,804	49,805	
Среднее по замерам							

Прим.: Общие положения те же, что и для шатунной шейки.

3.2.2. Диаметры коренных подшипников

Таблица 12

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,857	49,856	49,900	49,885	49,950	
	Б, мм	49,857	49,882	49,900	49,880	49,920	
Среднее по замерам							

Прим.: 1. Общие положения те же, что и для шатунных подшипников. 2. Момент затяжки болтов крышек коренных опор 70÷84 нм (в два приема).

3.2.3. Вкладыши коренных подшипников

Таблица 14

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	5	STD
Верхний	1	2,32	2,31	2,34	2,32	2,31	
Нижний	1	2,32	2,31	2,30	2,32	2,31	

Прим.: Общие положения такие же, как и для шатунных вкладышей.

Дефектовочная ведомость

двигателя ВАЗ-21083

(перед длительными испытаниями моторного масла Castrol EDGE Professional
0W-20 Titanium с iMagnet P14)

1. Блок цилиндров

1.1. Диаметры цилиндров, износ образующей и овализация

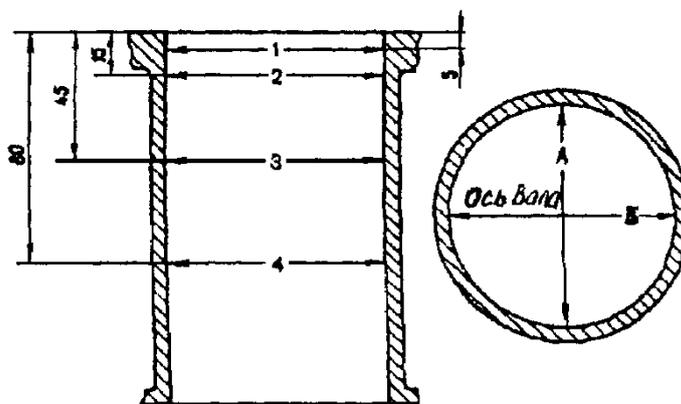


Таблица 4

№ цилиндра & его класс	сечение/ размер	1 (5 мм)	2 (15 мм)	3 (45 мм)	4 (80 мм)	STD
1	А, мм	82,715	82,70	82,71	82,70	
	Б, мм	82,71	82,70	82,705	82,69	
2	А, мм	82,705	82,705	82,71	82,705	
	Б, мм	82,715	82,705	82,69	82,685	
3	А, мм	82,71	82,71	82,70	82,71	
	Б, мм	82,71	82,71	82,70	82,695	
4	А, мм	82,70	82,70	82,71	82,705	
	Б, мм	82,71	82,710	82,70	82,69	

Прим.: 1. Перед измерениями нутромер настраивается по микрометру на номинальный диаметр цилиндра.

2. Поршни и кольца

2.1. Максимальный размер юбки, зазоры поршень-цилиндр

Таблица 5

№ цилиндра:	1	2	3	4
Мах. размер юбки:	82,70	82,768	82,73	82,72
Зазор, мм:				
Норм. зазор, допуск:	0,025 ÷ 0,045, [0,15]			

Прим.: 1. Измерение максимального диаметра юбки производится в сечении, перпендикулярном поршневому пальцу, на расстоянии 51,5 мм от огневого днища поршня. 2. Зазор вычисляется как разность диаметра цилиндра по размеру “А” в 4-м обмерочном поясе (см. табл. 4) и фактическим максимальным размером юбки.

2.2. Тепловые зазоры в замках колец

Таблица 6

№ поршня:	1	2	3	4	Норма, мм
Зазор в 1 кольце (1):	0,37	0,36	0,37	0,37	0,25 ÷ 0,45
Зазор в 1 кольце (2):	0,37	0,35	0,36	0,37	0,25 ÷ 0,45
Допуск всех зазоров:	[1,0]				

Прим.: 1. Зазоры измеряются набором щупов при установке кольца в верхний неизношенный пояс соответствующего цилиндра (сечение 1 – 5 мм). 2. Зазор также измеряется в поясе 2 – на 15 мм от плоскости разъема (в зоне износа).

3. Детали движения и подшипники

3.1. Шатунные шейки коленчатого вала, износ шатунных подшипников

3.1.1. Диаметры шатунных шеек

Таблица 7

№ цилиндра		1	2	3	4	STD
Размер в сечении 1	А, мм	46,84	46,83	46,83	46,84	
	Б, мм	46,84	46,83	46,84	46,84	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размер А – измеряется в плоскости кривошипа, Б – в перпендикулярной ей. 2. Сечение 1 расположено в центральной зоне шейки,

измерения проводятся несколько раз в различных точках. 3. Допустимый износ, овальность, конусность и т.д. не более 0,03 мм.

3.1.2. Диаметры шатунных подшипников

Таблица 8

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	STD
1	А, мм	46,98	46,97	46,85	46,855	
	Б, мм	46,97	46,93	46,90	46,92	
Среднее по всем замерам						

Прим.: 1. Размеры А и Б измеряются в таком же порядке, как и для коленчатого вала, однако размер Б, попадающий на стык вкладышей, измеряется в двух плоскостях от разъема на $\pm 10 \div 20^\circ$ от него, в таблицу – среднее. 2. Замеры ведутся на собранном подшипнике, момент затяжки гаек шатунных болтов 45÷53 нм (в два приема). 3. Овальность, конусность и корсетность не более 0,03 мм

3.1.3. Вкладыши шатунных подшипников

Таблица 10

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	STD
Верхний	1	2,22	2,22	2,23	2,18	
Нижний	1	2,23	2,23	2,22	2,22	

Прим.: 1. Замер толщины вкладышей производится в плоскости кривошипа. 2. Сечение 1 находится в центральной зоне вкладыша, измерения проводятся несколько раз.

3.2. Коренные шейки коленчатого вала, износ коренных подшипников

3.2.1. Диаметры коренных шеек

Таблица 11

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,803	49,803	49,796	49,801	49,802	
	Б, мм	49,794	49,805	49,800	49,803	49,802	
Среднее по замерам							

Прим.: Общие положения те же, что и для шатунной шейки.

3.2.2. Диаметры коренных подшипников

Таблица 12

Сечение	№ цил./ размер	1	2	3	4	5	STD
1	А, мм	49,859	49,856	49,900	49,885	49,950	
	Б, мм	49,859	49,884	49,902	49,883	49,927	
Среднее по замерам							

Прим.: 1. Общие положения те же, что и для шатунных подшипников. 2. Момент затяжки болтов крышек коренных опор 70÷84 нм (в два приема).

3.2.3. Вкладыши коренных подшипников

Таблица 14

№ цил./ вкладыш	Сечение	1	2	3	4	5	STD
Верхний	1	2,31	2,31	2,33	2,31	2,30	
Нижний	1	2,31	2,31	2,30	2,31	2,31	

Прим.: Общие положения такие же, как и для шатунных вкладышей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Протоколы замеров физико-химических параметров
образцов моторного масла


ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов

Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ИЛ.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15. тел/факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«18» апреля 2017

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3778 от 18.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба "БАЗА"
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 18.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,73
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,0
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,84
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	222
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		27
	- ванадий		менее 1
	- кремний		17
	- медь		4
	- молибден		33
	- натрий		менее 7
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		менее 1
	- калий		менее 40
	- магний		8
	- барий		менее 0,5
	- титан		31
	- марганец		менее 5
	- железо		2
	- кальций		2269
	- цинк		956
	- фосфор		860

- Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
- Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
- Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
- Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
- Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несет официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов





ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов
 Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU13П.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15. тел/факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«18» апреля 2017 г

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3779 от 18.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба 1-1
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 18.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,67
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	2,9
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,87
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	226
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		5
	- ванадий		менее 1
	- кремний		24
	- медь		7
	- молибден		8
	- натрий		менее 7 (3)
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		1
	- калий		менее 40
	- магний		11
	- барий		менее 0,5
	- титан		45
	- марганец		менее 5
	- железо		11
	- кальций		2220
	- цинк		893
	- фосфор		762

- Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
- Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
- Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
- Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
- Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несёт официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов





ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов
 Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Росейским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ИЛ.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15, тел./факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«18» апреля 2017 г.



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3780 от 18.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба 1-2
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 18.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,84
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,2
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,88
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	226
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		5
	- ванадий		менее 1
	- кремний		23
	- медь		8
	- молибден		15
	- натрий		21
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		2
	- калий		менее 40
	- магний		11
	- барий		менее 0,5
	- титан		51
	- марганец		менее 5
	- железо		15
	- кальций		2350
	- цинк		890
	- фосфор		753

- Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
- Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытанием.
- Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
- Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
- Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несёт официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов




ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов

Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.П11.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15. тел/факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«18» апреля 2017 г

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3781 от 18.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМП АВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО "ВМП АВТО"
 Место отбора пробы: Проба 1-3
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 18.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,64
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,2
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,92
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	218
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		5
	- ванадий		менее 1
	- кремний		23
	- медь		8
	- молибден		15
	- натрий		26
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		2
	- калий		менее 40
	- магний		14
	- барий		менее 0,5
	- титан		38
	- марганец		менее 5
	- железо		17
	- кальций		2611
	- цинк		965
	- фосфор		765

1. Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
2. Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
3. Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
4. Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
5. Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несёт официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов





ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов
 Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ДШ.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15. тел/факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«19» апреля 2017 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3782 от 19.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМП АВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО "ВМП АВТО"
 Место отбора пробы: ПРОБА 1-4
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 19.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,88
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,3
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,95
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	218
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		5
	- ванадий		менее 1
	- кремний		23
	- медь		8
	- молибден		16
	- натрий		30
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		2
	- калий		менее 40
	- магний		14
	- барий		менее 0,5
	- титан		50
	- марганец		менее 5
	- железо		26
	- кальций		2420
	- цинк		868
	- фосфор		697

- Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
- Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
- Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
- Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
- Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несет официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов




ООО «Северо-Западный Центр Экспертиз» Испытательная лаборатория нефтепродуктов

Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ИИЛ.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15, тел./факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

« 20 » апреля 2017 г.


ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3783 от 20.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба 2-1
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 20.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,52
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,7
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,88
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	234
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		менее 5 (3)
	- ванадий		менее 1
	- кремний		менее 8 (7)
	- медь		менее 2
	- молибден		более 200 (230)
	- натрий		менее 7(3)
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		менее 1
	- калий		менее 40
	- магний		менее 5 (1)
	- барий		менее 0,5
	- титан		28
	- марганец		менее 5
	- железо		менее 2 (1)
	- кальций		2015
	- цинк		1128
	- фосфор		1127

1. Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
2. Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
3. Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
4. Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
5. Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несёт официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов




ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов

Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ЦШ.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15, тел/факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

2017 г

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3784 от 20.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба 2-2
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 20.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,05
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,8
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,85
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	218
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		менее 5(4)
	- ванадий		менее 1
	- кремний		8
	- медь		менее 2
	- молибден		более 200 (217)
	- натрий		7
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		менее 1
	- калий		менее 40
	- магний		менее 5
	- барий		менее 0,5
	- титан		29
	- марганец		менее 5
	- железо		3
	- кальций		2048
	- цинк		1107
	- фосфор		1080

- Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
- Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
- Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
- Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
- Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несет официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов




ООО «Северо-Западный Центр Экспертиз» Испытательная лаборатория нефтепродуктов

Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ИШ.00.К00649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15, тел/факс. (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«20» апреля 2017 г

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3785 от 20.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба 2-3
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 20.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,30
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,8
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,95
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	222
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		менее 5 (4)
	- ванадий		менее 1
	- кремний		менее 8 (7)
	- медь		3
	- молибден		более 200 (236)
	- натрий		7
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		менее 1
	- калий		менее 40
	- магний		менее 5
	- барий		менее 0,5
	- титан		33
	- марганец		менее 5
	- железо		4
	- кальций		2186
	- цинк		1130
	- фосфор		1053

1. Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
2. Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
3. Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
4. Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
5. Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несет официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов




ООО «Северо-Западный Центр Экспертиза» Испытательная лаборатория нефтепродуктов

Аттестат аккредитации Федеральной службы Росаккредитации № RA.RU.21HT27 от 01.07.2015 г.
 Свидетельство о признании Российским морским регистром судоходства № 12.04285.317 от 27.12.2012 г до 26.12.2017 г.
 Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 № РОСС RU.ИП.00.К006649 от 03.09.2014 г до 03.09.2017 г.
 192019, Санкт-Петербург, Глухоозерское шоссе, 15, тел/факс: (812) 346-58-48, e-mail: tpp@nwec.spb.ru www.nwec.spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ИЛН

Михайлова И.К.

«04» апреля 2017 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 3786 от 20.04.2017

Страница 1 общее количество страниц 1

Марка нефтепродукта: Масло моторное
 Организация – заказчик: ООО ВМПАВТО
 Организация- изготовитель (поставщик): ООО"ВМПАВТО"
 Место отбора пробы: Проба 2-4
 Пломба: Не опломбирована
 Основание для проведения испытаний: Заявка клиента от 14.04.2017
 Цель испытаний: Испытания по заявленным показателям
 Дата получения образца (пробы): 14.04.2017
 Начало испытаний: 14.04.2017 Окончание испытаний: 20.04.2017
 Проба предоставлена клиентом

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Метод испытаний	Результат
1	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	ГОСТ 11362	6,44
2	Кислотное число, мг КОН/г масла	ГОСТ 11362	3,8
3	Зольность сульфатная, %	ГОСТ 12417	0,95
4	Температура вспышки в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	222
5	Массовая доля элементов, мг/кг	ASTM D 5185	
	- алюминий		менее 5 (3)
	- ванадий		менее 1
	- кремний		менее 8 (6)
	- медь		4
	- молибден		более 200 (208)
	- натрий		7
	- никель		менее 5
	- олово		менее 10
	- свинец		менее 10
	- хром		менее 1
	- калий		менее 40
	- магний		менее 5
	- барий		менее 0,5
	- титан		31
	- марганец		менее 5
	- железо		6
	- кальций		1991
	- цинк		1002
	- фосфор		899

- Испытания проводились на аттестованном испытательном оборудовании с применением поверенных средств измерений в стандартных условиях.
- Протокол касается только образцов (проб) подвергнутых испытаниям.
- Частичная перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории запрещена.
- Законность получения и подлинность данного документа Вы можете проверить по телефону горячей линии 8 (921) 332-09-46
- Любой отчет или утверждение, переданное в ином виде, чем данный протокол, заверенный подписями ответственных лиц и печатью считается выданным по запросу и на риск Заказчика и не несет официального статуса.

Ответственный за испытания - заместитель руководителя ИЛН

Дежина И.А.

Для протоколов и паспортов



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

**Накладные на масла, использованные при проведении
испытаний**

Унифицированная форма № ТОРГ-12
Утверждена постановлением Госкомстата России от 25.12.98 № 132

Грузоотправитель ИНН 7814617109 ООО "ТАНДЕМ" 193318, г. Санкт-Петербург, ул. Ворошилова, д. 2, литер АБ, пом. 11-Н р/с 4070281011000009736 в в АО "ЭКСИ-БАНК" к/с 3010181040000000889 БИК 044030889
 Структурное подразделение _____
 Вид деятельности по ОКДП _____
 Форма по ОКУД 0330212
 по ОКПО _____

Грузополучатель ООО "ВМПАВТО" 198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная д. 40, лит А р/с 40702810122010000429 в филиал "Санкт-Петербургская дирекция ОАО "УРАЛСИБ"
 г. Санкт-Петербург
 к/с 3010181080000000706 БИК 044030706 ИНН7814069526
 Вид деятельности по ОКДП _____
 по ОКПО 45540231

Поставщик ООО "ТАНДЕМ" 193318, г. Санкт-Петербург, ул. Ворошилова, д. 2, литер АБ, пом. 11-Н ИНН7814617109 р/с 4070281011000009736 в в АО "ЭКСИ-БАНК" к/с 3010181040000000889 БИК 044030889
 по ОКПО 25887398

Плательщик ООО "ВМПАВТО" 198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная д. 40, лит А ИНН7814069526 р/с 40702810122010000429 в филиал "Санкт-Петербургская дирекция ОАО "УРАЛСИБ"
 г. Санкт-Петербург
 к/с 3010181080000000706 БИК 044030706
 по ОКПО _____

Основание Договор №704 от 09/01/2017
 номер _____
 дата _____

ТОВАРНАЯ НАКЛАДНАЯ

наименование документа (договор, контракт, заказ-наряд) _____ номер _____
 дата _____
 Номер документа 120117/117 дата составления 12.01.2017
 Вид операции _____

Но-мер п-рядку	Товар	Единица измерения	Вид упак.	Количест-во	Мас-са брут-то	Коли-чест-во	Цена руб. коп.	Сумма без учета НДС	НДС	Сумма с уче-та руб. коп.						
											наименование, характеристика, сорт, артикул товара	код	в шт	в мест	штук	коп.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Масло castrol edge professional v 0w-20 titaniu	ксл-1566ба	шт	796					21	564.95	11 863.93	18	2 135.51	13 999.44		
									ИТОГО	21	X		11 863.93	X	2 135.51	13 999.44
									Всего по накладной	21	X		11 863.93	X	2 135.51	13 999.44

Товарная накладная имеет приложение на _____ листках
 и содержит _____ Один _____ порядковых номеров записей

Всего мест _____ Масса груза (нетто) _____
 Приложение (паспорта, сертификаты и т.п.) на _____ листках
 Масса груза (брутто) _____
 Всего отпущено на сумму: Тринадцать тысяч девятьсот девяносто девять руб. сорок четыре коп.

Отпуск груза разрешил _____ генеральный директор _____ Кудрявцев Ю. В. _____
 Главный (старший) бухгалтер _____ Кудрявцев Ю. В. _____
 Отпуск груза произвел _____ кладовщик _____ Кудрявцев Юрий В. _____
 По доверенности № _____ от " _____ " _____ 200_ г.
 Выданной _____
 Груз получил _____ грузополучатель _____
 М.П. _____ 12.01.2017 г.
 тринадцать тысяч девятьсот девяносто

Унифицированная форма № ТОРГ-12
Утверждена постановлением Госкомстата
России от 25/12/1998 № 132

Присланный: **ООО "АЗЧМ"** 195197, Санкт-Петербург, Полосинский пр., 74, лит. А, ИНН 7802094292 КПП 780545002 Р/С 40702810255230179040 Форма по ОКЗД
в Северо-Западном банке ОАО "Сбербанк России" г. Санкт-Петербург, к/с 30101810800000000706, БИК 044030706 по ОКТО

Код
0330212
27417076

Присланный: **ООО "ВМПЛАВТО"** 198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная д. 40, лит. А, ИНН 7814069526 КПП 780501001 Р/С 40702810255230179040
в Северо-Западном банке ОАО "Сбербанк России" г. Санкт-Петербург, к/с 30101810800000000706, БИК 044030706 по ОКТО

Вид деятельности по ОКДП
45540231

Поставщик: **ООО "АЗЧМ"** 195197, Санкт-Петербург, Полосинский пр., 74, лит. А, ИНН 7802094292 КПП 780545002 Р/С 40702810255230179040
в Северо-Западном банке ОАО "Сбербанк России" г. Санкт-Петербург, к/с 30101810800000000706, БИК 044030706 по ОКТО

по ОКТО
27417076

Плательщик: **ООО "ВМПЛАВТО"** 198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная д. 40, лит. А, ИНН 7814069526 КПП 780501001 Р/С
40702810255230179040 в филиал "Санкт-Петербургская дирекция ОАО "УРАЛСИБ", к/с 30101810800000000706, БИК 044030706 по ОКТО

по ОКТО
45540231

Основание: **договор, заказ наряд**

номер
дата
номер
дата

ТОВАРНАЯ НАКЛАДНАЯ

Номер документа	Дата составления
125862	09/03/2017

Транспортная накладная
Вид операции

№ п/п	Товар наименование, характеристика, сорт, артикул товара	Единица измерения	Вид учета	Количество	Масса	Цена	Сумма без учета НДС, руб. коп.		НДС	Сумма с учетом НДС, руб. коп.
							шт.	кг		
1	насос Shell Helix HX8 5W30 SN/CF 4л синт.	шт.	шт.	796	3	143136	429407	18%	77293	506740
Всего по накладной				3			429407		77293	506740

Товарная накладная имеет приложение на **порядковом номере записки** и содержит **примечание**

Всего мест **примечание** Масса груза (нетто) **примечание** Масса груза (брутто) **примечание** листов

Приложение(паспорта, сертификаты, и т.д.) на **примечание** Всего отпущено на сумму **примечание** **Взять тысячу шестьдесят семь руб. 00 коп.**

Отпуск вырешил **должностное лицо** **подпись** **расшифровка подписи**

Отпуск груза провозил **должностное лицо** **подпись** **расшифровка подписи**

М.П. "09" марта 2017 года

По договорности № **примечание** **028 от 9 марта 2017 г.** (ДКН = 12586)

выданной **примечание** **ООО "ВМПЛАВТО" кодировку Выявлен: Язверов Овсодичу** **Мен. код(организация, должность, фамилия, и.о.)**

Груз принят **должностное лицо** **подпись** **расшифровка подписи**

Груз получен **должностное лицо** **подпись** **расшифровка подписи**

М.П. " " " 20 года