

Министерство образования Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
Образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра двигателей внутреннего сгорания

Индекс УДК 621.436:621.4.004.67

№ государственной

Регистрации _____

Инвентарный № _____



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе

/Башкарев А.Я./

«27» декабря 2003 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

Исследование влияния присадки к смазочному маслу «НИОД» на показатели
работы автомобильного дизельного двигателя «КАМАЗ»

(наименование темы)

Результаты проведения экспертизы смазочной композиции «НИОД»

(наименование отчета)

Шифр темы / № работы 140301303

Руководитель темы,
зав. кафедрой ДВС,
к.т.н., профессор, в.н.с.

Галышев Ю.В.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2003



Список исполнителей:

Шабанов А.Ю., к.т.н., доцент -ответственный исполнитель
работы

Зайцев А.Б., к.т.н., доцент

Паутов М.В., стендовый инженер

Поршнева П.Г., моторист

Тимофеев А.В., аспирант

Пономарев А.С., магистр

Содержание работы

	Стр.
1. Цель проведения работы	4
2. Объект исследования	4
3. Описание испытательного стенда и измерительной аппаратуры	5
4. Программа испытаний	7
5. Результаты испытаний	7
6. Выводы по работе	20

1. Цель проведения работы

Целью проведения настоящей работы является экспериментальное исследование влияния триботехнического состава «НИОД» на основные показатели работы автомобильного дизельного двигателя КАМАЗ-740.10 – эффективную мощность, расход топлива, скорости износа.

В процессе работы использовались оборудование и расчетно-экспериментальные методики исследования рабочих процессов в ДВС, разработанные на кафедре Двигатели внутреннего сгорания Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

2. Объект исследований

В качестве объекта исследований был выбран дизельный автомобильный двигатель КАМАЗ-740.10 (8Ч 12/12) производства АО «КАМАЗ».

Данный двигатель предназначен для установки на большегрузные автомобили и является одним из наиболее распространенных в России.

Основные параметры двигателя:

Тип - V-образный четырехтактный, дизельный двигатель с жидкостным охлаждением .

Число цилиндров -	8
Диаметр цилиндра , мм -	120
Ход поршня, мм -	120
Рабочий объем, л -	10.85
Степень сжатия -	17
Номинальная мощность, л.с. -	210 при n=2600 об/мин
Максимальный крутящий момент , нм -	640 при n=1600 об/мин

3. Описание испытательного стенда и измерительной аппаратуры

Моторные испытания двигателя КАМАЗ-740.10 проводились на испытательном стенде лаборатории ДВС кафедры Двигатели внутреннего сгорания СПбГПУ. Стенд специально создавался для проведения настоящей работы.

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.).

Для испытания двигателя КАМАЗ-740.10 в лаборатории ДВС СПбГПУ был смонтирован стенд, который оснащен следующими системами и оборудованием:

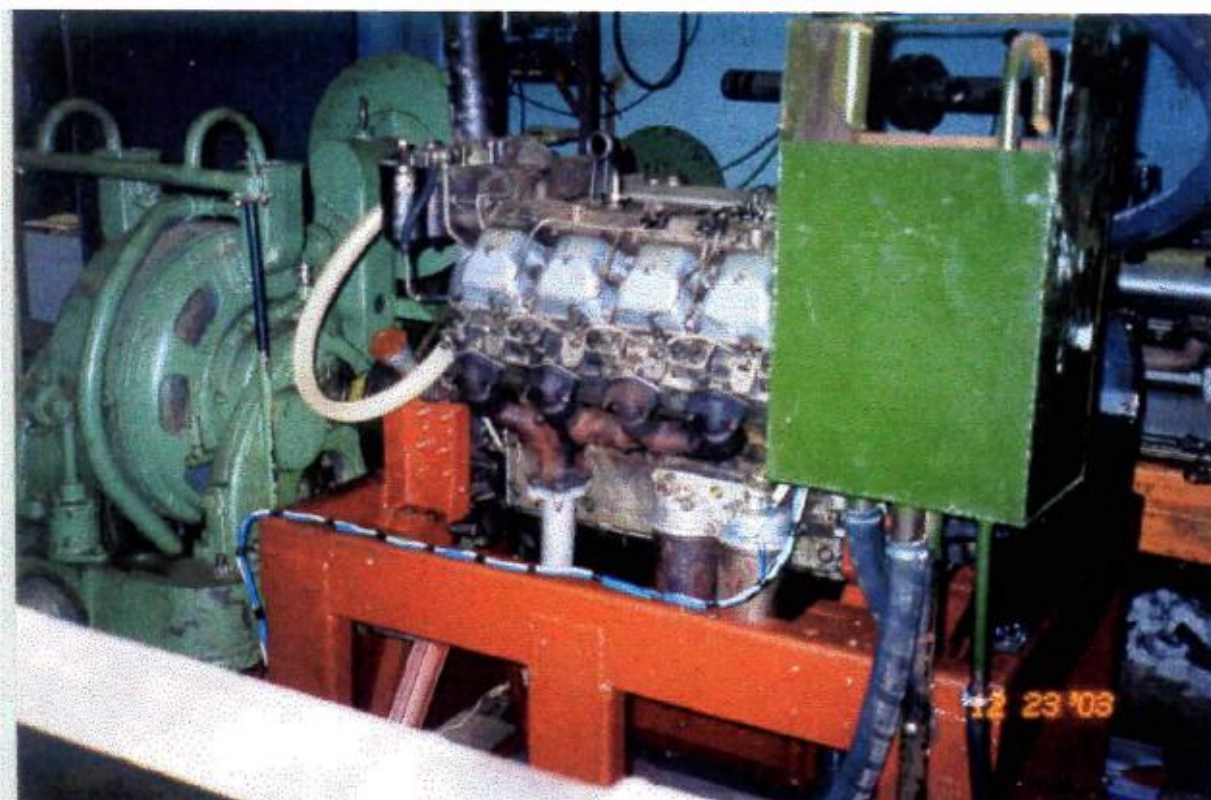
- тормозное устройство;
- пульт дистанционного управления двигателем с приборами контроля за его работой;
- устройство для соединения двигателя с тормозом;
- система водяного охлаждения двигателя;
- смазочная система двигателя;
- топливная система с устройством для замера расхода топлива;
- система воздухообеспечения с устройством для замера воздуха;
- система выпуска отработавших газов.

Стенд для испытания двигателя был оборудован гидротормозом MAW.

Управление двигателем и контроль работы систем установки осуществляется с дистанционного пульта управления.

Двигатель соединен с тормозной установкой при помощи эластичной муфты, обеспечивающего компенсацию несоосностей валов двигателя и тормоза.

Измерение частоты вращения коленчатого вала осуществлялось с помощью штатного тахометра



Стенд с двигателем КАМАЗ-740.10

Система охлаждения двигателя открытого типа, включающая в себя: рубашку охлаждения двигателя; центробежный насос с приводом от коленчатого вала; смеситель, трубопроводы подвода и отвода воды. Контроль за тепловым состоянием двигателя осуществляется с помощью штатного датчика температуры охлаждающей жидкости, установленной в блоке цилиндров двигателя, информация от которого выводится на штатный указатель температуры на панели дистанционного управления двигателем.

Для смазывания двигателя используется штатная масляная система двигателя.

Топливная система включает в себя: топливный бак; расходомер топлива, позволяющий определять расход топлива весовым способом с точностью 0.5 %; соединительные трубопроводы; топливоподкачивающий насос; штатную систему топливоподачи двигателя. Управление положением рейки топливного насоса вынесено на пульт дистанционного управления двигателем.

Система выпуска отработавших газов представляет собой трубопровод большого диаметра, обеспечивающий малые потери давления на выпуске, а также включает вытяжную систему вентиляции испытательного бокса.

Измерения дымности отработавших газов дымомером КИД-2.

Инструментальные погрешности замеров:

Частота вращения коленчатого вала, %	- 1,0
Крутящий момент, нм	- 0,5
Расход топлива, %	- 0,5
Дымность ОГ, %	- 2

4. Программа испытаний

Программа проведения испытаний включала в себя:

- монтаж и наладку стенда с двигателем КАМАЗ-740.10;
- начальную обкатку двигателя до стабилизации параметров;
- проведение базового цикла испытаний со снятием характеристик двигателя (внешней скоростной и нагрузочных при 1700 и 1400 об/мин);
- обработку двигателя триботехническим составом «НИОД»;
- смену масла и масляного фильтра (фильтрующих элементов);
- проведение цикла длительных испытаний с контрольных характеристик двигателя;
- снятие итоговых характеристик двигателя;
- обработку результатов испытаний.

Обработка дизеля препаратом «НИОД» проводилась специалистами фирмы «Энион-Балтика».

5. Результаты испытаний

Ниже приведены результаты обработки экспериментальных данных, полученных в ходе проведения испытаний.

5.1 Характеристика холостого хода

Ниже, в табл. 1 и на рис. 1 приведена характеристика холостого хода дизеля КАМАЗ-740.10 до и после обработки его триботехническим составом «НИОД». Из полученных результатов видно заметное снижение часового расхода топлива после обработки дизеля. Так, во всем диапазоне замеров снижение расхода изменялось от 3.5% в зоне малых частот до 9% в зоне средних частот вращения коленчатого вала. Это свидетельствует о влиянии присадки на снижение механических потерь дизеля, эквивалентном уменьшению расхода топлива.

п, об/мин	Гт, кг/ч до обработки	Гт, кг/ч после обработки
1200	2,72	2,56
1600	4,35	4,16
2000	6,40	6,14
2400	9,34	8,55

Табл. 1. Характеристика холостого хода двигателя КАМАЗ-740.10 до и после обработки триботехническим составом «НИОД»

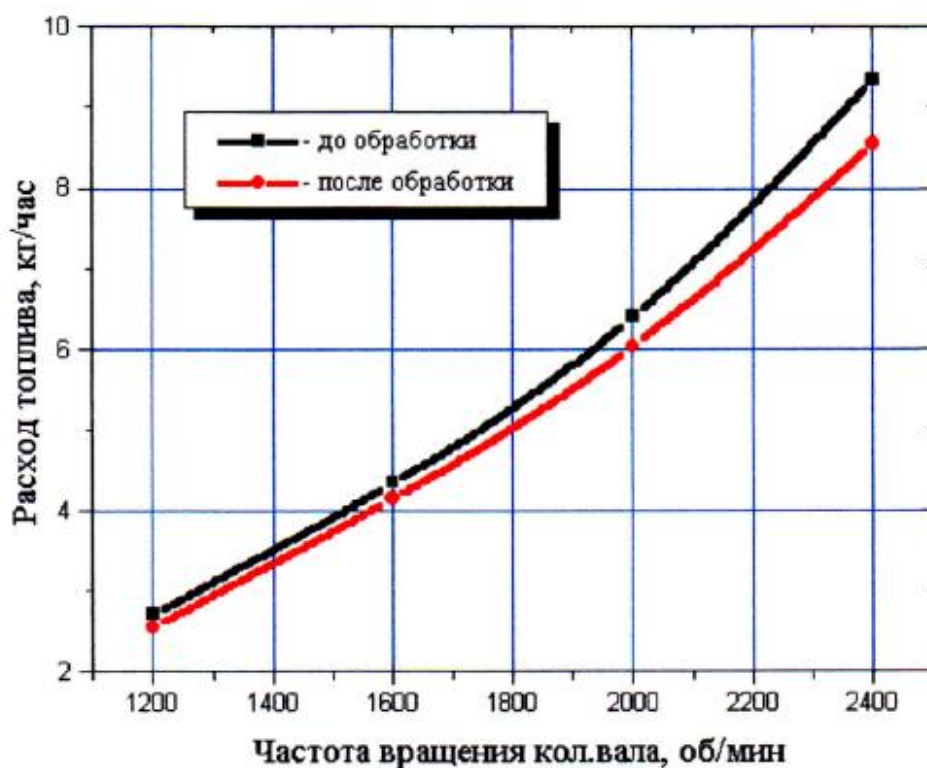


Рис.1. Расход топлива на режимах холостого хода двигателя КАМАЗ-740.10 до и после обработки триботехническим составом «НИОД»

5.2 Испытания по нагрузочным характеристикам

Испытания проводились для четырех частот вращения коленчатого вала – 1200, 1600, 2000, 2400 об/мин в диапазоне нагрузок от 0.0 до 0.8 от номинальной.

Результаты испытаний сведены в табл. 2,5 и проиллюстрированы рис. 2-10.

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

- Подтверждается вывод о благоприятном влиянии обработки двигателя триботехническим составом «НИОД» на показатели работы узлов трения дизеля. Особо заметен рост величины механического к.п.д. в зоне малых нагрузок, где доля потерь трения в общем балансе мощности двигателя наиболее велика. Это приводит к существенному повышению эффекта снижения удельного расхода топлива в зоне малых и средних нагрузок, характерных для городского цикла эксплуатации автомобиля.

- Каких-либо нарушений штатных параметров работы двигателя после его обработки триботехническим составом «НИОД» отмечено не было;

- Некоторое обеднение топливо-воздушной смеси, необходимое для достижения эквивалентной мощности двигателя, отмеченное после обработки двигателя, способствует существенному (до 25...30%) снижению дымности отработавших газов.

Нагрузочная характеристика, $n=1200$ об/мин								
<i>Начальное состояние</i>								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	13,26	2,72	-	0	0,0	10,94
2	54,5	6,80	13,26	4,12	0,602	0,141	0,339	7,23
3	94,7	11,82	13,27	5,03	0,423	0,200	0,471	5,92
4	142,1	17,74	13,28	6,23	0,349	0,243	0,572	4,78
5	192,6	24,04	13,29	7,24	0,299	0,283	0,644	4,12
6	246,3	30,74	13,30	8,54	0,276	0,307	0,698	3,49
7	300,0	37,45	13,35	9,99	0,265	0,320	0,738	2,98
8	357,7	44,65	13,41	11,85	0,267	0,318	0,769	2,51
<i>Через 10 часов после обработки</i>								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	12,00	2,56	-	0,0	0,0	10,76
2	82,0	10,23	12,01	4,42	0,429	0,198	0,460	6,76
3	127,7	15,94	12,01	5,51	0,343	0,247	0,570	5,41
4	217,6	27,16	12,02	7,41	0,271	0,313	0,693	4,03
5	275,9	34,44	12,02	9,31	0,269	0,315	0,741	3,21
6	373,7	46,64	12,03	12,08	0,257	0,329	0,795	2,47
7	378,4	47,24	12,03	12,04	0,253	0,334	0,797	2,48

Табл.2. Нагрузочные характеристики двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях его обработки триботехническим составом «НИОД», $n=1200$ об/мин

Нагрузочная характеристика, $n=1600$ об/мин								
<i>Начальное состояние</i>								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	20,30	4,35	-	0,0	0,0	8,59
2	76,7	12,77	20,31	6,53	0,508	0,167	0,386	5,73
3	142,3	23,68	20,34	8,60	0,361	0,235	0,539	4,35
4	211,9	35,27	20,37	10,88	0,306	0,277	0,635	3,44
5	298,9	49,75	20,40	13,90	0,278	0,305	0,710	2,69
6	368,5	61,33	20,43	16,62	0,269	0,315	0,752	2,25
7								
<i>Через 10 часов после обработки</i>								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	18,12	4,16	-	0,0	0,0	8,41
2	69,4	11,55	18,14	6,04	0,519	0,163	0,389	6,20
3	142,0	23,63	18,14	8,33	0,350	0,242	0,566	4,50
4	243,0	40,45	18,15	11,70	0,287	0,295	0,690	3,20
5	326,6	54,36	18,16	14,36	0,262	0,323	0,750	2,61
6	397,6	66,18	18,18	17,51	0,263	0,322	0,785	2,14
7	482,8	80,36	18,19	21,06	0,260	0,325	0,816	1,78
8								

Табл.3. Нагрузочные характеристики двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях его обработки триботехническим составом «НИОД», $n=1600$ об/мин

Нагрузочная характеристика, $n=2000$ об/мин								
Начальное состояние								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	27,55	6,40	-	0,0	0,0	7,54
2	77,5	16,12	27,57	9,28	0,572	0,148	0,369	5,20
3	142,3	29,61	27,59	12,06	0,404	0,209	0,518	4,00
4	227,7	47,37	27,61	15,58	0,327	0,259	0,632	3,10
5	287,8	59,88	27,65	18,71	0,310	0,273	0,685	2,58
6	376,4	78,31	27,68	23,26	0,295	0,287	0,739	2,07
7								
Через 10 часов после обработки								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	26,00	6,04	-	0,0	0,0	7,55
2	91,6	19,06	26,01	9,42	0,491	0,172	0,422	5,13
3	175,3	36,47	26,03	12,70	0,346	0,245	0,583	3,81
4	236,9	49,29	26,05	15,47	0,312	0,272	0,654	3,12
5	295,3	61,44	26,08	18,36	0,297	0,285	0,702	2,63
6	379,0	78,85	26,10	22,00	0,277	0,306	0,751	2,20
7	473,7	98,88	26,14	27,26	0,275	0,308	0,791	1,77
8								

Табл.4. Нагрузочные характеристики двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях его обработки триботехническим составом «НИОД», $n=2000$ об/мин

Нагрузочная характеристика, $n=2400$ об/мин								
<i>Начальное состояние</i>								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	46,18	9,34	-	0,0	0,0	6,12
2	66,4	16,58	46,20	11,53	0,691	0,123	0,264	4,95
3	126,5	31,58	46,21	14,02	0,441	0,192	0,406	4,07
4	229,3	57,25	46,23	19,11	0,332	0,255	0,553	2,99
5	284,7	71,08	46,26	22,69	0,317	0,267	0,606	2,52
<i>Через 10 часов после обработки</i>								
№ режима	Me, Нм	Ne, кВт	Nm, кВт	Gt, кг/ч	ge, г/кВтч	η_e	η_m	α
1	0,0	0,0	42,25	8,55	-	0,0	0,0	6,19
2	69,5	17,35	42,27	11,56	0,662	0,128	0,291	4,95
3	142,1	35,47	42,28	15,27	0,428	0,198	0,457	3,74
4	217,9	54,40	42,30	19,71	0,360	0,235	0,563	2,90
5	262,1	65,44	42,32	21,69	0,329	0,257	0,608	2,64
6	383,7	95,88	42,35	28,25	0,293	0,289	0,694	2,02

Табл.5. Нагрузочные характеристики двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях его обработки триботехническим составом «НИОД», $n=2400$ об/мин

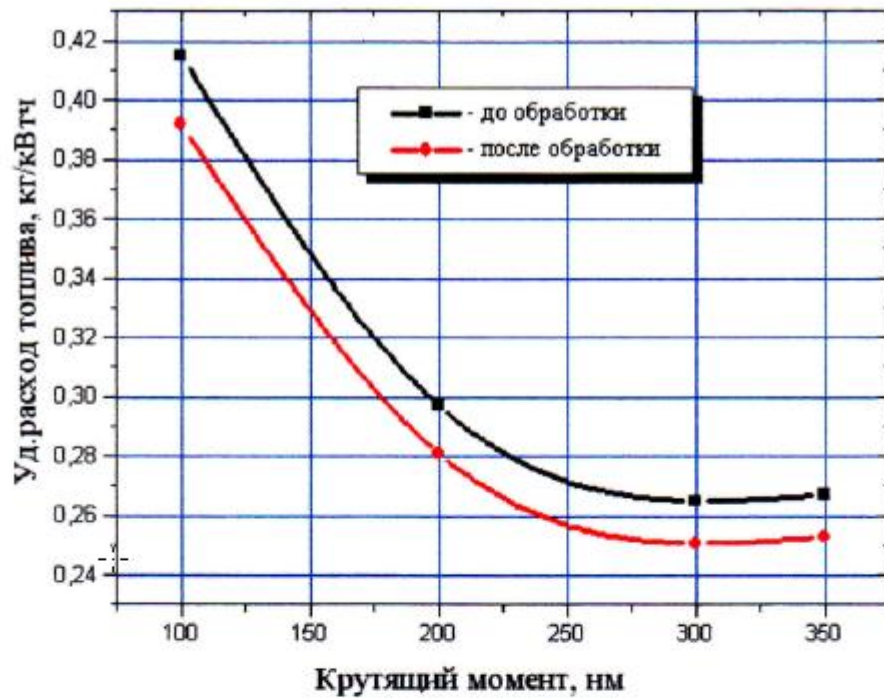


Рис. 2. Изменение удельного расхода топлива двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=1200$ об/мин

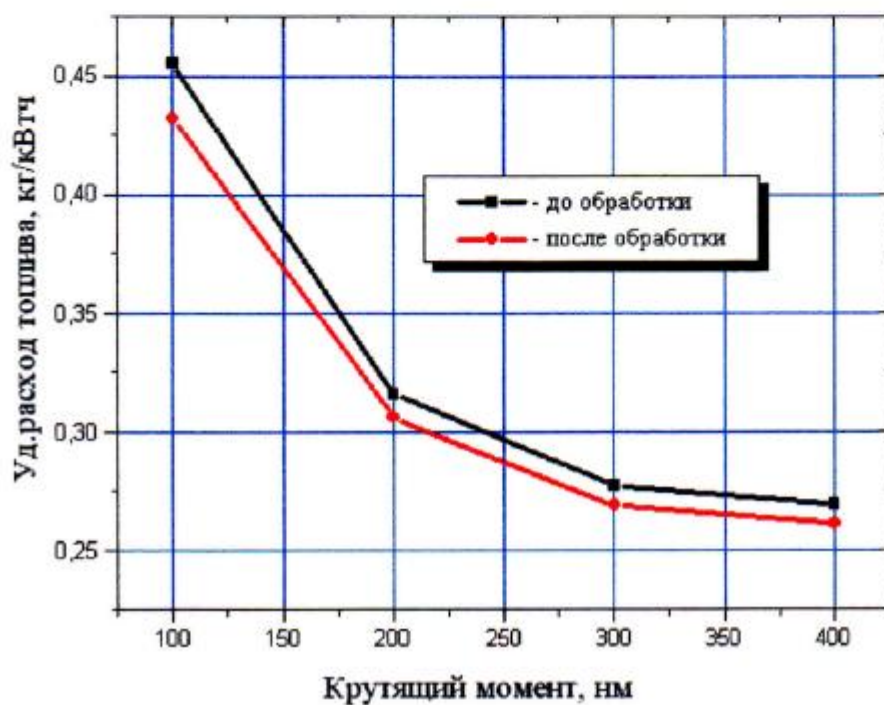


Рис. 3. Изменение удельного расхода топлива двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=1600$ об/мин

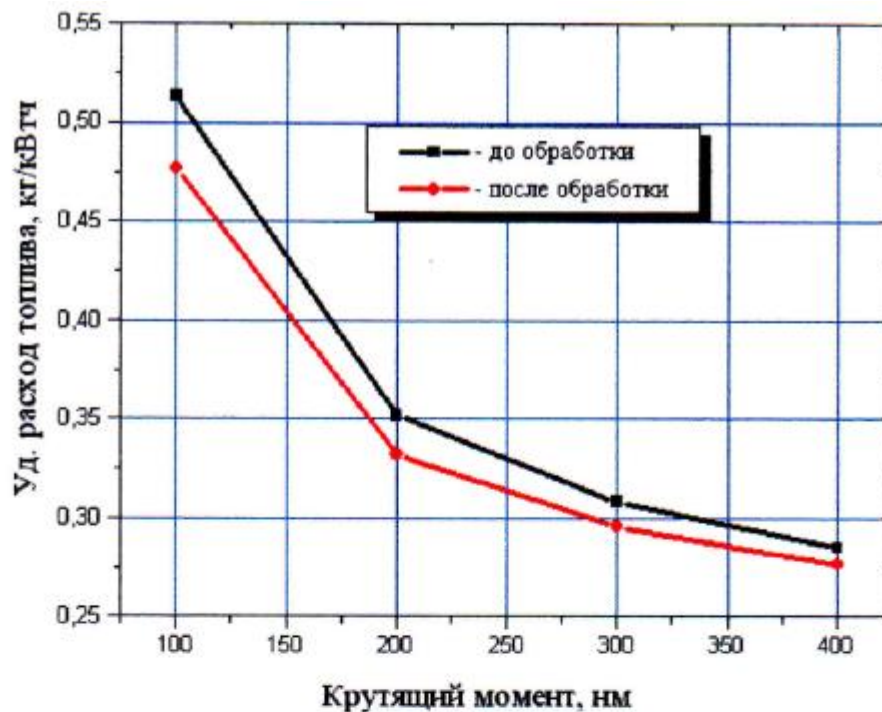


Рис. 4. Изменение удельного расхода топлива двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=2000$ об/мин

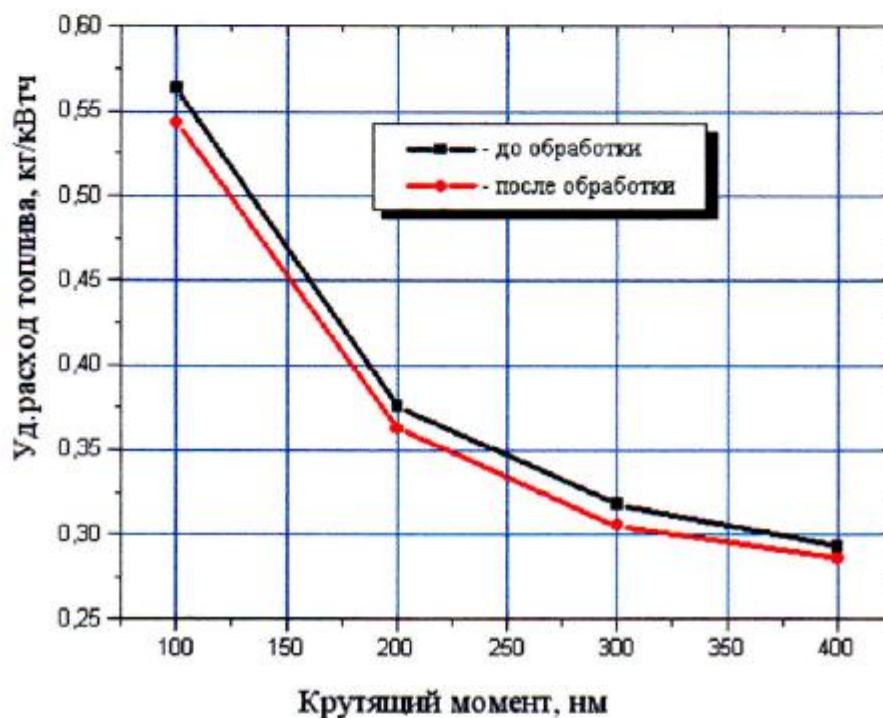


Рис. 5. Изменение удельного расхода топлива двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=2400$ об/мин

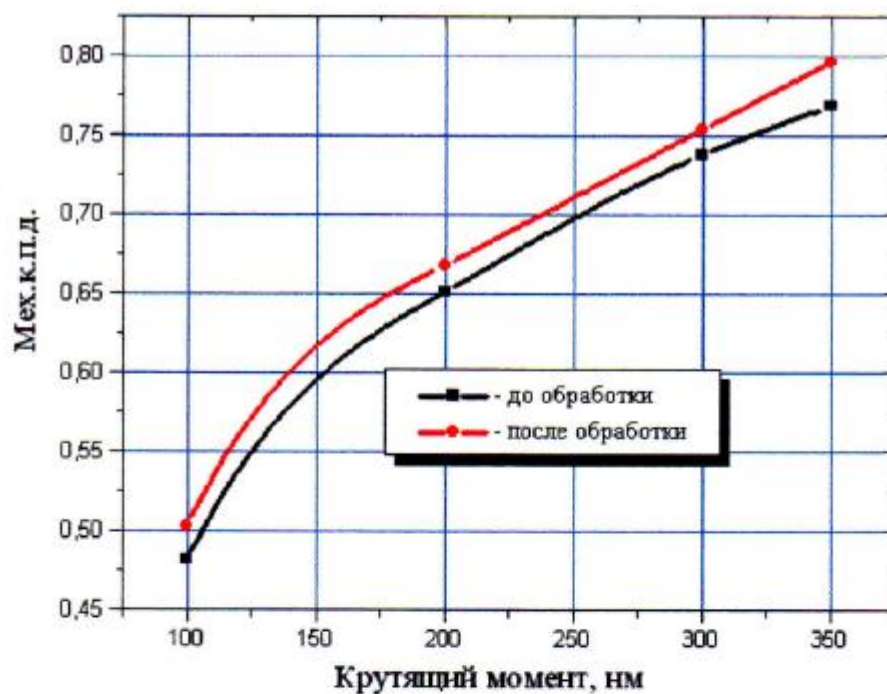


Рис. 6. Изменение механического к.п.д. двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=1200$ об/мин

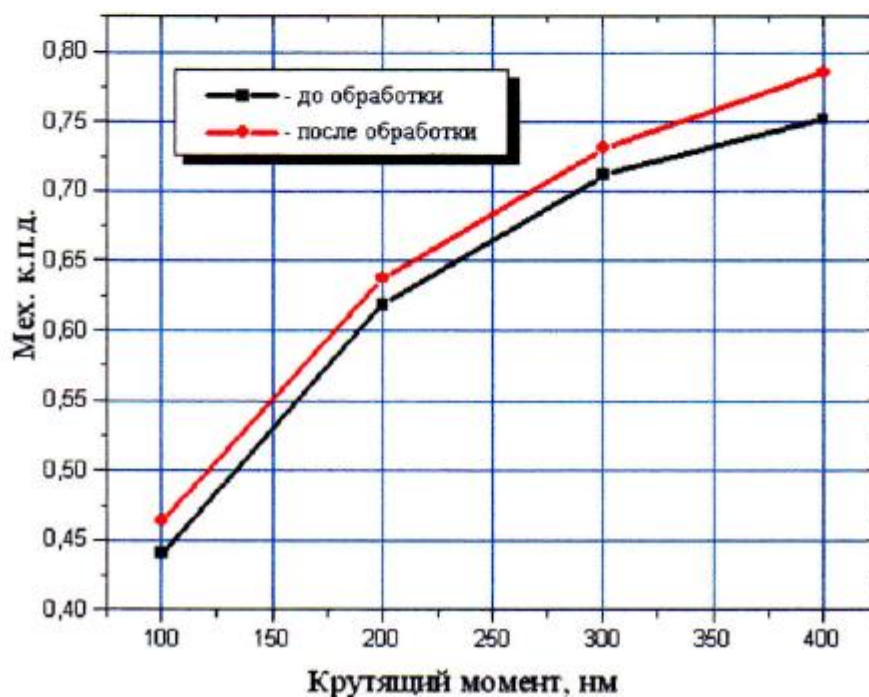


Рис. 7. Изменение механического к.п.д. двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=1600$ об/мин

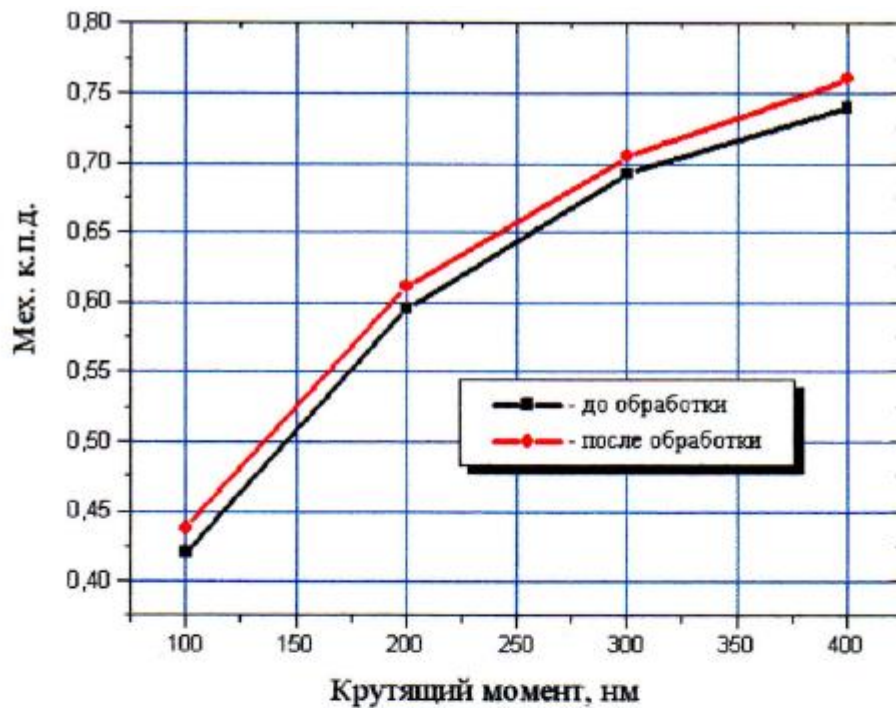


Рис. 8. Изменение механического к.п.д. двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=2000$ об/мин

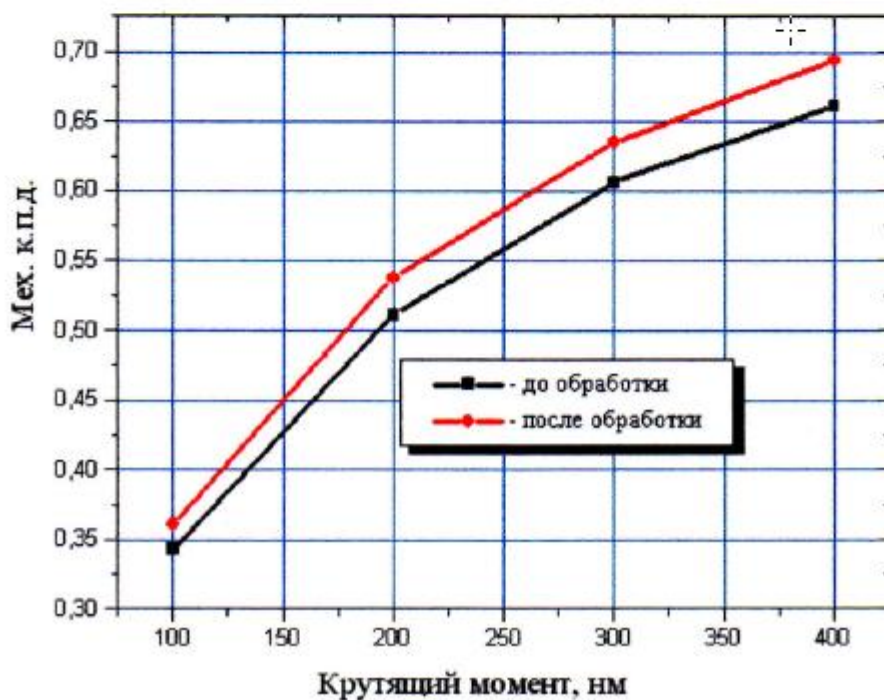


Рис. 9. Изменение механического к.п.д. двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Нагрузочные характеристики, $n=2400$ об/мин

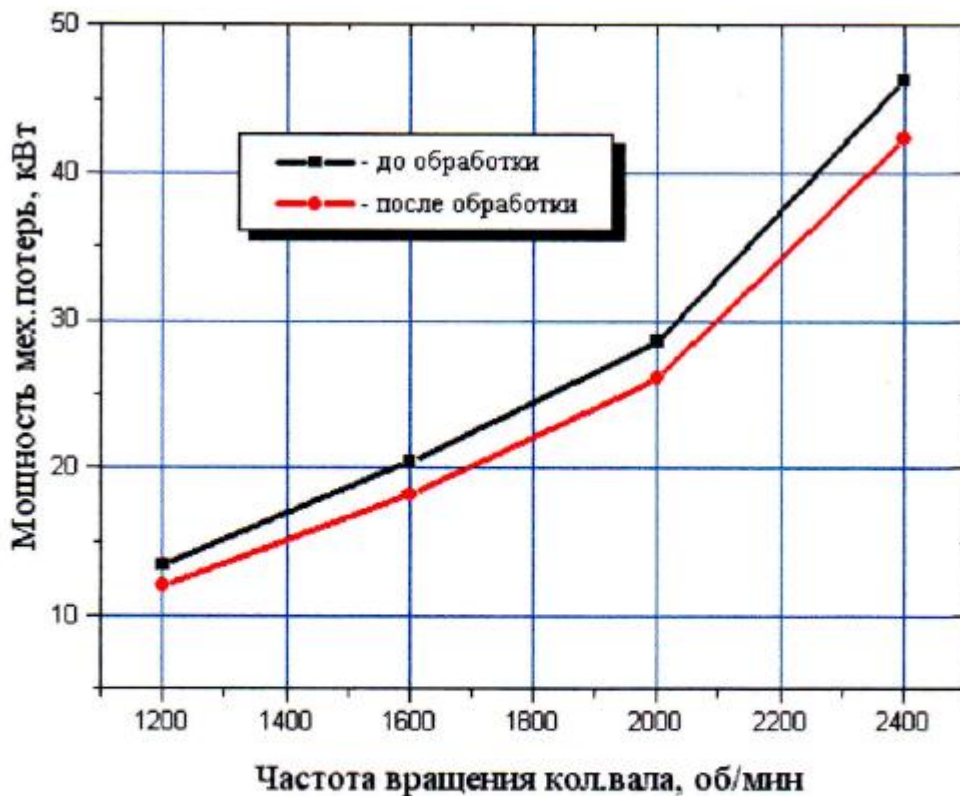


Рис. 10. Изменение мощности механических потерь двигателя КАМАЗ-740.10 на различных стадиях обработки триботехническим составом «НИОД». Скоростная характеристика

6. Результаты спектрального анализа проб масла, отобранных на различных стадиях испытаний

Согласно методике, используемой при проведении испытаний, отбор проб масла производился на двух стадиях испытаний – при прикатке двигателя до обработки триботехническим составом с целью накопления информации по базовым кривым накопления продуктов износа; и на стадии прикатки двигателя после обработки – с целью сбора информации о влиянии триботехнического состава НИОД на процессы износа двигателя.

Отборы проб масла на каждом этапе испытаний проводились в начале и в конце серии испытаний. Отбиралась пробы фиксированного объема (200 мл). Долива масла в двигатель в процессе испытаний не производилось.

Кроме того, была отобрана проба масла сразу после обработки двигателя (до слива и замены масла в двигателе).

Спектральный анализ проводился в сертифицированной лаборатории «Экоавтотранс».

Определение концентраций производилось по следующим металлам: железо Fe, алюминий Al, свинец Pb, олово Sn, хром Cr, медь Cu, кремний Si.

Данные спектрального анализа проб масла сведены в табл. 5.

Проба	Fe, г/т	Pb, г/т	Al, г/т	Sn, г/т	Cr, г/т	Si, г/т	Cu, г/т
До обработки							
Начало	61,9	12,4	4,7	8,4	1,6	4,9	14,2
Конец	179,0	52,2	109,4	37,8	6,7	24,6	33,5
Ui, мг/тч.	2,93	0,99	2,61	0,73	0,13	0,49	0,48
После обработки							
Начало	35,8	19,45	1,68	8,12	1,31	51,1	8,6
Конец	114,5	36,3	17,0	12,2	2,4	133,1	12,4
Ui, мг/тч.	1,96	0,42	0,38	0,10	0,03	2,05	0,09

Табл.5. Результаты спектрального анализа проб масла, отобранных на различных этапах испытаний

Полученные данные свидетельствуют о следующем:

- Обработка двигателя триботехническим составом НИОД приводит к резкому снижению скорости накопления продуктов износа в масле. По содержанию основных металлов базовых деталей двигателя отмечается снижение скорости износа по Fe- на 40%; по Al – на 80..90%; по Cr – на 70%, по Cu – на 85%.

- Одновременно с этим наблюдается резкое увеличение содержания в масле Si, что объясняется наличием в масле фрагментов состава НИОД, продолжающего свою работу даже после смены масла и промывки, проведенной на конечной стадии обработки двигателя.

7. Выводы по работе

Результаты проведенной работы выявили, что основной положительный эффект от применения триботехнического состава «НИОД» достигается за счет:

- микрошлифовки поверхностей трения с образованием защитного металлокерамического слоя, обладающего низкими коэффициентами трения и износа;
- некоторый дополнительный эффект достигается за счет снижения уровня протечек рабочего тела из камеры сгорания в картер двигателя, а также повышения эффективности смесеобразования в пристеночной фазе за счет повышения температуры топливной пленки, осевшей на стенках цилиндра при впрыске на режимах высоких нагрузок;
- роста эффективного к.п.д двигателя, обеспечиваемого вышеуказанными факторами.

При испытаниях дизельного двигателя КАМАЗ-740.10 после его обработки триботехническим составом «НИОД» было зафиксировано:

- увеличение мощности двигателя при фиксированном положении рейки топливного насоса на режимах скоростных характеристик на 3...7% в зависимости от частоты вращения коленчатого вала;
- снижение удельного расхода топлива на 3...9% в зависимости от режима нагружения двигателя;
- снижение дымности отработавших газов на 10...19% во всем диапазоне нагрузочных характеристик;
- снижение скорости износа основных сопряжений трения двигателя на 30...90%.

В то же время, следует отметить, что полученные результаты были получены при испытаниях одного двигателя. Поэтому они не могут дать полного ответа по степени доведенности технологии обработки дизельных двигателей:- триботехническим составом «НИОД». Разработка четких рекомендаций по составу и технологии обработки дизельных двигателей требуют реализации расширенной программы стендовых и дорожных испытаний с обобщением результатов по единой программе.

**Подробнее о триботехнических составах «НИОД» см.
на сайтах НПИФ «ЭНИОН-БАЛТИКА»:**

<http://niod.ru/>

<http://www.stereomore.ru/o-kompanii.html>

Опыт применения ТС «НИОД» в автотранспорте см.:

<http://www.stereomore.ru/novosti/posle-sozdaniya-sajta.html>

http://www.stereomore.ru/userfiles/niod/avto/a_3.htm