

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Учебно-научно-исследовательская лаборатория
«Испытания двигателей внутреннего сгорания и топлив»



УВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Ю.Л. Тибец

29 » 07 2022 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе
по теме

ИСПЫТАНИЕ ОБРАЗЦОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ШЫМКЕНТСКОГО НПЗ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН С ПАКЕТОМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ПРИСАДОК

(Согласно договора № 16/2022 от 14 июня 2022 года)

Руководитель:

Заведующий кафедрой тракторов, автомобилей
и машин для природообустройства, д.т.н.,
профессор, заслуженный работник образования
Республики Беларусь

А.Н. Карташевич

Исполнители:

К.т.н., доцент кафедры тракторов,
автомобилей и машин для природо-
обустройства

В.А. Белоусов

Старший преподаватель кафедры тракторов,
автомобилей и машин для природообустройства

П.Ю. Малышкин

Нормоконтролер

Н.В. Гранатова

Горки 2022

РЕФЕРАТ

Отчет изложен на 50 страницах печатного текста формата А4 и содержит 50 рисунков, 8 таблиц и приложение.

Цель работы: оценка влияния образцов дизельного топлива производства Республики Казахстан с применением пакетов многофункциональных присадок на технико-экономические и экологические показатели дизельного двигателя.

Объект исследований: технико-экономические и экологические показатели дизельного двигателя при работе на дизельном топливе (ДТ) Шымкентского НПЗ (чистое, после кавитационной установки, а также с присадками D100E PNPZ и TPW-DKZ).

Задачи исследований:

- подготовка и проведение стендовых испытаний дизельного двигателя,
- определение эффективных показателей дизеля, при работе дизельном топливе производства Республики Казахстан с пакетов многофункциональных присадок,
- анализ полученных данных,
- формулировка выводов.

СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВИЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	4
ПОДГОТОВКА ИСПЫТАНИЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....	5
ОБРАБОТКА, ОФОРМЛЕНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ.....	8
1. Результаты испытаний образца № 1.....	10
1.1 Анализ результатов испытаний образца № 1	11
2. Результаты испытаний образца № 2.....	14
2.1 Анализ результатов испытаний образца № 2	15
2.2 Заключение по результатам испытаний образца № 2	19
3. Результаты испытаний образца № 3.....	20
3.1 Анализ результатов испытаний образца № 3	21
3.2 Заключение по результатам испытаний образца № 3	25
4. Результаты испытаний образца № 4.....	26
4.1 Анализ результатов испытаний образца № 4	27
4.2 Заключение по результатам испытаний образца № 4	31
5. Результаты испытаний образца № 5.....	32
5.1 Анализ результатов испытаний образца № 5	33
5.2 Заключение по результатам испытаний образца № 5	37
6. Результаты испытаний образца № 6.....	38
6.1 Анализ результатов испытаний образца № 5	39
6.2 Заключение по результатам испытаний образца № 6	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	45
Приложение	46

УСЛОВИЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка технико-экономических и экологических показателей дизельного двигателя при работе на дизельном топливе Шымкентского НПЗ с присадкой D100E PNPZ и TPW-DKZ проводилась в лаборатории испытания двигателей внутреннего сгорания и топлив на кафедре тракторов, автомобилей и машин для природообустройства УО «БГСХА» с 19 июля по 21 июля 2022 г.

Испытания образцов дизельного топлива производиться на дизеле 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) с электротормозным стендом SAK-N670 (Германия) и балансирной маятниковой машиной RAPIDO (Германия).

Температура окружающей среды во время испытаний находилась в пределах +20...+27 °С, давление 748...754 мм.рт.ст., влажность воздуха 66...72 %.

Работа проведена согласно Договора № 16/2022 от 14 июня 2022 г. на проведение научно-исследовательских работ по испытанию образцов дизельного топлива производства Республики Казахстан с применением пакетов многофункциональных присадок с целью определения их влияния на технико-экономические и экологические показатели двигателя.

В испытаниях принимали участие следующие образцы топлив:

Образец № 1 – Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

Образец № 2 – Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки;

Образец № 3 – Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000 л ДТ);

Образец № 4 – Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-D KZ (1кг на 4000 л ДТ);

Образец № 5 – Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000 л ДТ);

Образец № 6 – Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000 л ДТ).

Для оценки влияния применения кавитатора и многофункциональных присадок в образцах дизельного топлива производства Республики Казахстан на технико-экономические и экологические показатели двигателя, снималась нагрузочная и скоростная характеристика двигателя.

Топливо для испытаний доставлялось с Шымкентского НПЗ в опломбированном виде в 8-ми канистрах по 20 литров (рис. А).

Номера пломб: А 96528476; А 96528477; А 96528478; А 96528479; А 96528480; А 96528481; А 96528482; А 96528483.



Рис. А – Образцы топлив Шымкентского НПЗ для проведения испытаний в лаборатории испытания двигателей внутреннего сгорания и топлив УО «БГСХА»

ПОДГОТОВКА ИСПЫТАНИЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Комплектация установки для проведения стендовых испытаний (рис. Б-Е):

Дизель 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) оснащенный приборами, представленных в таблице А. Снятие скоростных и нагрузочных характеристик происходило в 2-х кратной повторности в соответствии с техническими требованиями [1 – 8].

Наработка дизеля Д-245.5S2 серийный номер № 233534 (2008 г) рисунок Б:

на начало испытаний – 84 мото ч.

на конец испытаний – 98 мото ч.

Перед испытаниями дизеля проводились операции по техническому обслуживанию (ТО-2).

Таблица А – Приборы, входящие в состав для проведения стендовых испытаний

№ п.п.	Измеряемый параметр	Наименование прибора или оборудования	Марка прибора и заводской номер	Класс точности (погрешность)
1	Дымность отработавших газов	Дымомер	MDO 2 LON, № 22210	$\pm 1,5 \%$
2	Токсичность отработавших газов	Газоанализатор	MGT 5, №13599	$\pm 5 \%$
3	Частота вращения коленчатого вала	Тахометр электронный	ТЭСА № 7628	$\pm 0,02\%$
4	Расход топлива	Расходомер топлива	АИР-50 № 1215	$\pm 0,5\%$
5	Крутящий момент	Весовой механизм электрического маятникового испытательного стенда	SAK-N670 № 39735	По IV разряду
6	Давление воздуха во впускном коллекторе	Манометр технический	МП-160	$\pm 1,5 \%$
7	Температура охлаждающей жидкости и масла	Термометр манометрический сигнализирующий	ТС-100 № Г86131 № Г78396 № 46977	$\pm 4 \%$
8	Давление масла	Манометр технический	МП-160	$\pm 1,5 \%$

Дизель Д-245.5S2 – 4-х цилиндровый рядный с турбонаддувом, рабочий объем двигателя $V_h = 4,75$ л, оснащен механическим ТНВД – 773. 40.02 ОАО «ЯЗДА» (РФ), механическими форсунка 455.1112010-50 ЯЗДА (РФ), турбокомпрессором C14 фирмы CZ («Турбо», Чехия) и охладителем надувочного воздуха (интеркуллер).

Максимальная мощность установки 70 кВт, максимальная частота вращения 2200 мин⁻¹.



Рис. Б – Установка для проведения стендовых испытаний
(Электротормозной стенд (1) SAK-N670 с балансирной маятниковой машиной (2) RAPIDO +
дизель 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) (3))



Рис. В – Пуль управления установкой для проведения стендовых испытаний

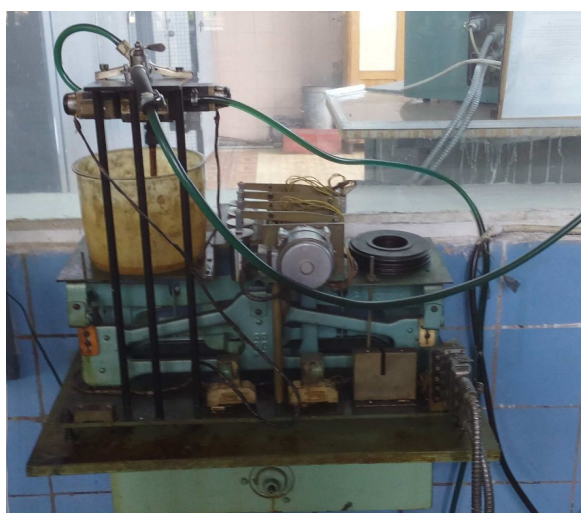


Рис. Г – Расходомер топлива АИР-50



а



б

Рис. Д – Газоанализатор МАНА MGT-5 (а)(Германия),
Дымомер МАНА MDO2 LON (б) (Германия)

ОБРАБОТКА, ОФОРМЛЕНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Обработка результатов осуществлялась по следующим формулам [2, 4]:

1. Эффективная мощность двигателя, N_e

$$N_e = \frac{P \cdot n}{1000}, \text{ кВт} ; \quad (1)$$

где P – нагрузка с электротормозного стенда, кг;
 n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} .

2. Крутящий момент двигателя, M_k

$$M_k = \frac{9550 \cdot N_e}{n}, \text{ Н м} . \quad (2)$$

3. Среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, P_e

$$P_e = \frac{0,00314 \cdot \tau \cdot M_k}{V_h}, \text{ МПа} ; \quad (3)$$

где τ – тактность дизеля, $\tau = 4$;

V_h – рабочий объем двигателя, для Д-245.5S2 $V_h = 4,75$ л.

4. Часовой расход топлива, G_t кг/ч определялся весовым устройством расходомера АИР-50.

5. Удельный эффективный расход топлива, g_e

$$g_e = \frac{1000 \cdot G_t}{N_e}, \text{ г / кВт ч} . \quad (4)$$

6. Эффективный коэффициент полезного действия (КПД) η

$$\eta = \frac{3600}{H_{и} \cdot g_e} ; \quad (5)$$

где $H_{и}$ – низшая теплотворная способность топлива $H_{и} = 42,7$ МДж/кг [2].

7. Экологические показатели измерялись газоанализатором МАНА MGT-5 и дымомером МАНА MDO2 LON.

Математическая обработка результатов исследований производилась с учетом абсолютной ошибки.

Абсолютная ошибка для сложной функции вида $N_e = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ равна сумме частных, в каждой из которых за переменную принимается только один из аргументов вычисляется по формуле:

$$\Delta N = \pm [\Delta N_1(x_1) + \Delta N_2(x_2) + \Delta N_3(x_3) \dots + \Delta N_n(x_n)] , \quad (6)$$

где N – истинная величина;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – результат измерения величин.

Относительная ошибка вычисляется по формуле:

$$\frac{\Delta N}{N} = \pm \frac{[\Delta N_1(x_1) + \Delta N_2(x_2) + \Delta N_3(x_3) \dots + \Delta N_n(x_n)]}{f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)} . \quad (7)$$

При анализе источников дающих погрешности измерений появляется возможность подсчета суммарной ошибки опыта.

Таблица Б – Предельные ошибки вычислений и измерений

Наименование величины	Предельная абсолютная ошибка	Предельная относительная ошибка, %
1. Показания тормозного стенда	0,1 кг	0,05
2. Частота вращения коленчатого вала	5 мин ⁻¹	0,004
3. Вращающий момент	1 Н·м	0,05
4. Мощность	0,2 кВт	0,6
5. Среднее эффективное давление	0,005 МПа	0,55
6. Часовой расход топлива	0,02 кг/ч	0,023
8. Удельный расход топлива	1,1 г/кВт·ч	0,5
13. Давление масла в масляной магистрали	10 кПа	0,05
14. Температура окружающего воздуха	1 °С	0,0625
15. Температура топлива	1 °С	0,0625
16. Температура охлаждающей жидкости	1 °С	0,0625
17. Относительная влажность воздуха	1 %	0,024
18. Концентрация С	1,5 %	0,0067
19. Концентрация СО	3 %	0,033
20. Концентрация СО ₂	3 %	0,033
21. Концентрация С _n H _m	3 %	0,033
22. Концентрация NO _x	3 %	0,033

1. Результаты испытаний образца № 1

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок
марки ДТ-Л-К4 (паспорт № 92 в приложении)

Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2

№ п.п	Р, кг	Эффективные показатели работы ДВС							Экологические показатели				
		$n, \text{мин}^{-1}$	$N_e, \text{кВт}$	$M_k, \text{Н м}$	$P_e, \text{МПа}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/кВт ч}$	η_e	$C, \%$	$CO, \%$	C_{nH_m}, ppm	$CO_2, \%$	NO_x, ppm
1	2.0	2030	4.06	19.1	0.051	3.95	972.9	0.0867	5.7	0.015	7.5	2.13	88.5
2	10.0	2000	20.00	95.5	0.253	6.55	327.5	0.2574	8.6	0.015	7.8	3.17	160.5
3	20.0	1968	39.35	191.0	0.505	9.66	245.4	0.3436	12.0	0.015	7.9	4.37	262.0
4	30.0	1928	57.83	286.5	0.758	13.33	230.4	0.3659	15.6	0.020	8.2	5.48	361.5
5	34.0	1908	64.87	324.7	0.859	14.83	228.6	0.3688	17.8	0.030	8.3	5.92	382.0
6	39.0	1870	72.93	372.5	0.985	16.57	227.2	0.3711	20.1	0.040	8.6	6.69	396.5
7	39.6	1810	71.59	377.7	0.999	16.32	227.9	0.3699	21.6	0.045	9.2	7.04	437.0
8	42.4	1700	72.00	404.4	1.070	16.12	223.9	0.3765	25.4	0.045	10.0	7.71	481.0
9	45.6	1600	72.96	435.5	1.152	16.11	220.8	0.3818	27.6	0.050	10.8	8.37	517.0
10	46.2	1585	73.23	441.2	1.167	16.05	219.2	0.3847	28.9	0.050	11.0	8.69	535.0

Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2

1	39.5	1800	71.10	377.2	0.998	16.11	226.6	0.3721	25.9	0.050	11.5	7.76	475.0
2	35.0	1800	63.00	334.3	0.884	14.22	225.7	0.3735	21.4	0.040	11.5	7.40	480.0
3	30.0	1800	54.00	286.5	0.758	12.25	226.9	0.3716	16.5	0.035	12.0	6.92	475.0
4	25.0	1800	45.00	238.8	0.632	10.32	229.2	0.3678	11.1	0.025	11.5	6.44	463.5
5	20.0	1800	36.00	191.0	0.505	8.79	244.2	0.3453	9.9	0.020	11.5	5.85	396.5
6	15.0	1800	27.00	143.3	0.379	6.95	257.2	0.3278	10.0	0.020	10.5	5.14	325.0
7	10.0	1800	18.00	95.5	0.253	5.44	301.9	0.2792	9.3	0.015	11.0	4.32	252.5
8	5.0	1800	9.00	47.8	0.126	3.87	429.4	0.1963	8.7	0.020	10.0	3.43	179.0
9	1.0	1800	1.80	9.6	0.025	2.91	1616.7	0.0521	8.3	0.020	8.5	2.69	127.0

n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;
 N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;
 M_k – крутящий момент, Н м;
 P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа;
 G_T – часовой расход топлива, кг/ч;
 g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;
 η_e – коэффициентом полезного действия;

C – дымность отработавших газов, %;
 CO – содержание угарного газа, %;
 C_{nH_m} – содержание углеводородов, ppm (млн^{-1});
 CO_2 – содержание углекислого газа, %;
 NO_x – содержание оксидов азота, ppm (млн^{-1}).

1.1 Анализ результатов испытаний образца № 1 Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок

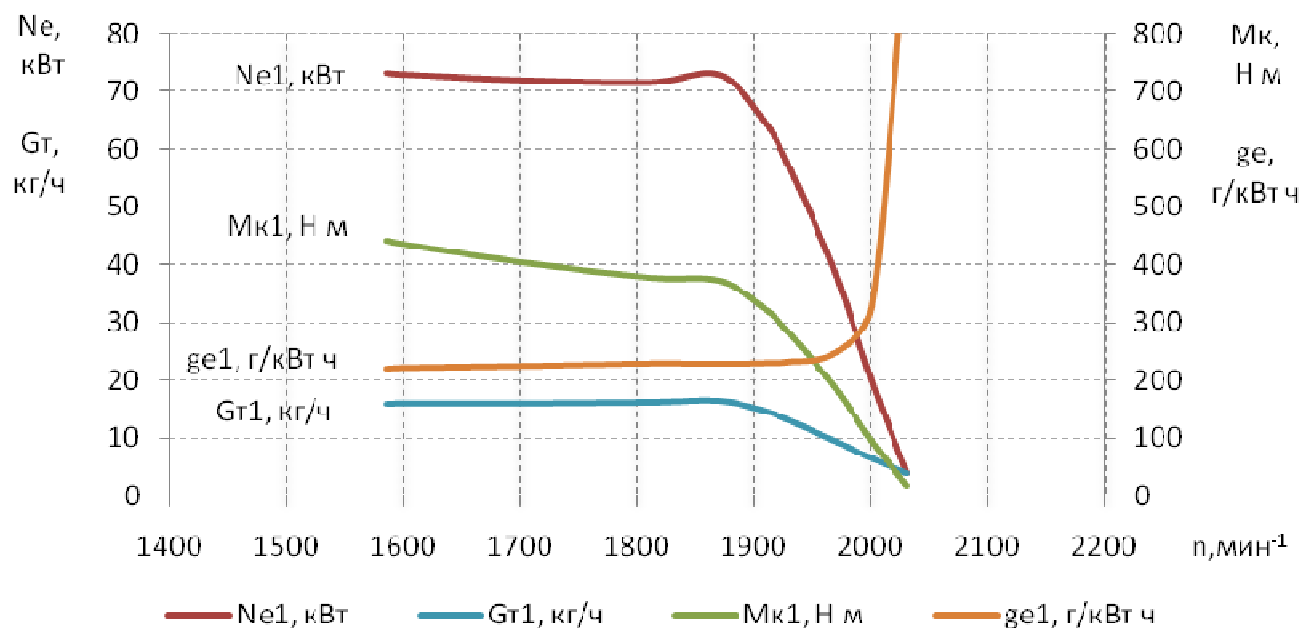


Рис. 1.1 Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2 на дизельном топливе Шымкентского НПЗ без присадок

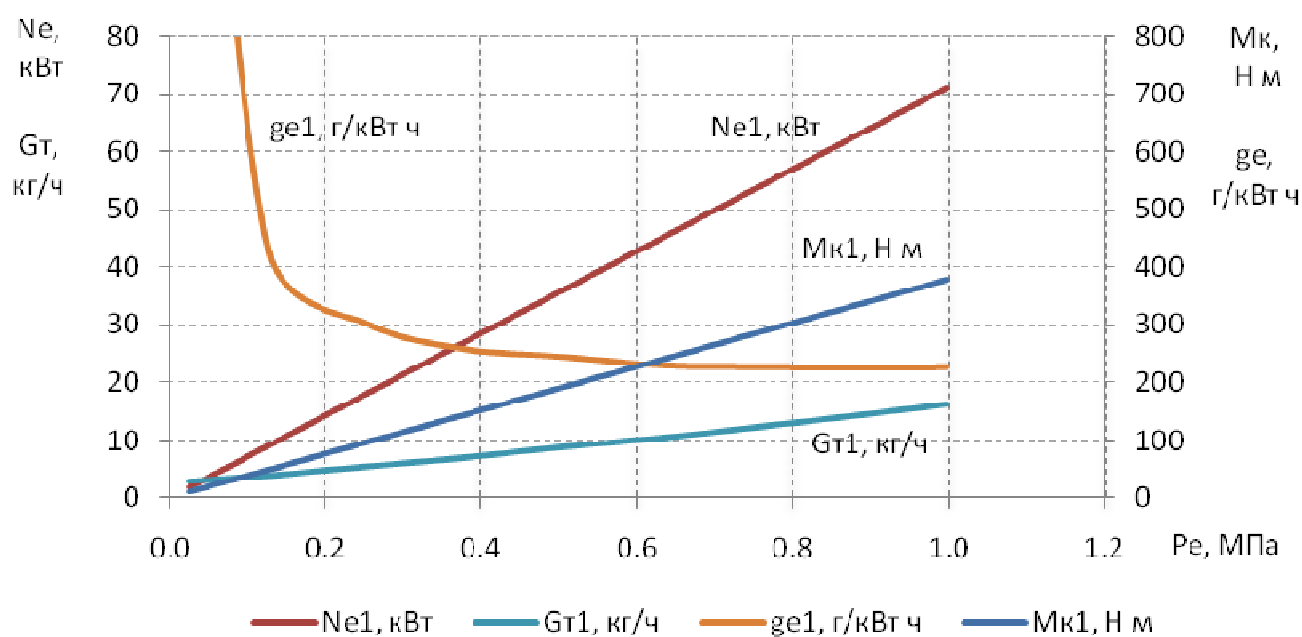


Рис. 1.2 Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ на дизельном топливе Шымкентского НПЗ без присадок

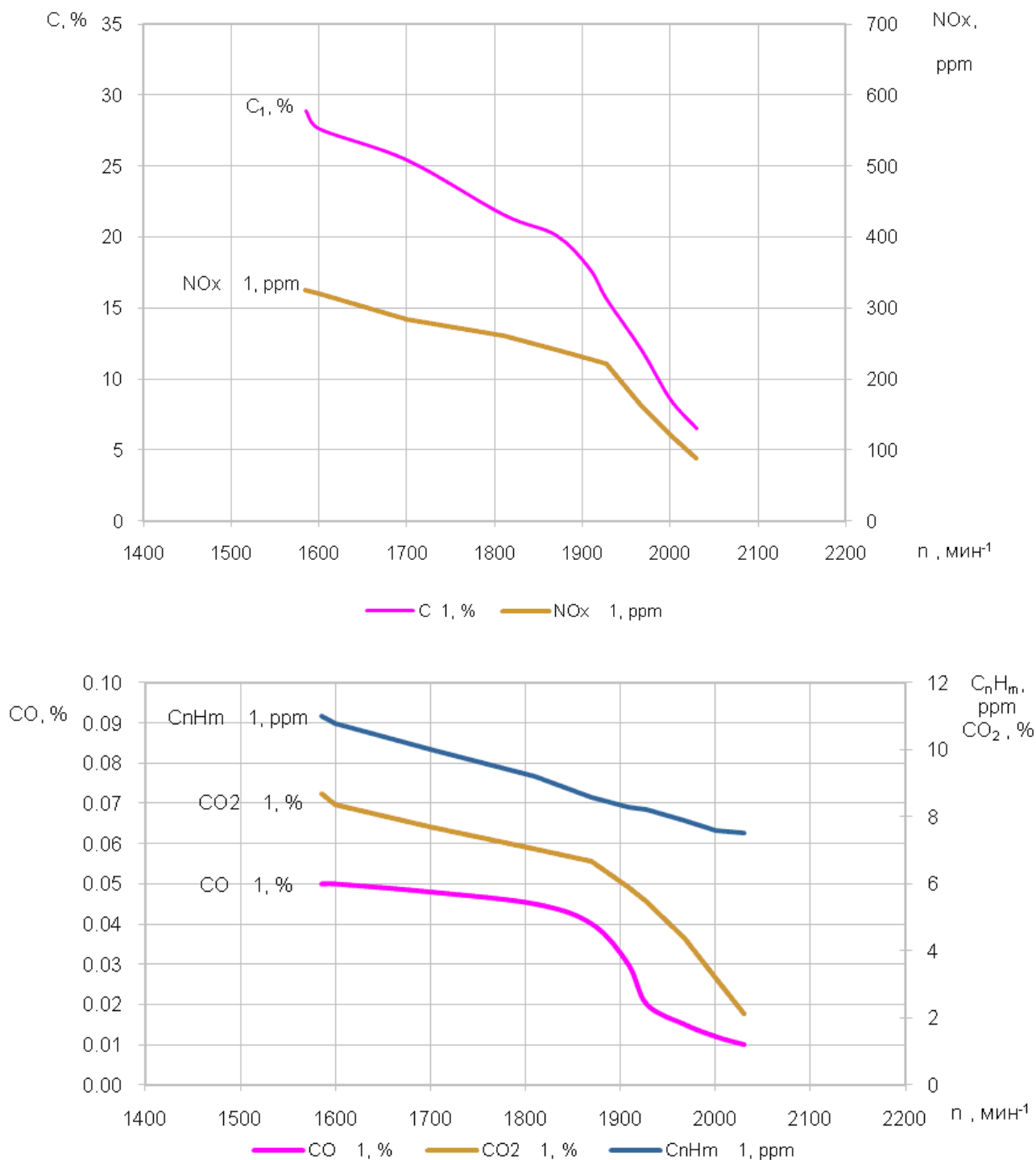


Рис. 1.3 Изменение экологических показателей дизеля Д-245.5S2 по скоростной характеристике на дизельном топливе Шымкентского НПЗ без присадок

Условные обозначения

- n – частота вращения коленчатого вала дизеля, мин⁻¹;
- P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа (нагрузка);
- N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;
- M_k – крутящий момент на валу дизеля, Н м;
- G_T – часовой расход топлива, кг/ч;
- g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;
- C – дымность отработавших газов, %;
- NO_x – содержание оксидов азота в отработавших газах, ppm (млн⁻¹);

CO – содержание угарного газа в отработавших газах, %;
 C_nH_m – содержание углеводородов в отработавших газах, ppm (млн¹);
 CO_2 – содержание углекислого газа в отработавших газах, %.

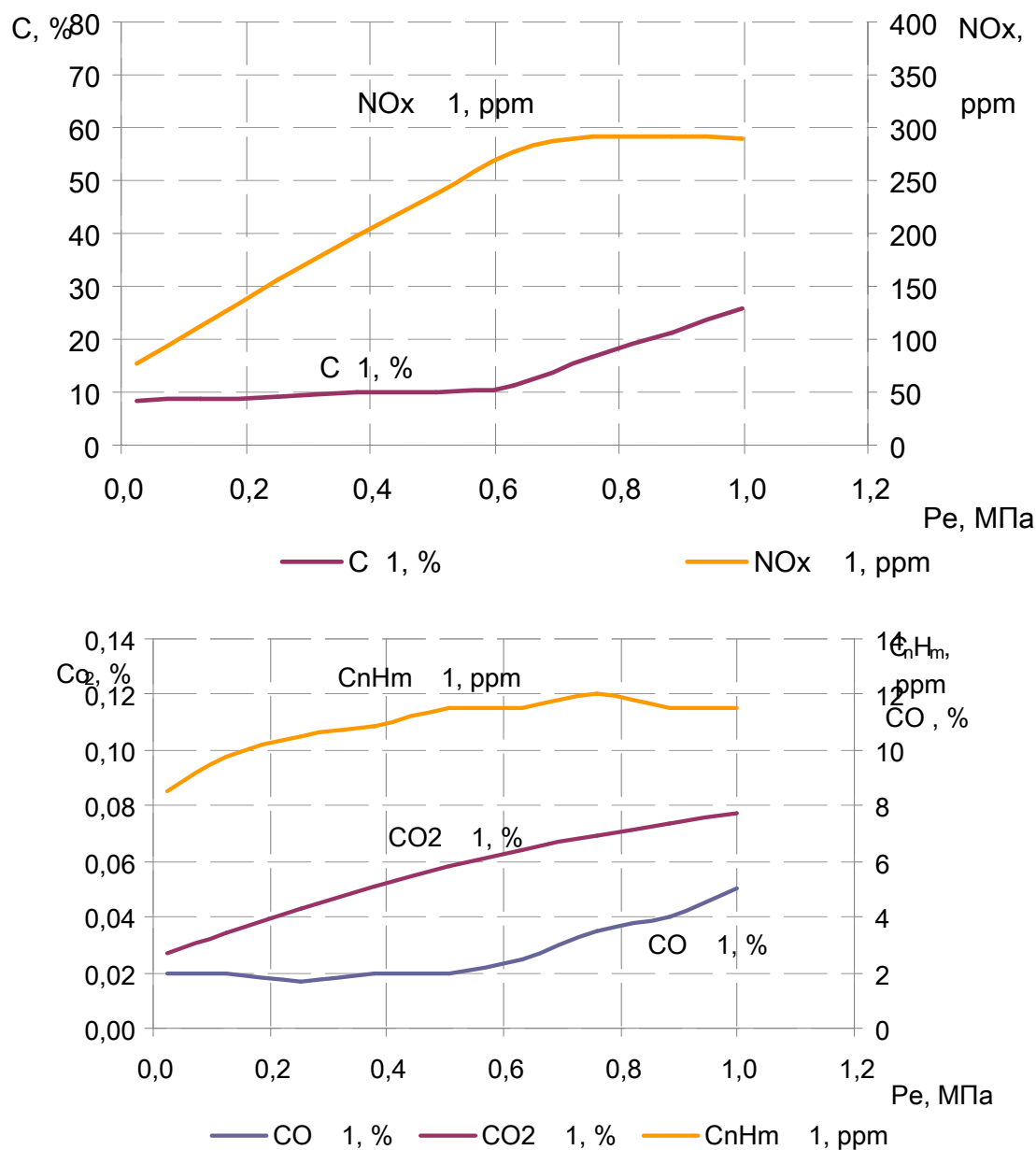


Рис. 1.4 Изменение экологических показателей дизеля Д-245.5S2 по нагрузочной характеристике при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ на дизельном топливе Шымкентского НПЗ без присадок

Номинальная мощность двигателя Д-245.5S2 на дизельном топливе Шымкентского НПЗ без присадок составила $N_{\text{н}} = 72,93 \text{ кВт}$, минимальный удельный эффективный расход топлива составил $g_{\text{emin}} = 227,2 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$, эффективный КПД $\eta = 0,3711$.

2. Результаты испытаний образца № 2

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки

Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2

№ п.п	Р, кг	Эффективные показатели работы ДВС							Экологические показатели				
		$n, \text{мин}^{-1}$	$N_e, \text{кВт}$	$M_k, \text{Н м}$	$P_e, \text{МПа}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/кВт ч}$	η_e	$C, \%$	$CO, \%$	$C_n H_m, \text{ppm}$	$CO_2, \%$	NOx, ppm
1	2.0	2030	4.06	19.1	0.051	3.95	972.9	0.0867	6.5	0.010	2.5	2.85	84,0
2	10.0	2000	20.00	95.5	0.253	6.54	327.0	0.2578	8.0	0.012	2.7	3.61	115,0
3	20.0	1970	39.40	191.0	0.505	9.65	244.9	0.3442	9.7	0.015	2.8	4.69	151,0
4	30.0	1930	57.90	286.5	0.758	13.32	230.1	0.3665	13.9	0.030	3.0	5.69	209,0
5	34.0	1912	65.01	324.7	0.859	14.84	228.3	0.3693	15.3	0.040	3.2	6.16	220,5
6	39.0	1870	72.93	372.5	0.985	16.55	226.9	0.3715	17.9	0.045	3.5	6.75	236,0
7	40.6	1800	72.99	387.3	1.024	16.52	226.3	0.3725	20.2	0.048	3.9	7.09	255,5
8	42.6	1700	72.42	406.8	1.076	16.19	223.5	0.3772	21.4	0.051	4.5	7.61	278,0
9	45.8	1600	73.28	437.4	1.157	16.15	220.4	0.3825	22.1	0.052	5.5	8.32	309,0
10	46.4	1580	73.23	442.6	1.171	16.03	218.9	0.3852	23.3	0.053	5.5	8.56	318,0
Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2													
1	39.5	1800	71.10	377.2	0.998	16.09	226.3	0.3726	20.2	0.050	7,3	7.63	284,5
2	35.0	1800	63.00	334.3	0.884	14.21	225.6	0.3738	15.5	0.045	7,2	7.32	290,5
3	30.0	1800	54.00	286.5	0.758	12.19	225.7	0.3735	12.3	0.035	7,0	6.84	289,0
4	25.0	1800	45.00	238.8	0.632	10.30	228.9	0.3683	9.0	0.025	6,5	6.36	277,0
5	20.0	1800	36.00	191.0	0.505	8.68	241.1	0.3497	8.5	0.020	6,4	5.81	237,9
6	15.0	1800	27.00	143.3	0.379	6.92	256.3	0.3290	8.9	0.020	6,3	5.12	196,0
7	10.0	1800	18.00	95.5	0.253	5.42	301.1	0.2800	8.3	0.020	5,7	4.33	154,5
8	5.0	1800	9.00	47.8	0.126	3.86	428.9	0.1966	7.7	0.020	5,5	3.49	111,0
9	1.0	1800	1.80	9.6	0.025	2.91	1613.9	0.0522	7.0	0.020	5,0	2.73	78,0

n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

M_k – крутящий момент, Н м;

P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа;

G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;

η_e – коэффициентом полезного действия;

C – дымность отработавших газов, %;

CO – содержание угарного газа, %;

$C_n H_m$ – содержание углеводородов, ppm (млн^{-1});

CO_2 – содержание углекислого газа, %;

NOx – содержание оксидов азота, ppm (млн^{-1}).

2.1 Анализ результатов испытаний образца № 2

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ

после кавитационной установки

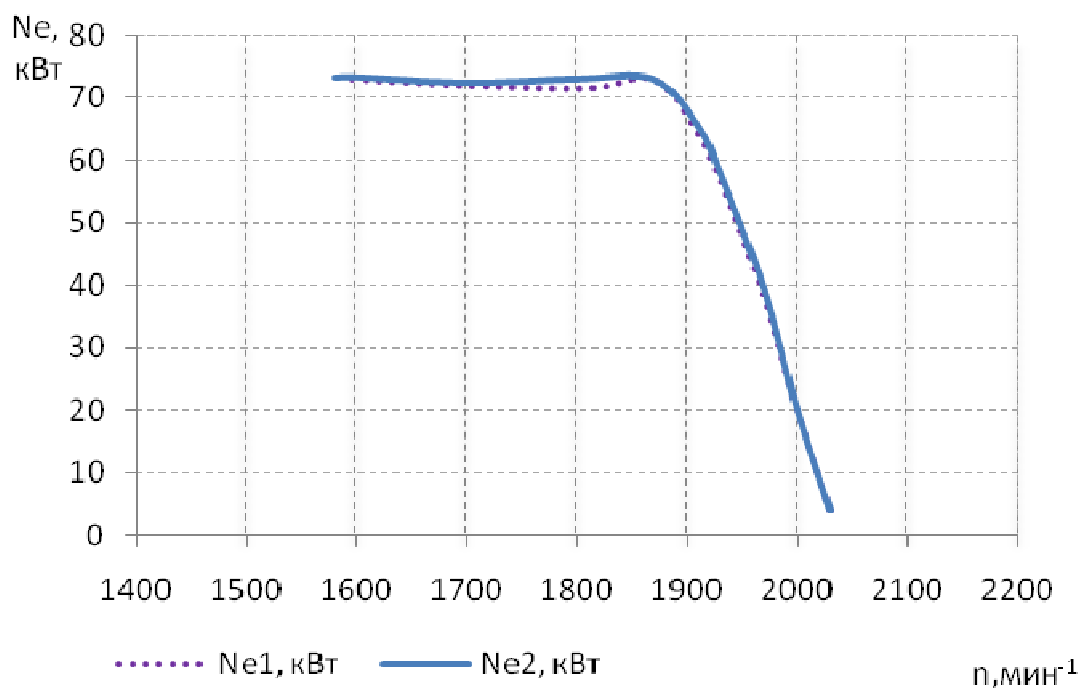


Рис. 2.1 Изменение эффективной мощности дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

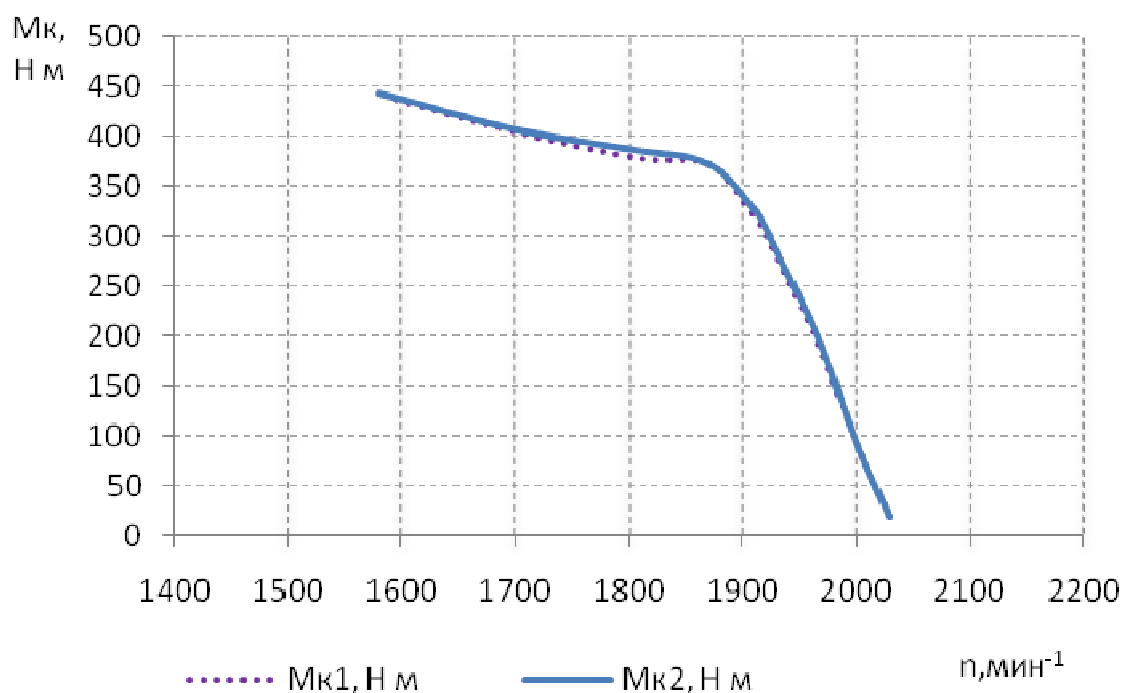


Рис. 2.2 Изменение крутящего момента дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 2 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки.

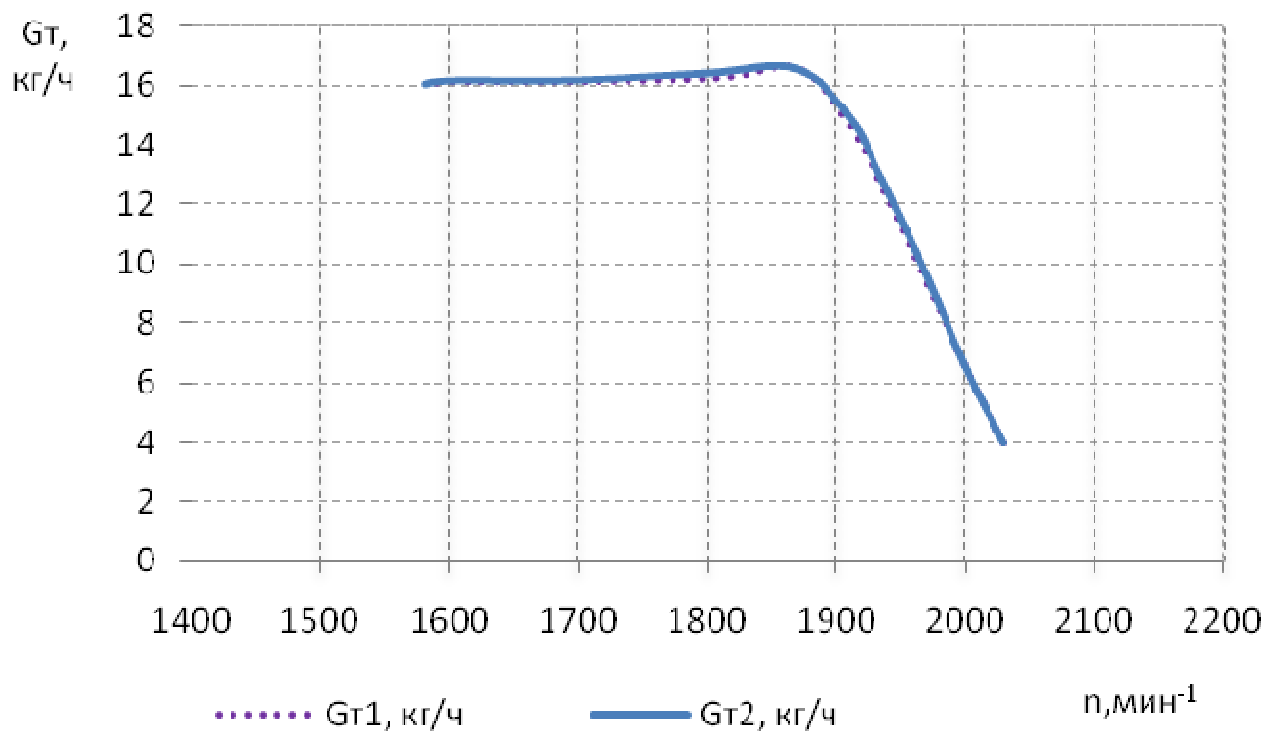


Рис. 2.3 Изменение часового расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

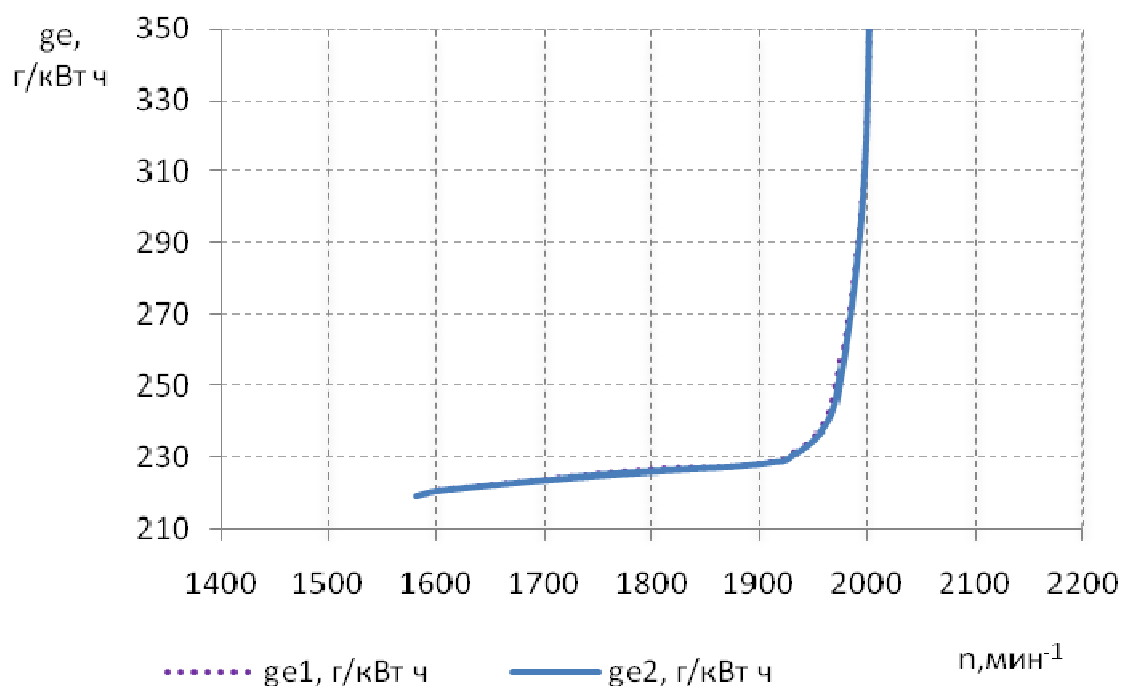


Рис. 2.4 Изменение удельного эффективного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 2 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки.

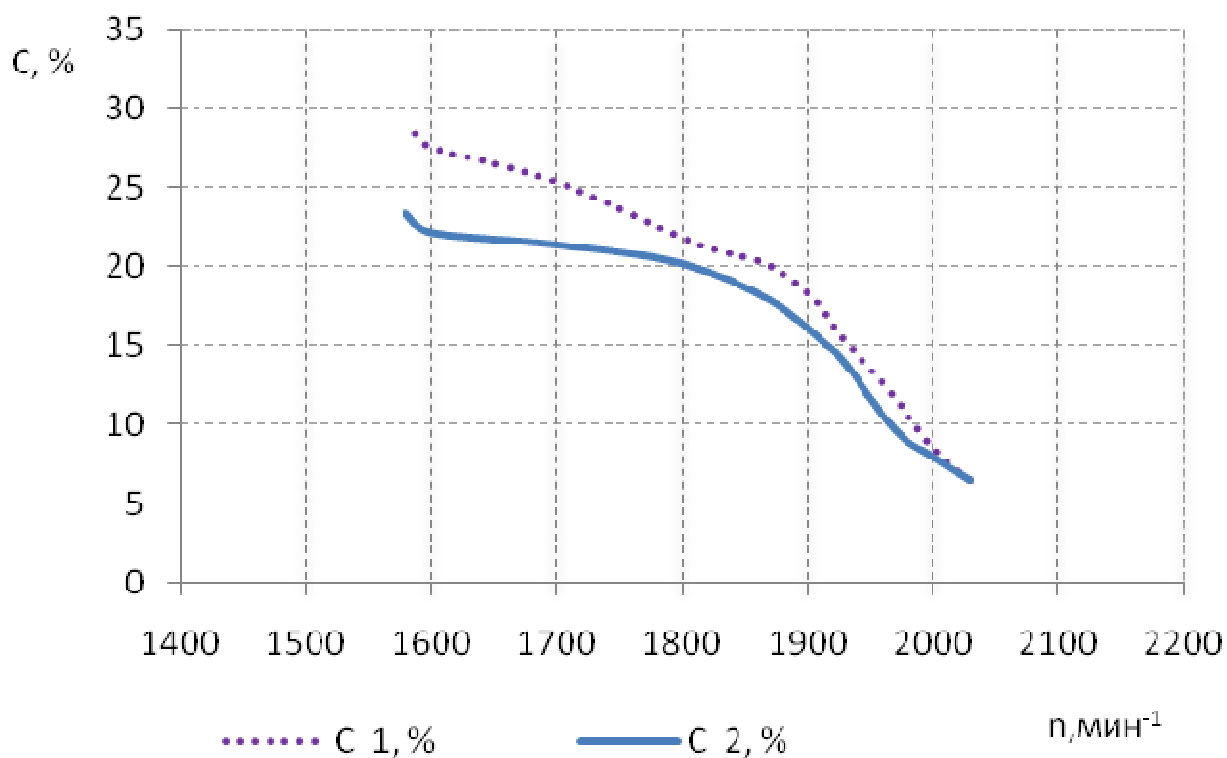


Рис. 2.5 Изменение дымности отработавших газов дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

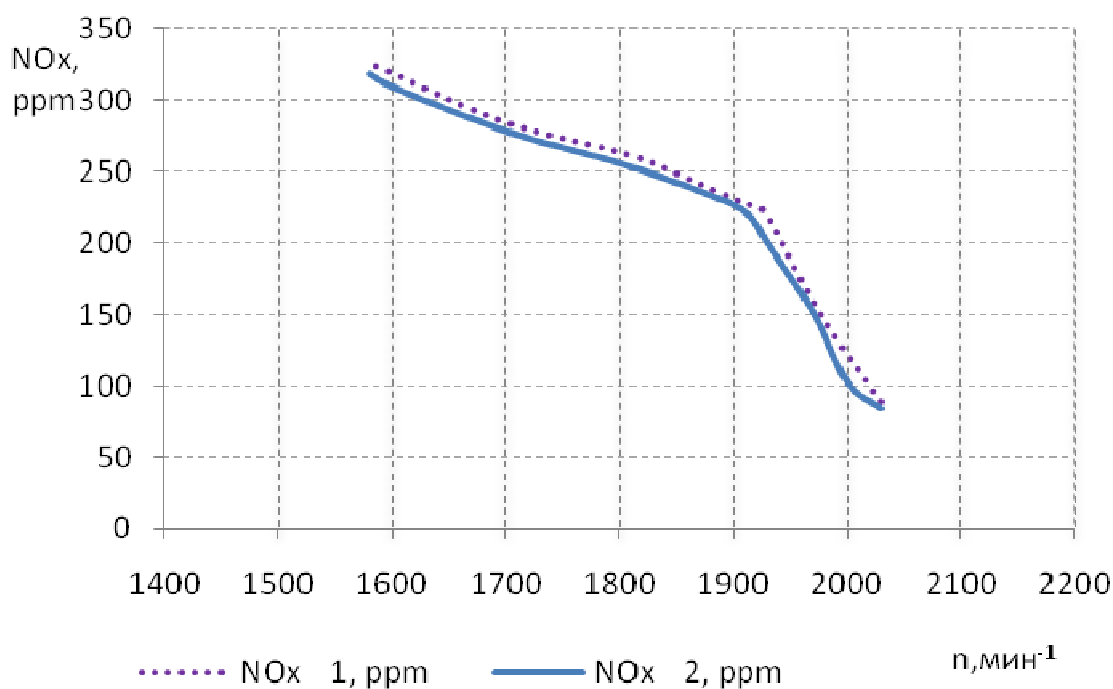


Рис. 2.6 Изменение содержания оксидов азота (NO_x) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 2 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки.

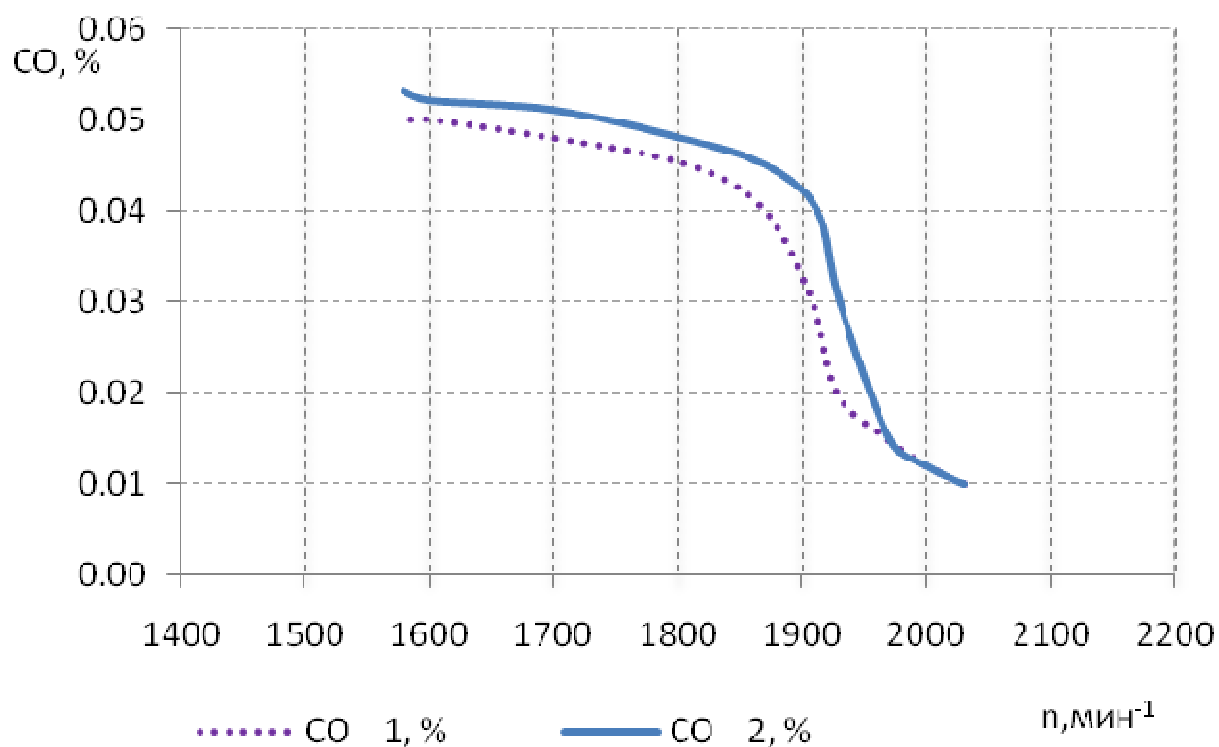


Рис. 2.7 Изменение содержания угарного газа (CO) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

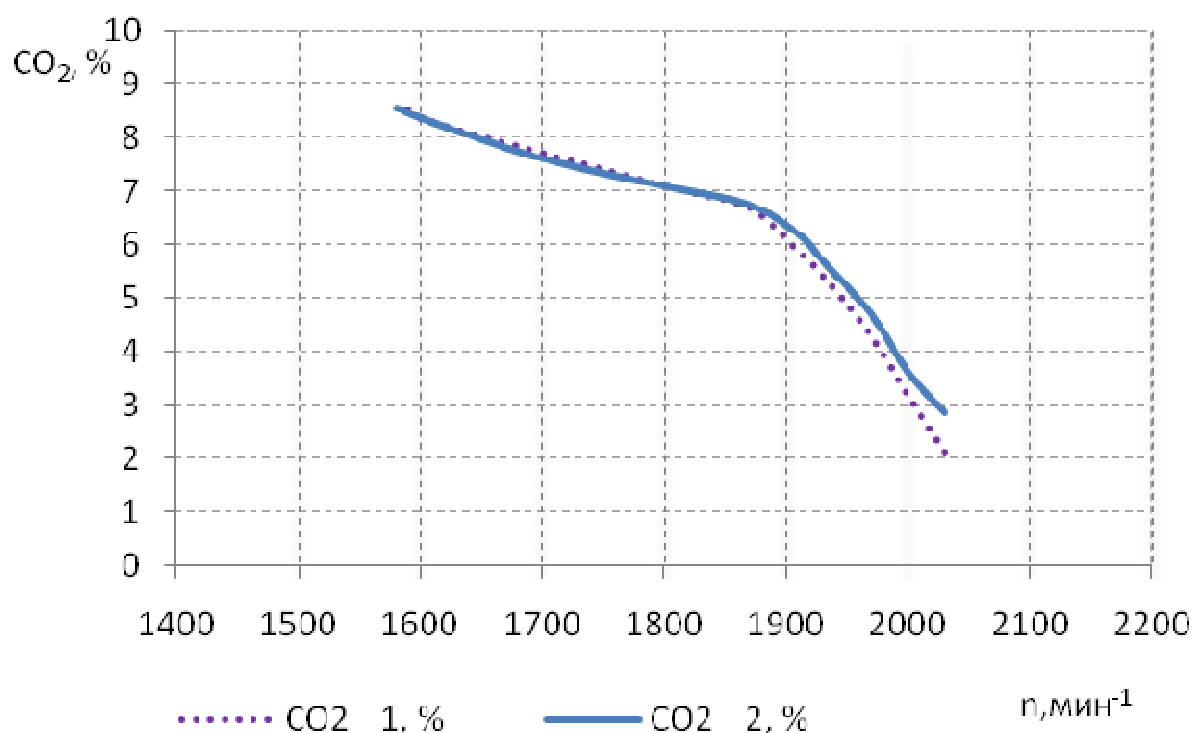


Рис. 2.8 Изменение содержания углекислого газа (CO_2) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 2 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки.

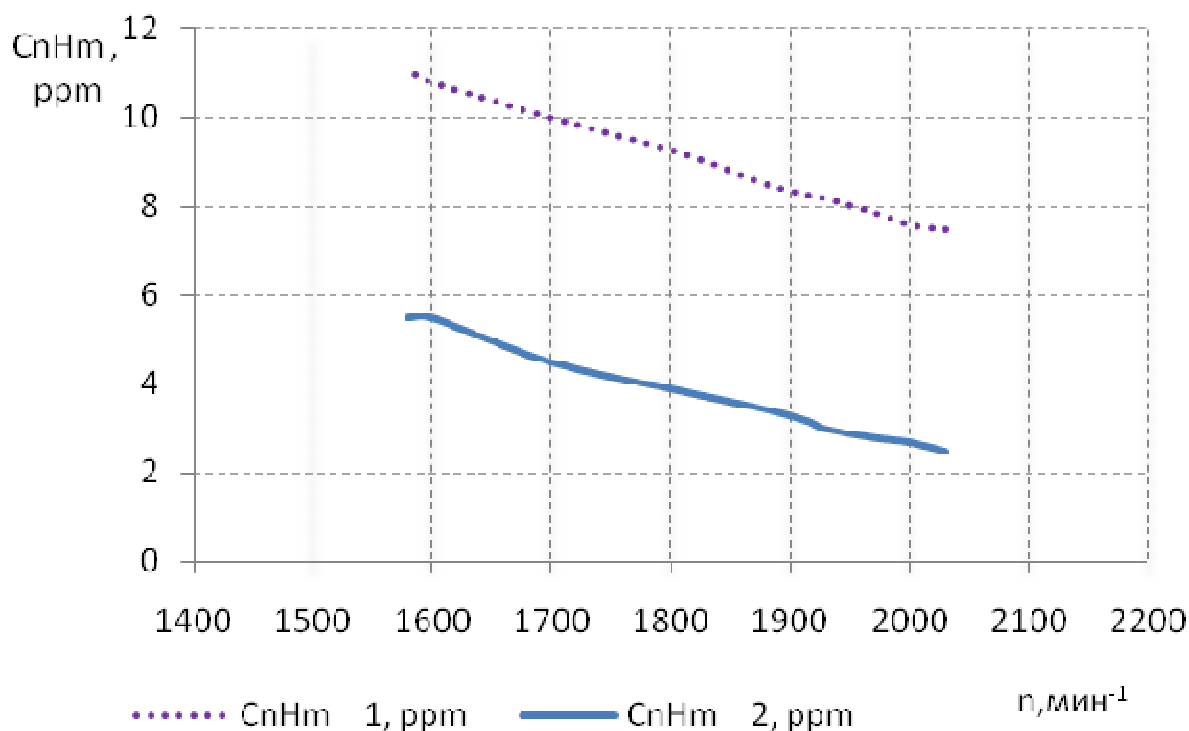


Рис. 2.9 Изменение содержания углеводородов (C_nH_m) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 2 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки.

2.2 Заключение

по результатам испытаний образца № 2

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки.

Проведенные испытания дизельного топлива Шымкентского НПЗ на лабораторной установке показали, что дизельное топливо после кавитационной установки (образец № 2) оказывает влияние на изменение экологических и топливно-экономических показателей работы дизеля по сравнению с дизельным топливом Шымкентского НПЗ без присадки (образец № 1):

1. Удельный эффективный расход топлива по внешней скоростной характеристики дизеля снизился на 0,3...0,5 г/кВт·ч.

2. Дымность отработавших газов (ОГ) по внешней скоростной характеристики дизеля снизилась на 0,6...6,0 %; в области максимальной мощности снижение дымности ОГ достигает 5,7...5,9 %.

3. Содержание оксидов азота в ОГ снизилось в области высоких нагрузок 1,6...2,2 % , в области малых нагрузок снижение достигает 5,1...6,8%.

3. Результаты испытаний образца № 3
Дизельное топливо Шымкентского НПЗ
после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000л)

Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2

№ п.п	Р, кг	Эффективные показатели работы ДВС							Экологические показатели				
		$n, \text{мин}^{-1}$	$N_e, \text{кВт}$	$M_k, \text{Н м}$	$P_e, \text{МПа}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/кВт ч}$	η_e	$C, \%$	$CO, \%$	$C_n H_m, \text{ppm}$	$CO_2, \%$	NO_x, ppm
1	2.0	2030	4.06	19.1	0.051	3.89	958.9	0.0879	7.7	0.011	7.3	2.33	80.2
2	10.0	2000	20.00	95.5	0.253	6.53	326.5	0.2582	9.3	0.012	7.4	3.30	112.7
3	20.0	1963	39.27	191.0	0.505	9.60	244.5	0.3448	10.9	0.015	7.8	4.49	151.0
4	30.0	1923	57.70	286.5	0.758	13.27	230.0	0.3666	13.8	0.023	8.0	5.55	204.0
5	34.0	1908	64.87	324.7	0.859	14.80	228.1	0.3695	15.6	0.033	8.2	6.20	229.0
6	39.0	1863	72.67	372.5	0.985	16.43	226.1	0.3729	18.8	0.040	8.3	6.69	243.0
7	40.0	1800	72.06	382.3	1.011	16.25	225.5	0.3739	20.2	0.044	8.8	7.10	263.3
8	42.8	1700	72.76	408.7	1.081	16.21	222.8	0.3784	21.8	0.046	9.2	7.70	287.3
9	45.7	1600	73.07	436.1	1.154	16.06	219.8	0.3836	23.2	0.049	9.7	8.35	313.7
10	46.3	1597	73.87	441.8	1.169	16.12	218.2	0.3864	23.6	0.049	9.7	8.56	323.3
Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2													
1	39.5	1800	71.10	377.2	0.998	16.05	225.7	0.3735	20.0	0.043	9.0	7.56	286.0
2	35.0	1800	63.00	334.3	0.884	14.18	225.1	0.3746	17.4	0.038	10.3	7.23	289.7
3	30.0	1800	54.00	286.5	0.758	12.15	225.1	0.3746	13.3	0.027	10.3	6.83	295.3
4	25.0	1800	45.00	238.8	0.632	10.28	228.4	0.3691	10.3	0.020	10.3	6.28	279.3
5	20.0	1800	36.00	191.0	0.505	8.66	240.6	0.3505	9.7	0.017	10.3	5.64	237.7
6	15.0	1800	27.00	143.3	0.379	6.91	255.9	0.3294	10.2	0.017	10.7	4.96	192.0
7	10.0	1800	18.00	95.5	0.253	5.42	301.1	0.2800	9.6	0.013	10.3	4.10	147.0
8	5.0	1800	9.00	47.8	0.126	3.85	427.8	0.1971	9.0	0.013	9.7	3.34	107.0
9	1.0	1800	1.80	9.6	0.025	2.90	1611.1	0.0523	8.3	0.017	8.4	2.57	73.0

n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;
 N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;
 M_k – крутящий момент, Н м;
 P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа;
 G_T – часовой расход топлива, кг/ч;
 g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;
 η_e – коэффициентом полезного действия;

C – дымность отработавших газов, %;
 CO – содержание угарного газа, %;
 $C_n H_m$ – содержание углеводородов, ppm (млн^{-1});
 CO_2 – содержание углекислого газа, %;
 NO_x – содержание оксидов азота, ppm (млн^{-1}).

3.1 Анализ результатов испытаний образца № 3

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ
после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000л)

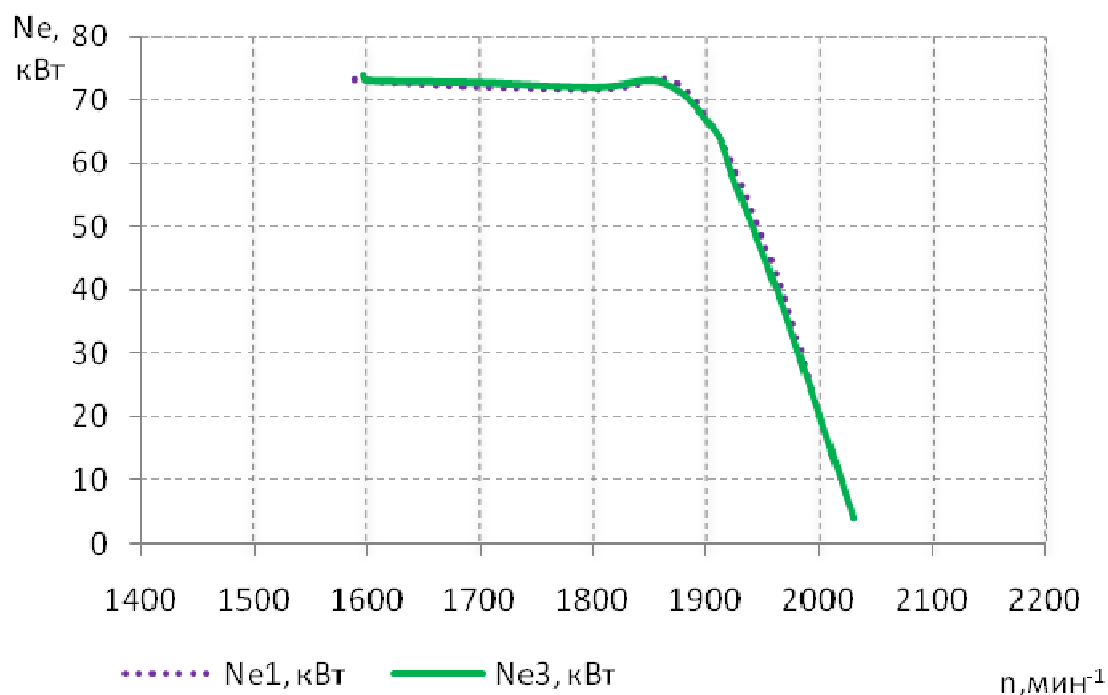


Рис. 3.1 Изменение эффективной мощности дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

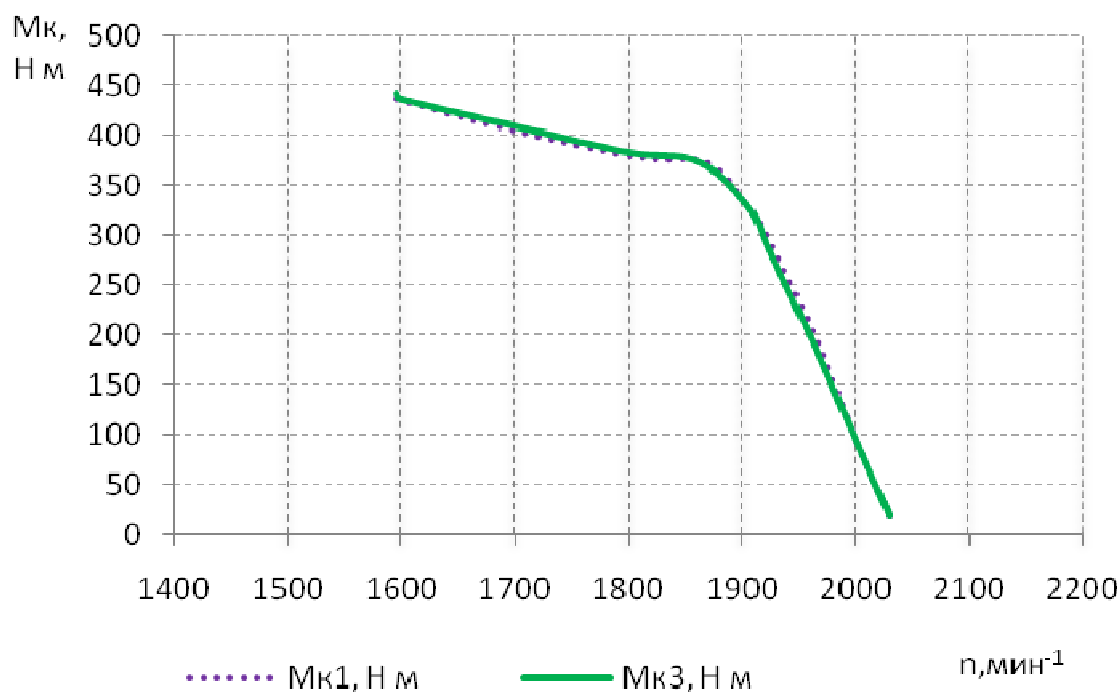


Рис. 3.2 Изменение крутящего момента дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

3 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000л).

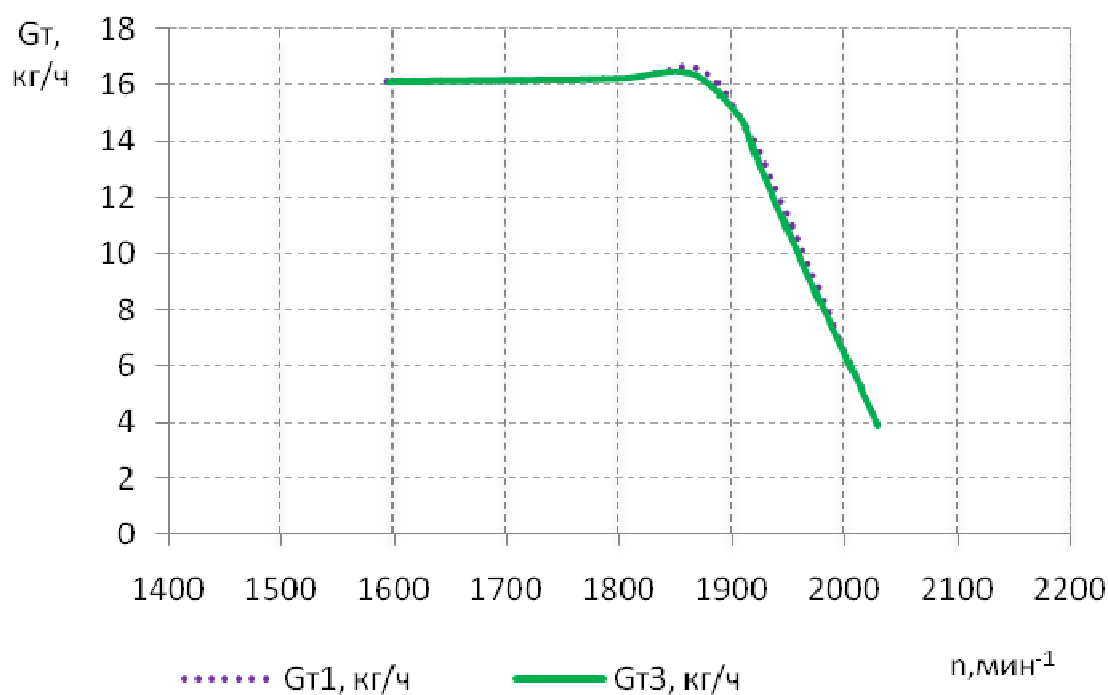


Рис. 3.3 Изменение часового расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

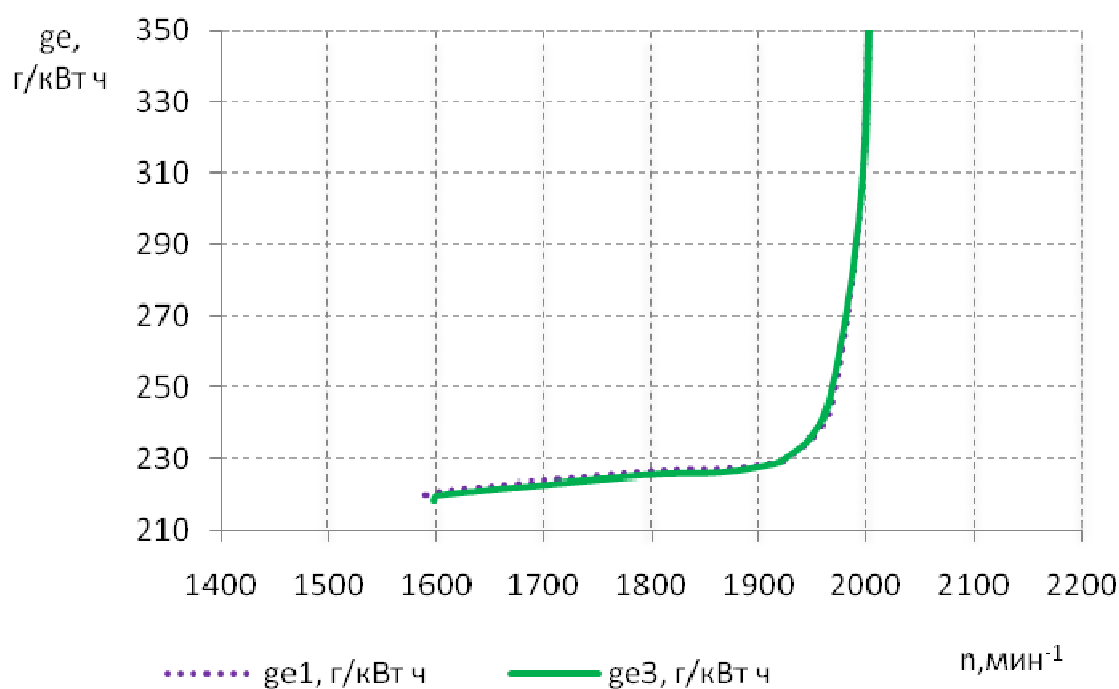


Рис. 3.4 Изменение удельного эффективного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 3 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000л).

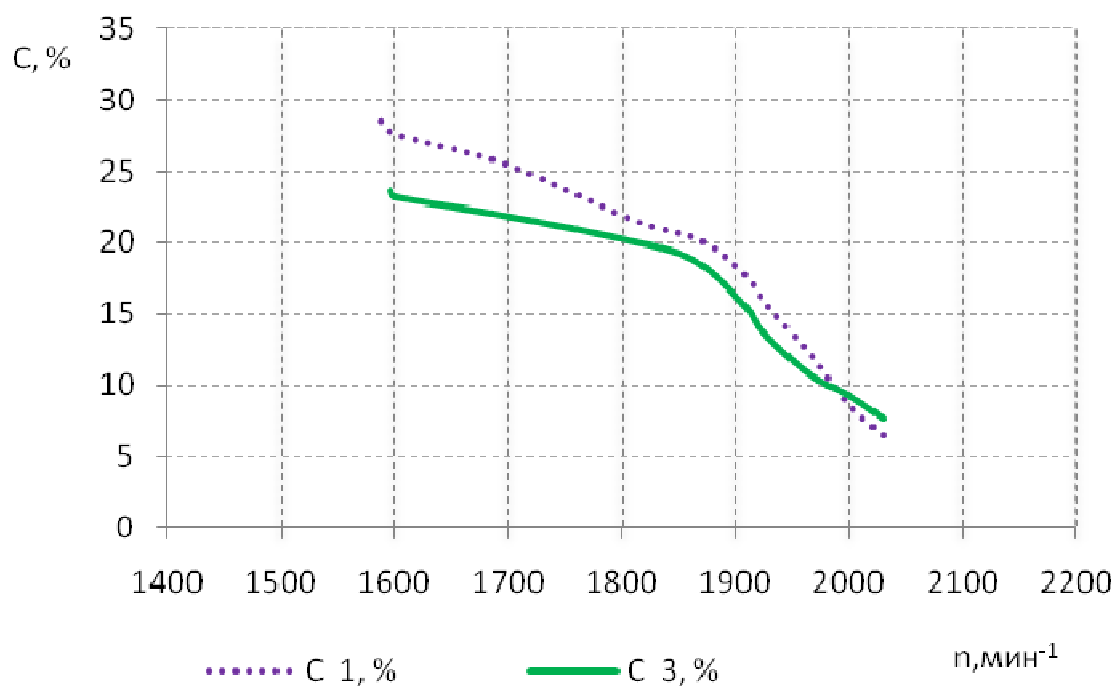


Рис. 3.5 Изменение дымности отработавших газов дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

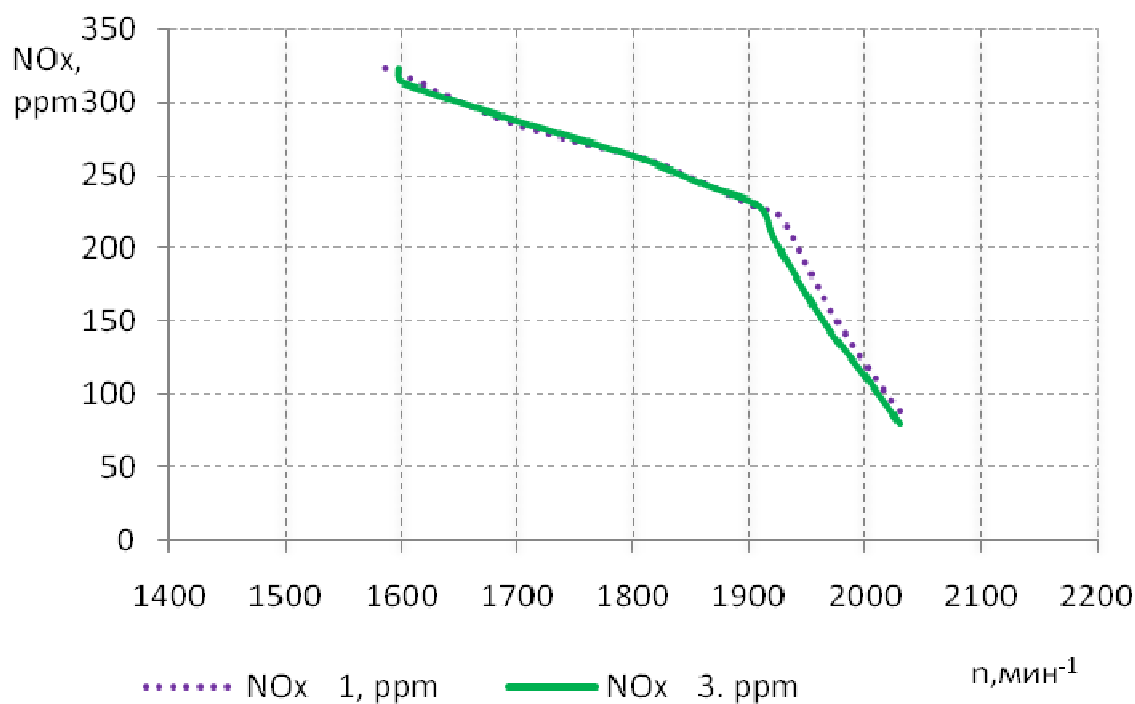


Рис. 3.6 Изменение содержания оксидов азота (NO_x) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

3 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000л).

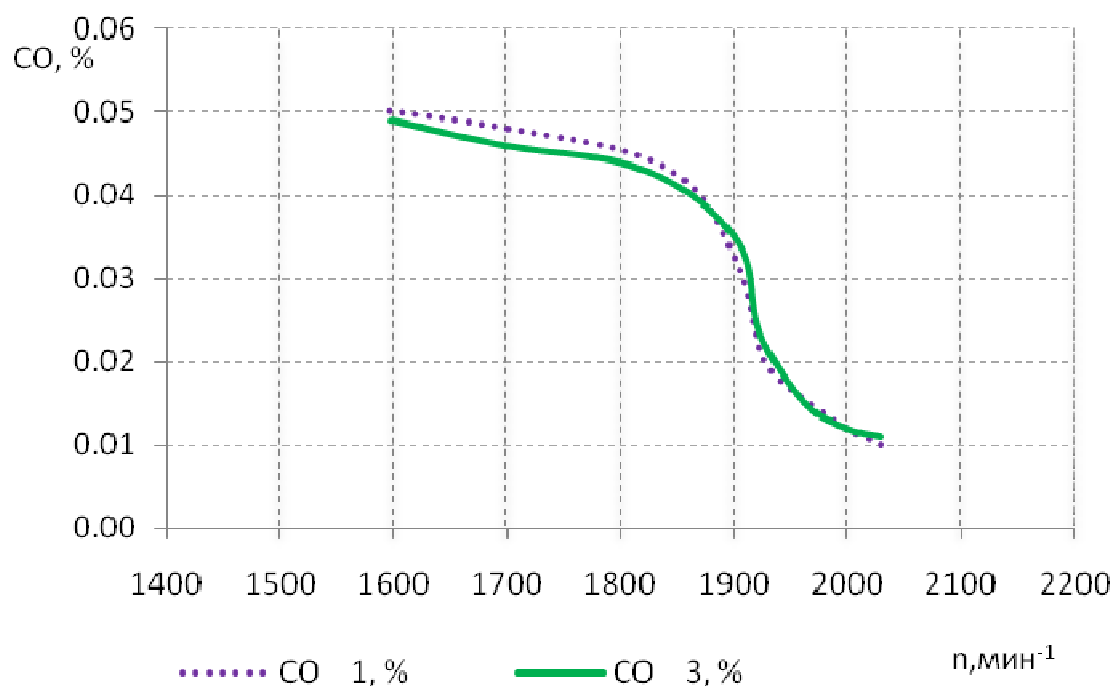


Рис. 3.7 Изменение содержания угарного газа (CO) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

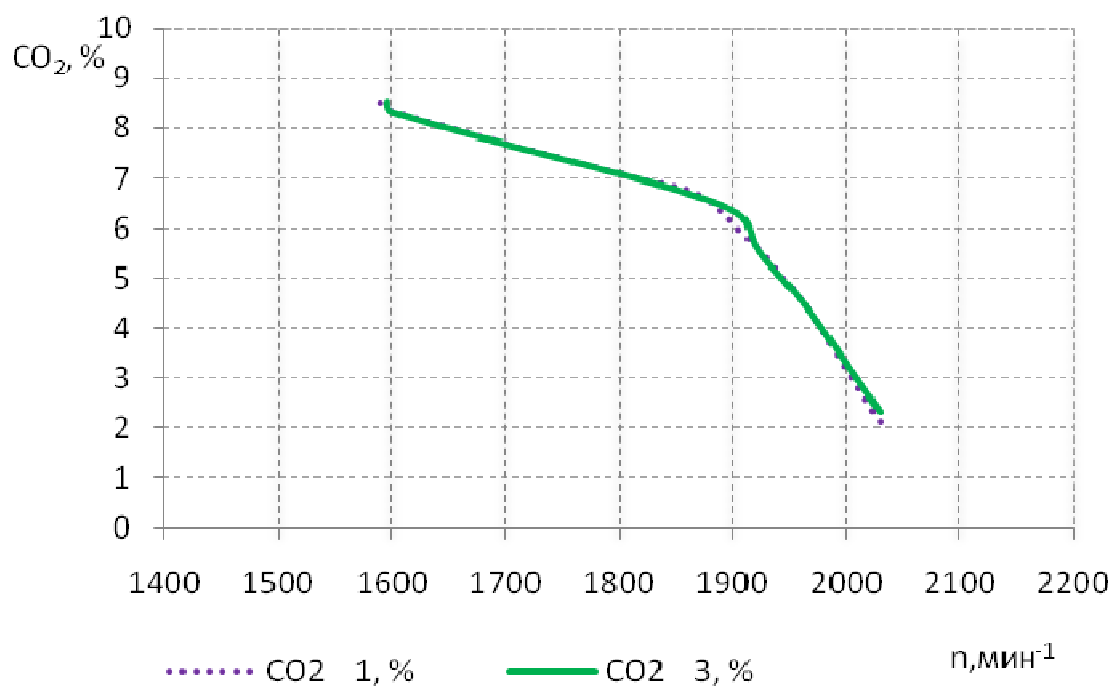


Рис. 3.8 Изменение содержания углекислого газа (CO₂) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

3 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1кг на 4000л).

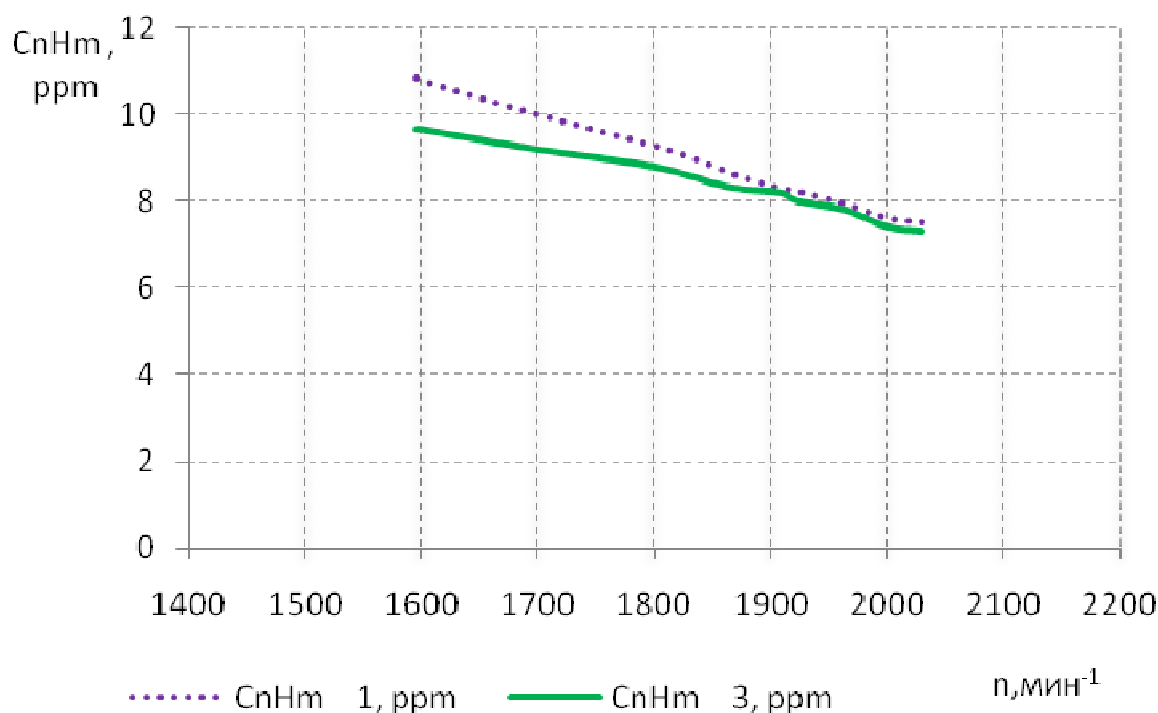


Рис. 3.9 Изменение содержания углеводородов (C_nH_m) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

3 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1 кг на 4000 л).

3.2 Заключение

по результатам испытаний образца № 3

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ (1 кг на 4000 л)

Проведенные испытания дизельного топлива Шымкентского НПЗ на лабораторной установке показали, что дизельное топливо после кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ в концентрации 1 кг на 4000 л топлива (образец № 3) оказывает влияние на изменение экологических и топливно-экономических показателей работы дизеля по сравнению с дизельным топливом Шымкентского НПЗ без присадки (образец № 1):

1. Удельный эффективный расход топлива (g_e) по внешней скоростной характеристике дизеля снижается на 0,5...1,2 г/кВт·ч.

2. Снижение дымности отработавших газов (ОГ) наблюдается по всей внешней скоростной характеристике дизеля на 1,1...5,3 %.

3. Содержание оксидов азота (NO_x) в ОГ по внешней скоростной характеристике дизеля снижается на 0,2...7,9 %.

4. Результаты испытаний образца № 4

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л)

Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2

№ п.п	Р, кг	Эффективные показатели работы ДВС							Экологические показатели				
		$n, \text{мин}^{-1}$	$N_e, \text{кВт}$	$M_k, \text{Н м}$	$P_e, \text{МПа}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/кВт ч}$	η_e	$C, \%$	$CO, \%$	$C_n H_m, \text{ppm}$	$CO_2, \%$	NO_x, ppm
1	2.0	2033	4.07	19.1	0.051	3.93	966.8	0.0872	5.5	0.014	1.8	1.88	85.4
2	10.0	2010	20.10	95.5	0.253	6.54	325.4	0.2591	6.9	0.016	2.0	2.72	112.0
3	20.0	1975	39.50	191.0	0.505	9.64	244.1	0.3455	10.0	0.019	2.3	3.30	152.0
4	30.0	1930	57.90	286.5	0.758	13.31	229.9	0.3668	15.3	0.025	2.6	4.00	200.0
5	34.0	1915	65.11	324.7	0.859	14.86	228.2	0.3694	16.7	0.030	2.7	4.16	218.0
6	39.0	1880	73.32	372.5	0.985	16.61	226.5	0.3723	18.3	0.035	3.0	4.66	229.0
7	40.8	1800	73.44	389.6	1.031	16.50	224.7	0.3753	18.8	0.042	3.5	5.00	257.0
8	43.4	1700	73.78	414.5	1.096	16.35	221.6	0.3804	20.9	0.045	4.0	5.65	279.0
9	47.0	1600	75.12	448.4	1.186	16.42	218.6	0.3857	23.4	0.048	4.5	6.30	306.0
10	47.4	1585	75.05	452.2	1.196	16.29	217.0	0.3885	24.1	0.049	4.6	6.49	312.0

Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2

1	39.5	1800	71.10	377.2	0.998	15.91	223.8	0.3768	19.2	0.045	3.0	5.65	275.0
2	35.0	1800	63.00	334.3	0.884	14.08	223.4	0.3774	16.4	0.038	2.0	5.36	276.0
3	30.0	1800	54.00	286.5	0.758	12.07	223.5	0.3772	11.4	0.025	2.0	4.99	276.3
4	25.0	1800	45.00	238.8	0.632	10.26	227.9	0.3700	7.9	0.020	1.5	4.52	267.0
5	20.0	1800	36.00	191.0	0.505	8.65	240.3	0.3509	7.6	0.015	1.0	3.98	225.0
6	15.0	1800	27.00	143.3	0.379	6.88	254.8	0.3309	8.2	0.015	1.0	3.39	182.0
7	10.0	1800	18.00	95.5	0.253	5.42	301.1	0.2800	7.8	0.015	0.5	2.79	142.0
8	5.0	1800	9.00	47.8	0.126	3.85	427.8	0.1971	7.3	0.015	0.0	2.05	106.0
9	1.0	1800	1.80	9.6	0.025	2.88	1597.2	0.0528	6.7	0.015	0.0	1.41	72.5

n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

M_k – крутящий момент, Н м;

P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа;

G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;

η_e – коэффициентом полезного действия;

C – дымность отработавших газов, %;

CO – содержание угарного газа, %;

$C_n H_m$ – содержание углеводородов, ppm (млн^{-1});

CO_2 – содержание углекислого газа, %;

NO_x – содержание оксидов азота, ppm (млн^{-1}).

4.1 Анализ результатов испытаний образца № 4 Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л)

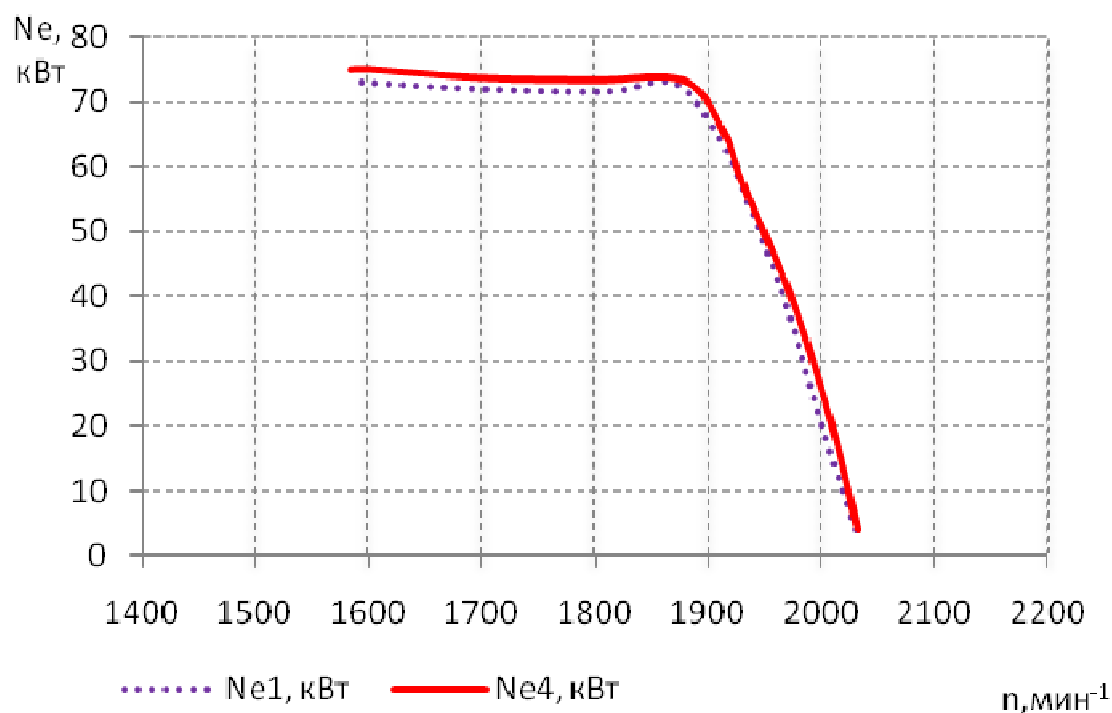


Рис. 4.1 Изменение эффективной мощности дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

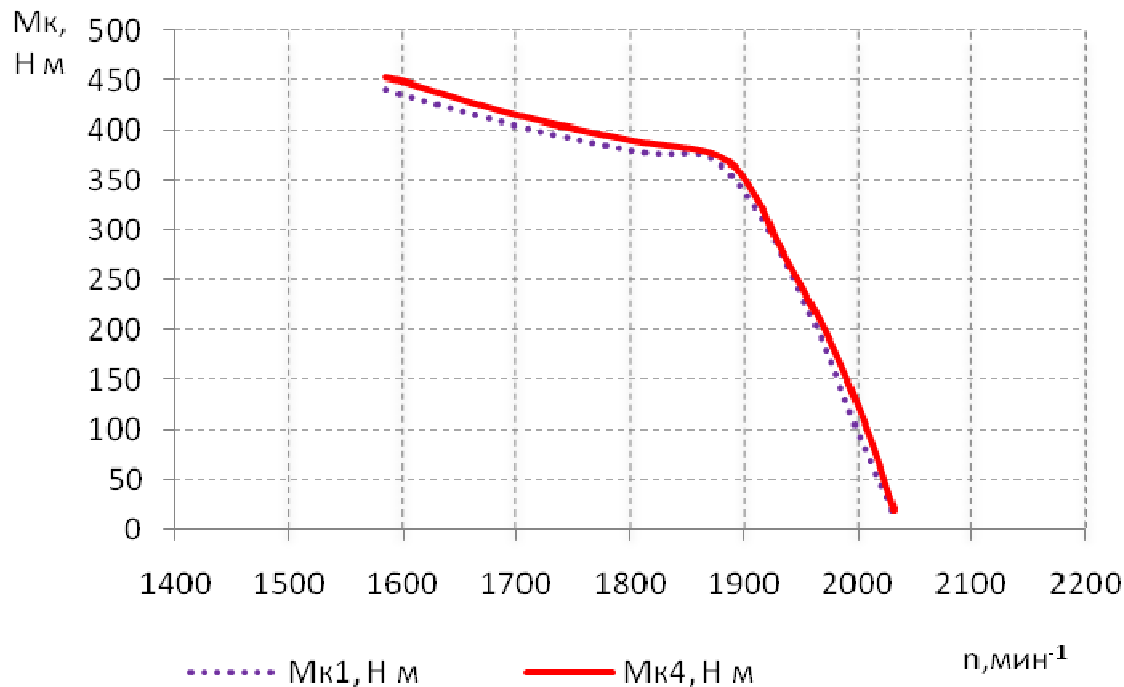


Рис. 4.2 Изменение крутящего момента дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л).

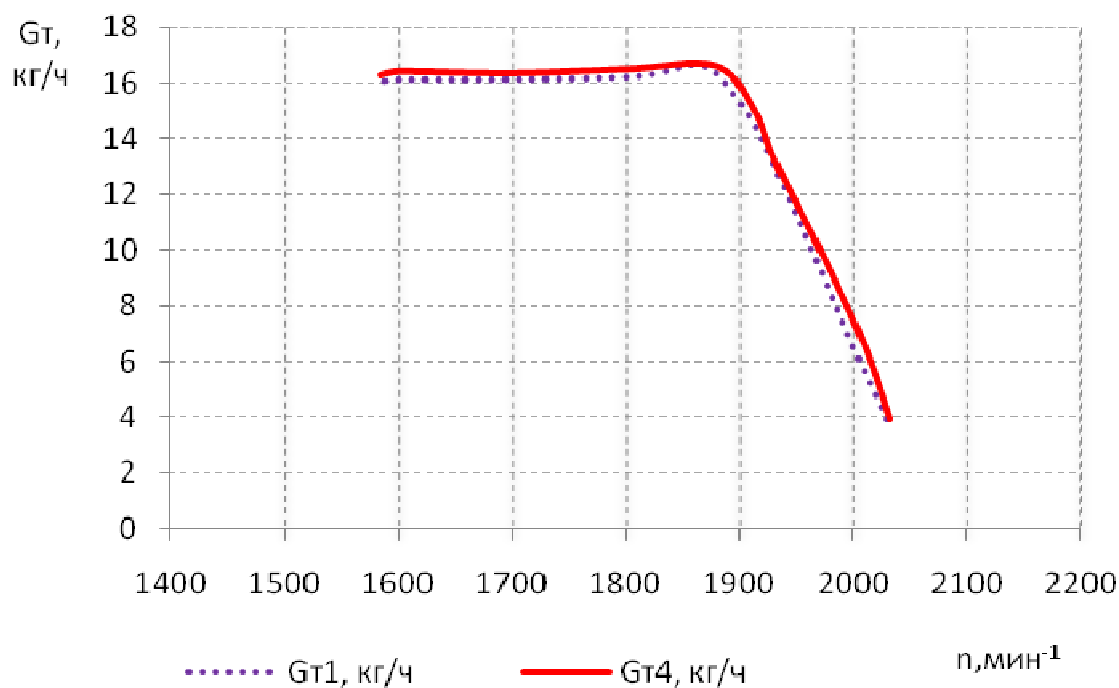


Рис. 4.3 Изменение часового расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

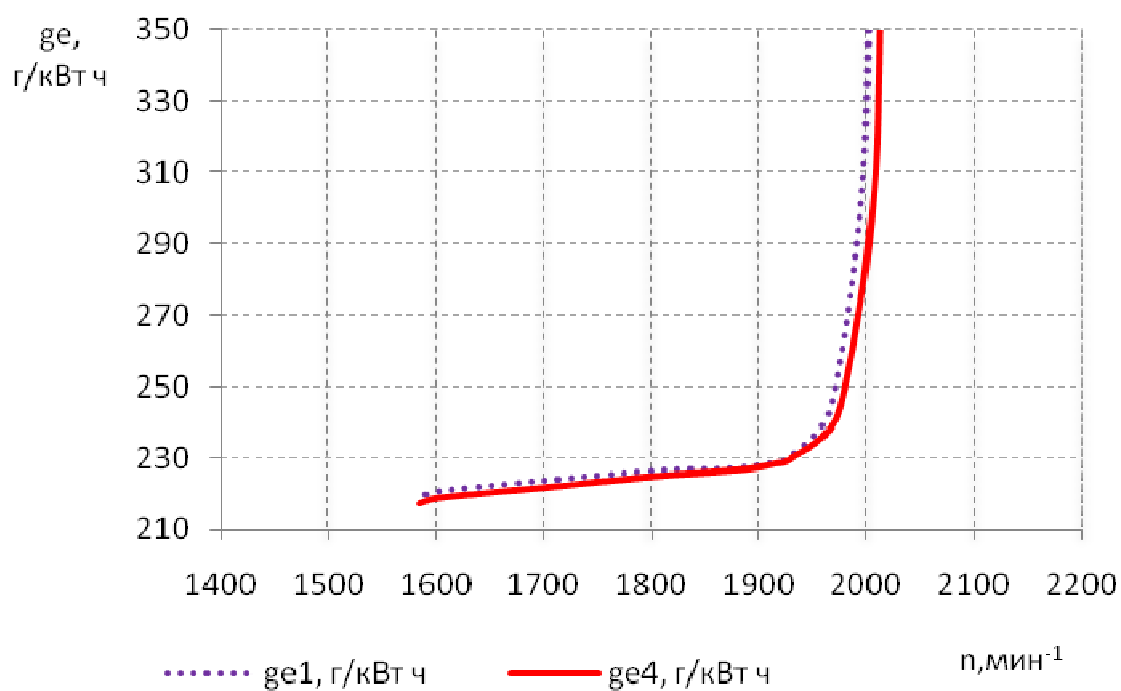


Рис. 4.4 Изменение удельного эффективного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л).

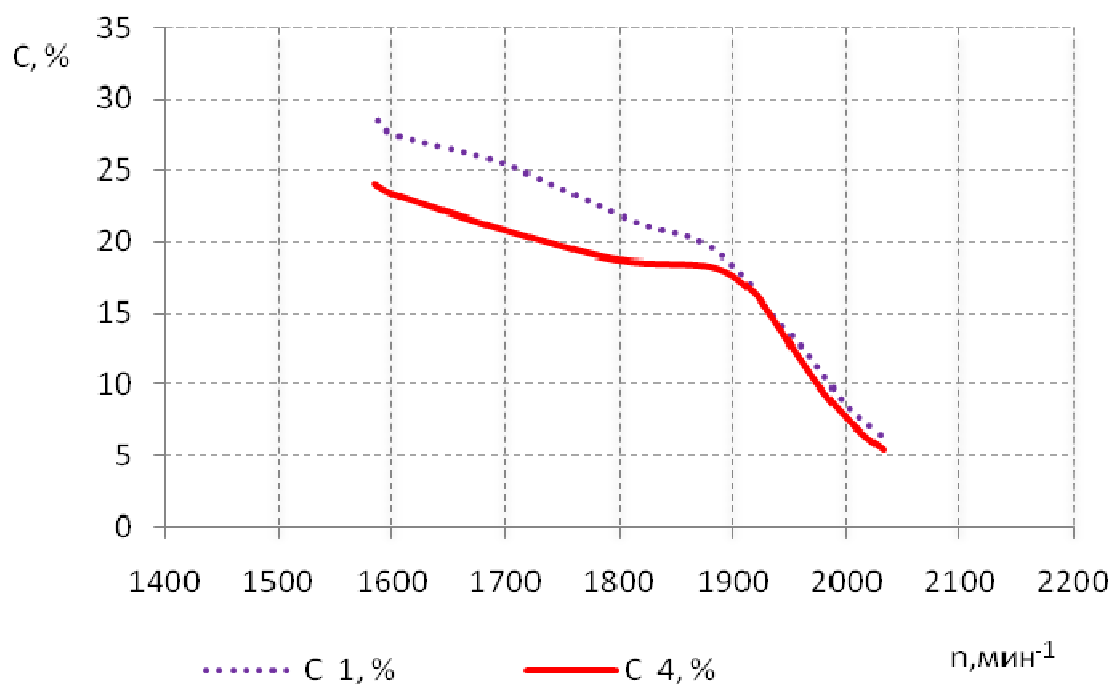


Рис. 4.5 Изменение дымности отработавших газов дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

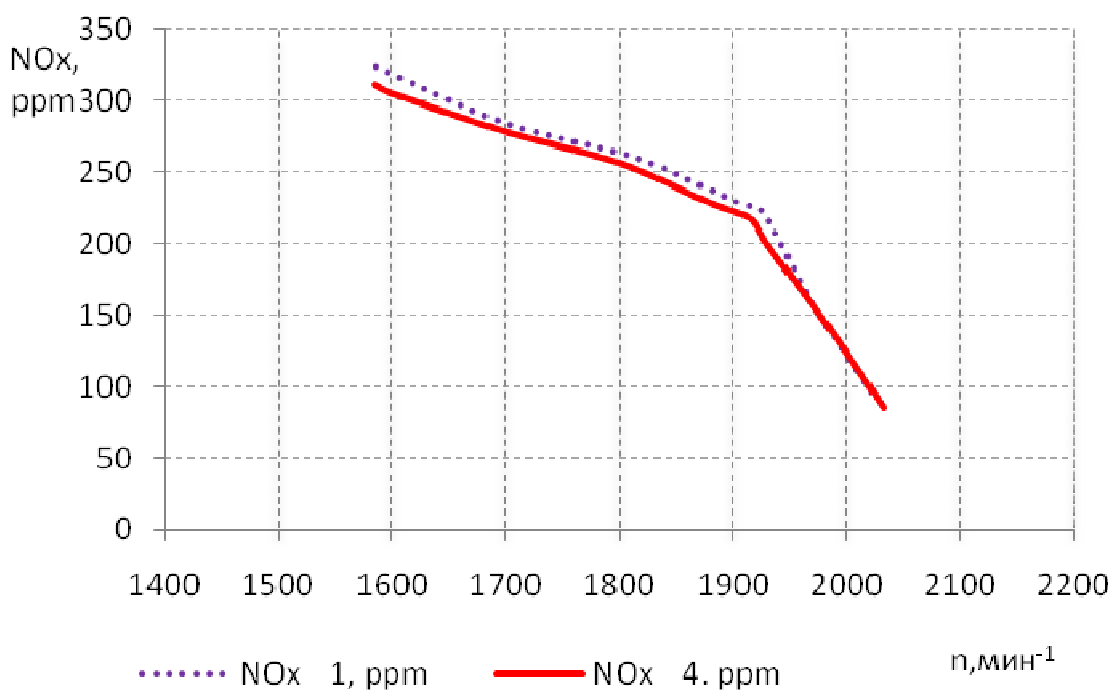


Рис. 4.6 Изменение содержания оксидов азота (NO_x) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л).

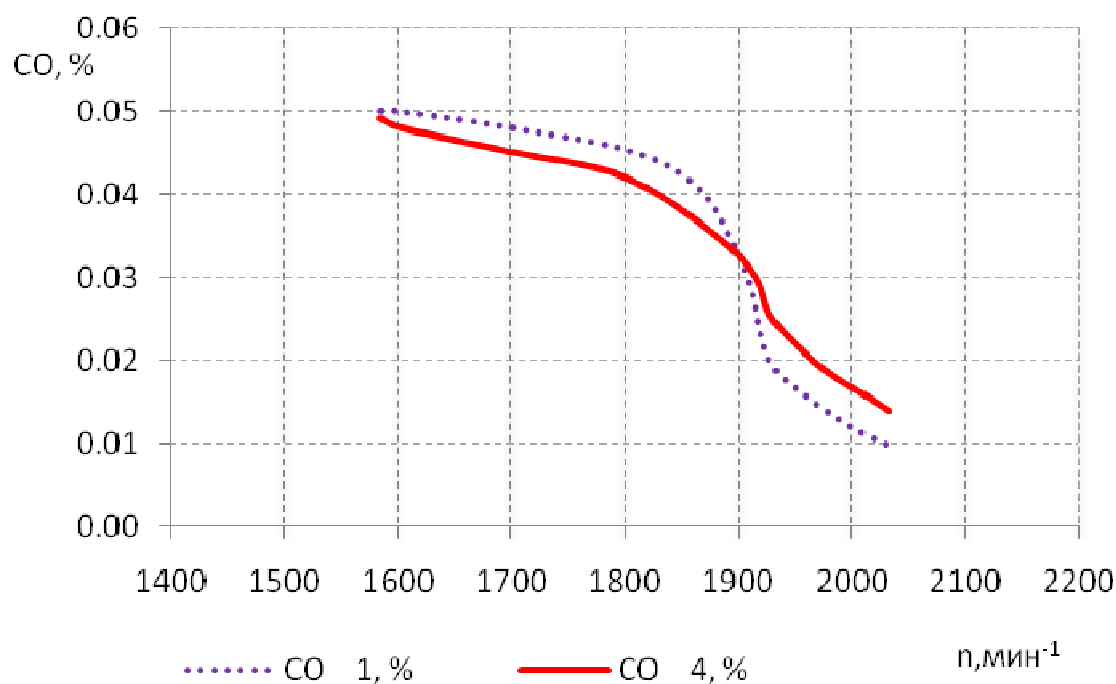


Рис. 4.7 Изменение содержания угарного газа (CO) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

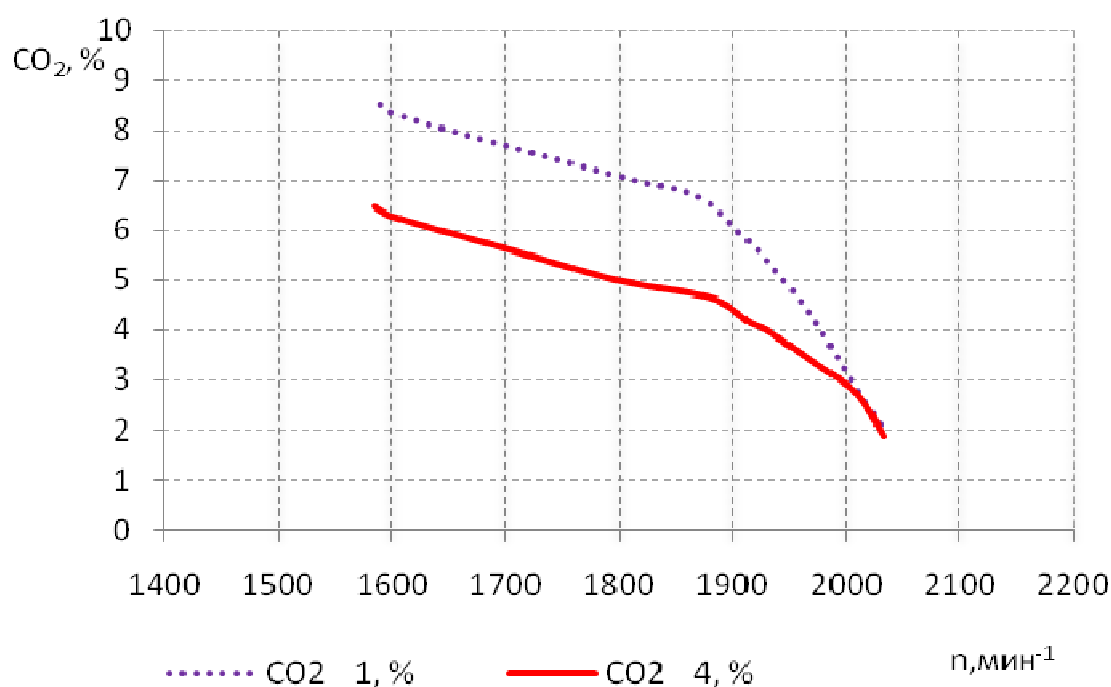


Рис. 4.8 Изменение содержания углекислого газа (CO₂) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л).

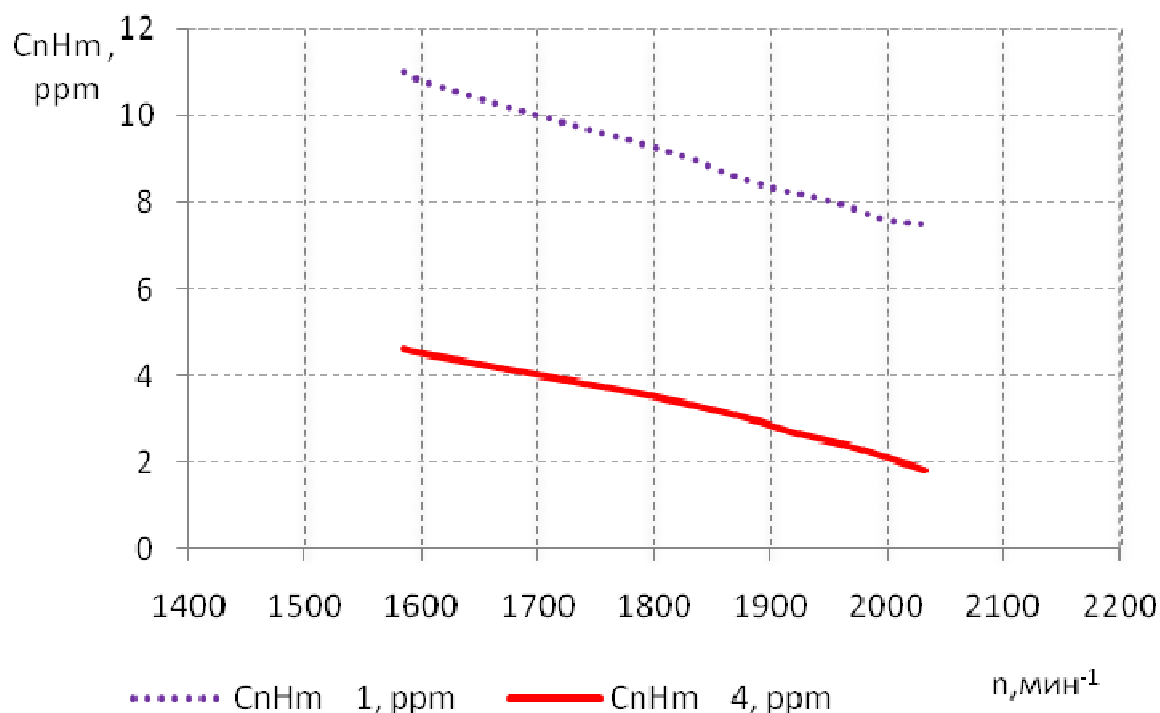


Рис. 4.9 Изменение содержания углеводородов (C_nH_m) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л).

4.2 Заключение

по результатам испытаний образца № 4

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 4000л)

Проведенные испытания дизельного топлива Шымкентского НПЗ на лабораторной установке показали, что присадка TPW-DKZ в концентрации 1кг на 4000л топлива (образец № 4) оказывает влияние на изменение экологических и топливно-экономических показателей работы дизеля по сравнению с дизельным топливом Шымкентского НПЗ без присадки (образец № 1):

1. Удельный эффективный расход топлива (g_e) по внешней скоростной характеристики дизеля снизился на 0,4...2,3 г/кВт·ч. При максимальной мощности экономия топлива достигает 2,0...2,3 г/кВт·ч.

2. Снижение дымности отработавших газов (ОГ) наблюдается по всей внешней скоростной характеристики дизеля на 0,3...4,8 %.

3. Содержание оксидов азота (NO_x) в ОГ по внешней скоростной характеристики дизеля снижается на 1,8...9,7 %.

5. Результаты испытаний образца № 5

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ
с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л)

Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2

№ п.п	Р, кг	Эффективные показатели работы ДВС							Экологические показатели				
		$n, \text{мин}^{-1}$	$N_e, \text{кВт}$	$M_k, \text{Н м}$	$P_e, \text{МПа}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/кВт ч}$	η_e	$C, \%$	$CO, \%$	$C_n H_m, \text{ppm}$	$CO_2, \%$	NOx, ppm
1	2.0	2030	4.06	19.1	0.051	3.87	953.2	0.0884	6.2	0.010	6.6	2.44	75.9
2	10.0	2005	20.05	95.5	0.253	6.53	325.7	0.2589	7.8	0.012	6.8	3.34	105.0
3	20.0	1970	39.40	191.0	0.505	9.64	244.7	0.3446	11.2	0.015	7.0	4.46	145.0
4	30.0	1928	57.83	286.5	0.758	13.26	229.3	0.3677	15.4	0.020	7.1	5.67	201.5
5	34.0	1910	64.94	324.7	0.859	14.80	227.9	0.3699	17.5	0.030	7.2	6.29	215.3
6	39.0	1865	72.74	372.5	0.985	16.45	226.2	0.3728	19.8	0.040	7.4	6.90	231.5
7	40.5	1800	72.90	386.8	1.023	16.35	224.3	0.3759	21.4	0.045	7.7	7.34	246.5
8	43.0	1700	73.10	410.7	1.086	16.21	221.8	0.3802	23.1	0.048	8.0	7.91	268.5
9	45.6	1610	73.42	435.5	1.152	16.06	218.8	0.3854	24.3	0.049	8.4	8.49	289.5
10	46.0	1595	73.37	439.3	1.162	16.02	218.3	0.3861	24.6	0.050	8.5	8.56	293.5

Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2

1	39.5	1800	71.10	377.2	0.998	15.95	224.3	0.3758	20.2	0.045	8.0	7.63	264.5
2	35.0	1800	63.00	334.3	0.884	14.12	224.1	0.3762	17.7	0.035	9.0	7.19	264.5
3	30.0	1800	54.00	286.5	0.758	12.10	224.1	0.3763	13.3	0.025	8.5	6.70	262.0
4	25.0	1800	45.00	238.8	0.632	10.25	227.8	0.3701	10.7	0.015	8.5	6.18	246.5
5	20.0	1800	36.00	191.0	0.505	8.61	239.2	0.3525	10.4	0.015	8.5	5.49	208.5
6	15.0	1800	27.00	143.3	0.379	6.91	255.9	0.3294	10.5	0.015	8.0	4.78	164.0
7	10.0	1800	18.00	95.5	0.253	5.42	301.1	0.2800	10.1	0.010	8.0	3.97	126.5
8	5.0	1800	9.00	47.8	0.126	3.85	427.8	0.1971	9.5	0.015	7.0	3.14	98.5
9	1.0	1800	1.80	9.6	0.025	2.90	1611.1	0.0523	8.8	0.015	6.0	2.27	69.2

n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

M_k – крутящий момент, Н м;

P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа;

G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;

η_e – коэффициентом полезного действия;

C – дымность отработавших газов, %;

CO – содержание угарного газа, %;

$C_n H_m$ – содержание углеводородов, ppm (млн^{-1});

CO_2 – содержание углекислого газа, %;

NOx – содержание оксидов азота, ppm (млн^{-1}).

5.1 Анализ результатов испытаний образца № 5

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л)

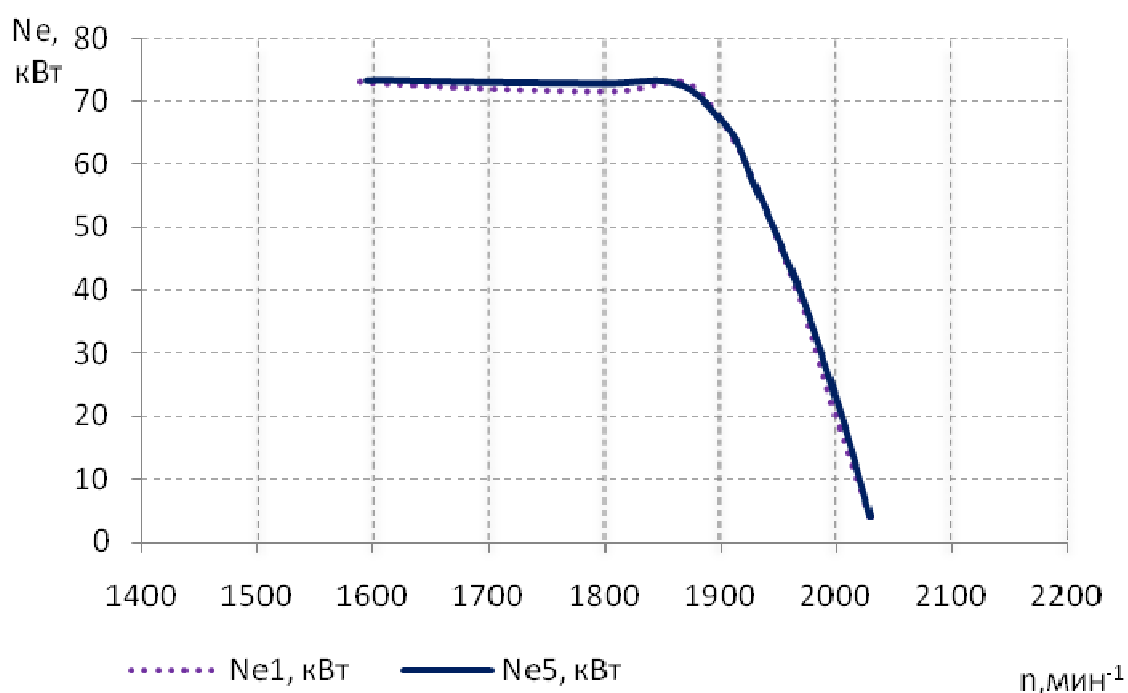


Рис. 5.1 Изменение эффективной мощности дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

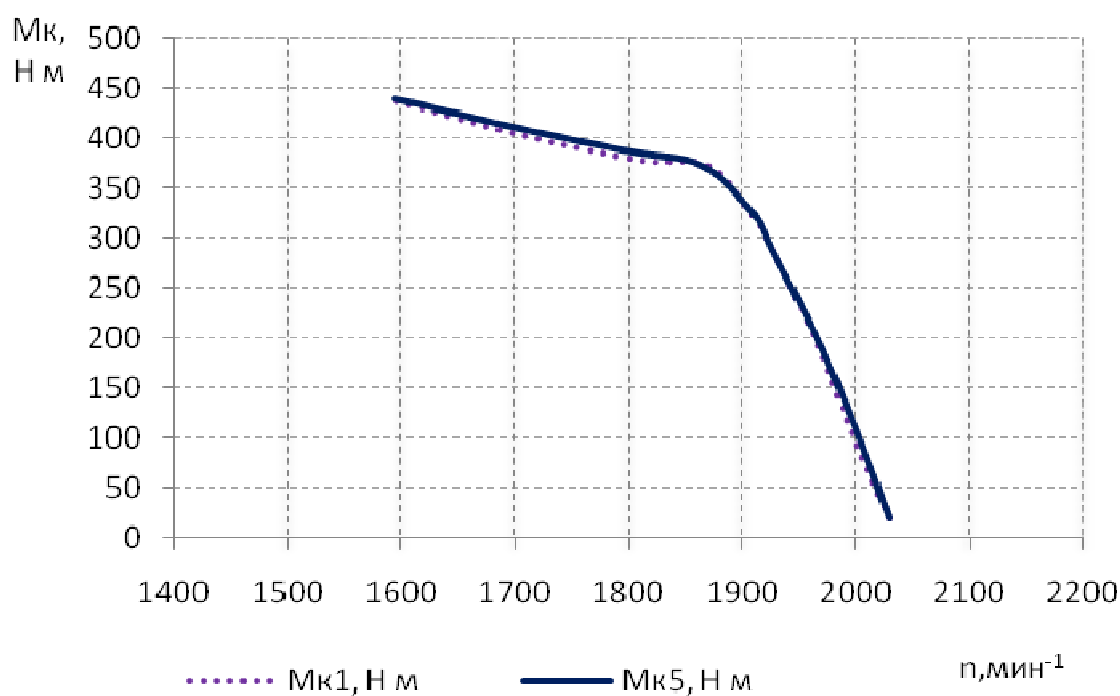


Рис. 5.2 Изменение крутящего момента дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л).

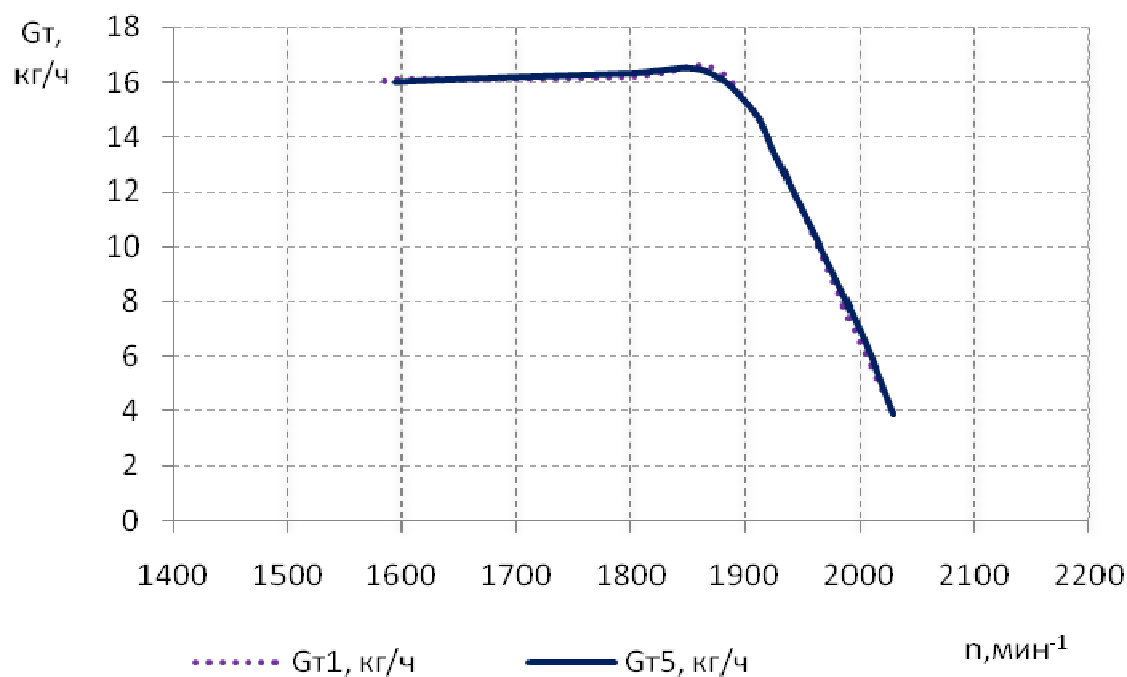


Рис. 5.3 Изменение часового расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

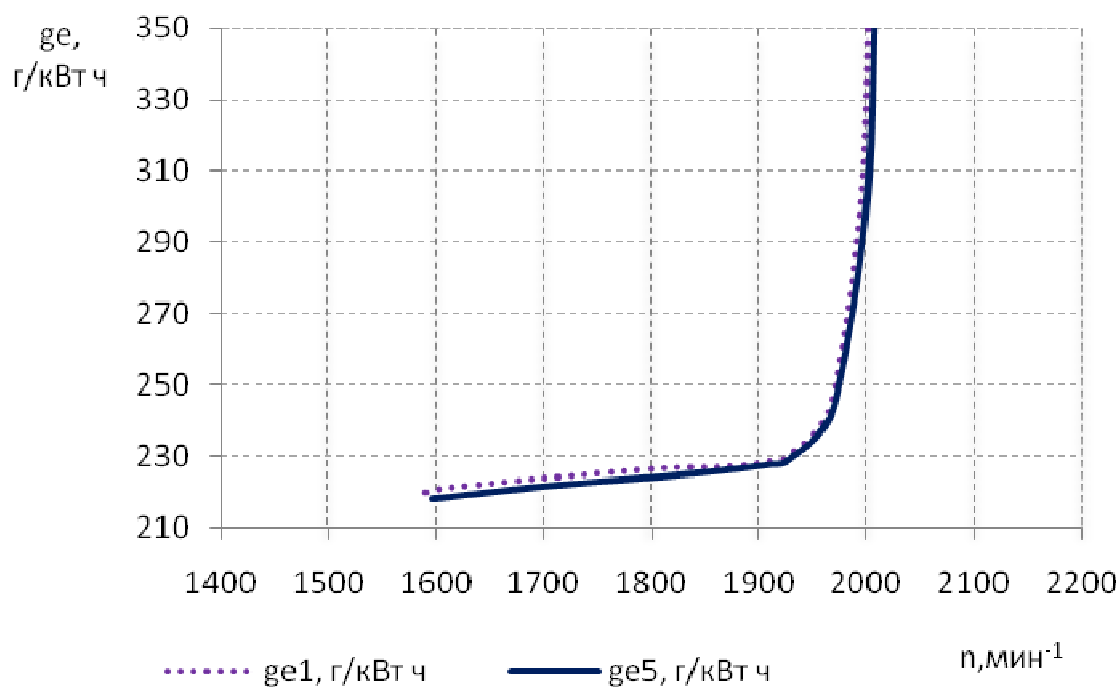


Рис. 5.4 Изменение удельного эффективного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л).

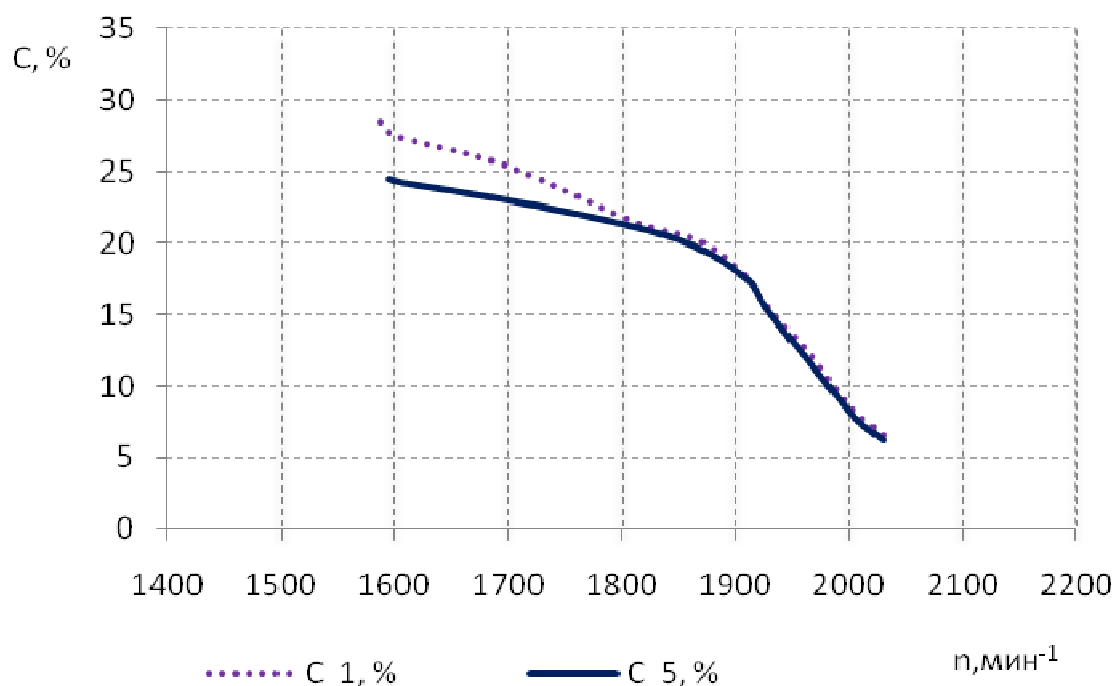


Рис. 5.5 Изменение дымности отработавших газов дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

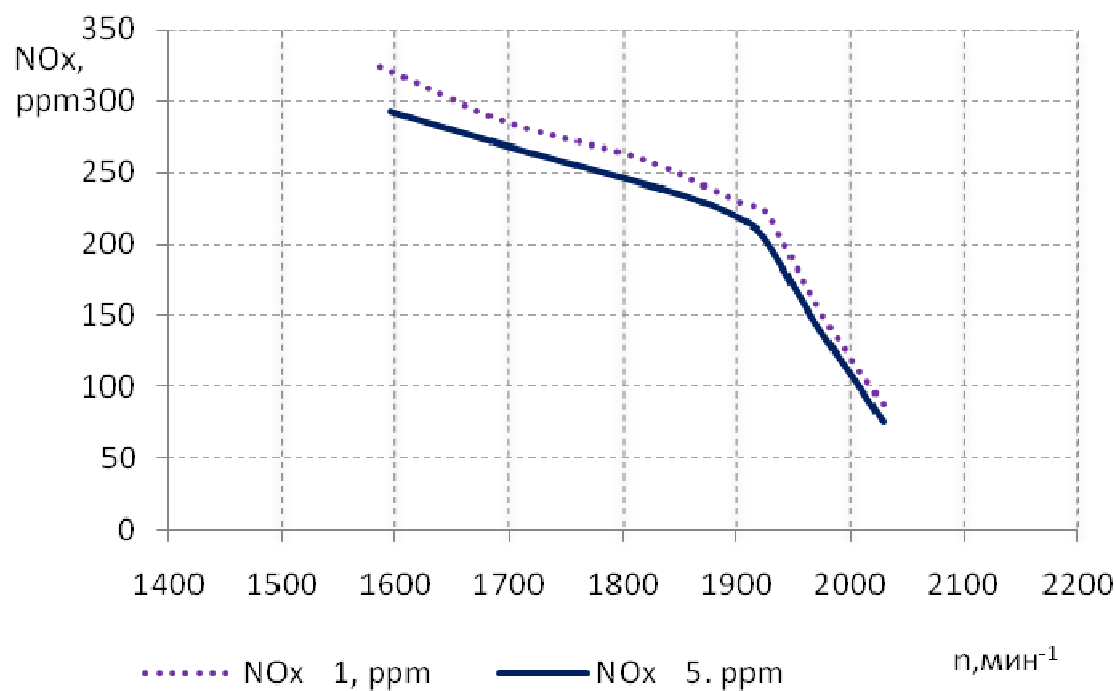


Рис. 5.6 Изменение содержания оксидов азота (NO_x) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л).

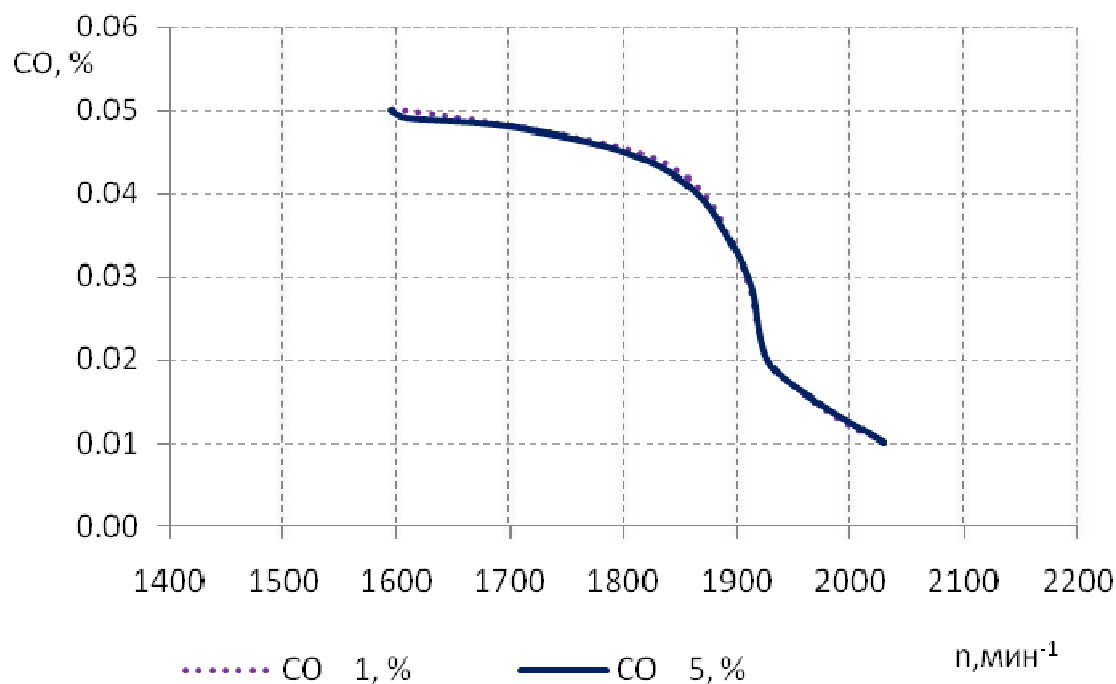


Рис. 5.7 Изменение содержания угарного газа (CO) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

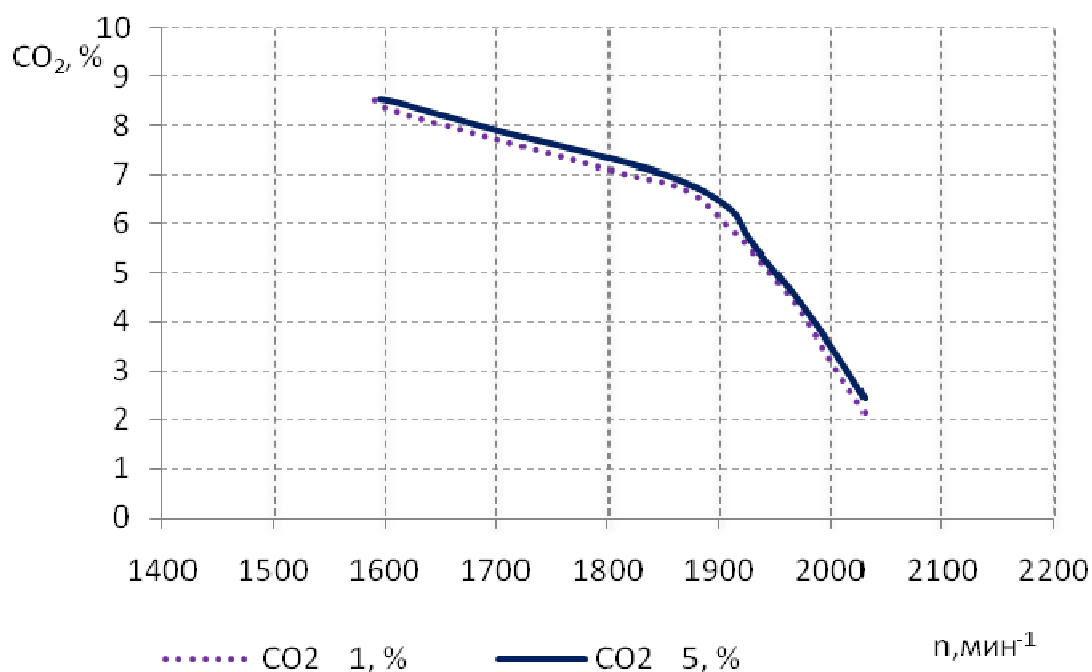


Рис. 5.8 Изменение содержания углекислого газа (CO_2) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л).

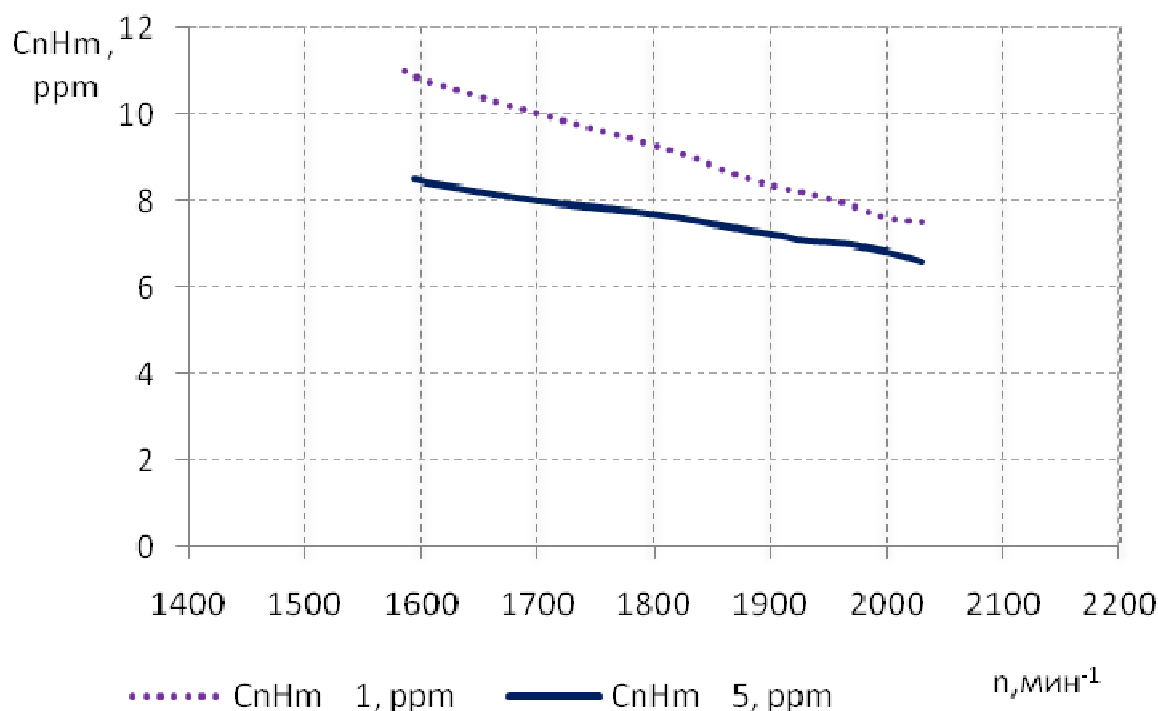


Рис. 5.9 Изменение содержания углеводородов (C_nH_m) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л).

5.2 Заключение

по результатам испытаний образца № 5

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 2000л)

Проведенные испытания дизельного топлива Шымкентского НПЗ на лабораторной установке показали, что присадка TPW-DKZ в концентрации 1кг на 2000л топлива (образец № 5) оказывает влияние на изменение экологических и топливно-экономических показателей работы дизеля по сравнению с дизельным топливом Шымкентского НПЗ без присадки (образец № 1):

1. Удельный эффективный расход топлива (g_e) по внешней скоростной характеристики дизеля снизился на 0,7...2,4 г/кВт·ч.
2. Снижение дымности отработавших газов (ОГ) наблюдается по всей внешней скоростной характеристики дизеля на 0,2...4,3 %
3. Содержание оксидов азота (NO_x) в ОГ по внешней скоростной характеристики дизеля снижается на 4,2...13,6 %.

6. Результаты испытаний образца № 6
Дизельное топливо Шымкентского НПЗ
с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л)

Скоростная характеристика дизеля Д-245.5S2

№ п.п	Р, кг	Эффективные показатели работы ДВС							Экологические показатели				
		$n, \text{мин}^{-1}$	$N_e, \text{кВт}$	$M_k, \text{Н м}$	$P_e, \text{МПа}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_e, \text{г/кВт ч}$	η_e	$C, \%$	$CO, \%$	$C_n H_m, \text{ppm}$	$CO_2, \%$	NOx, ppm
1	2.0	2030	4.06	19.1	0.051	3.85	947.0	0.0890	8.9	0.011	6.0	2.51	59.0
2	10.0	2000	20.00	95.5	0.253	6.51	325.3	0.2592	10.9	0.012	6.2	3.26	88.2
3	20.0	1970	39.40	191.0	0.505	9.63	244.4	0.3449	13.3	0.015	6.5	4.39	119.0
4	30.0	1920	57.60	286.5	0.758	13.20	229.2	0.3679	18.3	0.024	6.9	5.45	167.0
5	34.0	1900	64.60	324.7	0.859	14.71	227.7	0.3702	20.3	0.035	7.0	5.90	184.0
6	39.0	1870	72.93	372.5	0.985	16.45	225.6	0.3738	21.4	0.040	7.2	6.41	198.5
7	40.9	1800	73.53	390.1	1.032	16.49	224.3	0.3759	22.6	0.045	7.5	6.89	220.0
8	43.2	1700	73.44	412.6	1.091	16.24	221.1	0.3813	23.6	0.048	8.0	7.43	243.0
9	46.0	1610	74.06	439.3	1.162	16.10	217.4	0.3878	24.6	0.050	8.5	8.07	266.5
10	45.6	1598	72.87	435.5	1.152	15.87	217.8	0.3871	24.5	0.050	8.6	8.22	273.0

Нагрузочная характеристика дизеля Д-245.5S2

1	39.5	1800	71.10	377.2	0.998	15.88	223.3	0.3775	21.5	0.050	10.0	7.24	241.0
2	35.0	1800	63.00	334.3	0.884	14.10	223.7	0.3768	17.9	0.040	10.0	6.88	247.5
3	30.0	1800	54.00	286.5	0.758	12.09	223.9	0.3766	14.0	0.030	9.0	6.45	249.5
4	25.0	1800	45.00	238.8	0.632	10.26	228.0	0.3698	11.8	0.020	9.5	5.94	234.5
5	20.0	1800	36.00	191.0	0.505	8.67	240.8	0.3501	11.3	0.020	9.5	5.25	190.0
6	15.0	1800	27.00	143.3	0.379	6.91	255.9	0.3294	11.7	0.020	9.0	4.61	154.0
7	10.0	1800	18.00	95.5	0.253	5.41	300.6	0.2805	11.0	0.015	8.0	3.87	119.5
8	5.0	1800	9.00	47.8	0.126	3.84	426.7	0.1976	10.6	0.020	7.5	3.09	89.0
9	1.0	1800	1.80	9.6	0.025	2.90	1611.1	0.0523	9.9	0.020	6.0	2.67	57.0

n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;
 N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;
 M_k – крутящий момент, Н м;
 P_e – среднее эффективное давление в цилиндре дизеля, МПа;
 G_T – часовой расход топлива, кг/ч;
 g_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт ч;
 η_e – коэффициентом полезного действия;

C – дымность отработавших газов, %;
 CO – содержание угарного газа, %;
 $C_n H_m$ – содержание углеводородов, ppm (млн^{-1});
 CO_2 – содержание углекислого газа, %;
 NOx – содержание оксидов азота, ppm (млн^{-1}).

6.1 Анализ результатов испытаний образца № 5

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л)

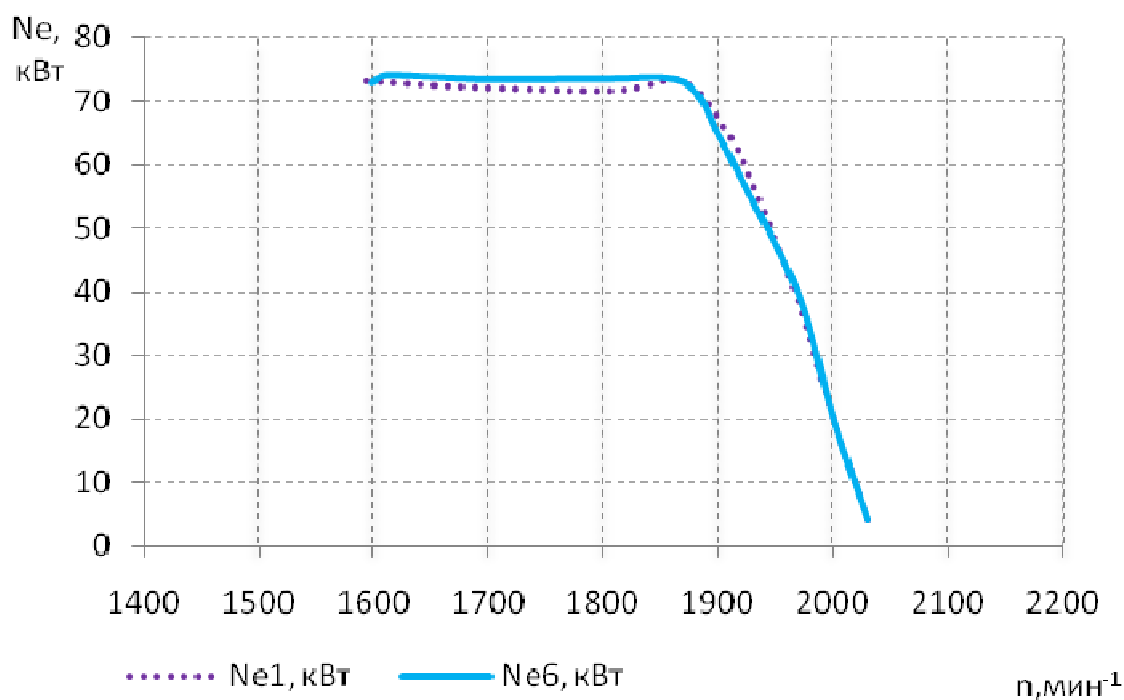


Рис. 6.1 Изменение эффективной мощности дизеля Д-245.5S2
в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

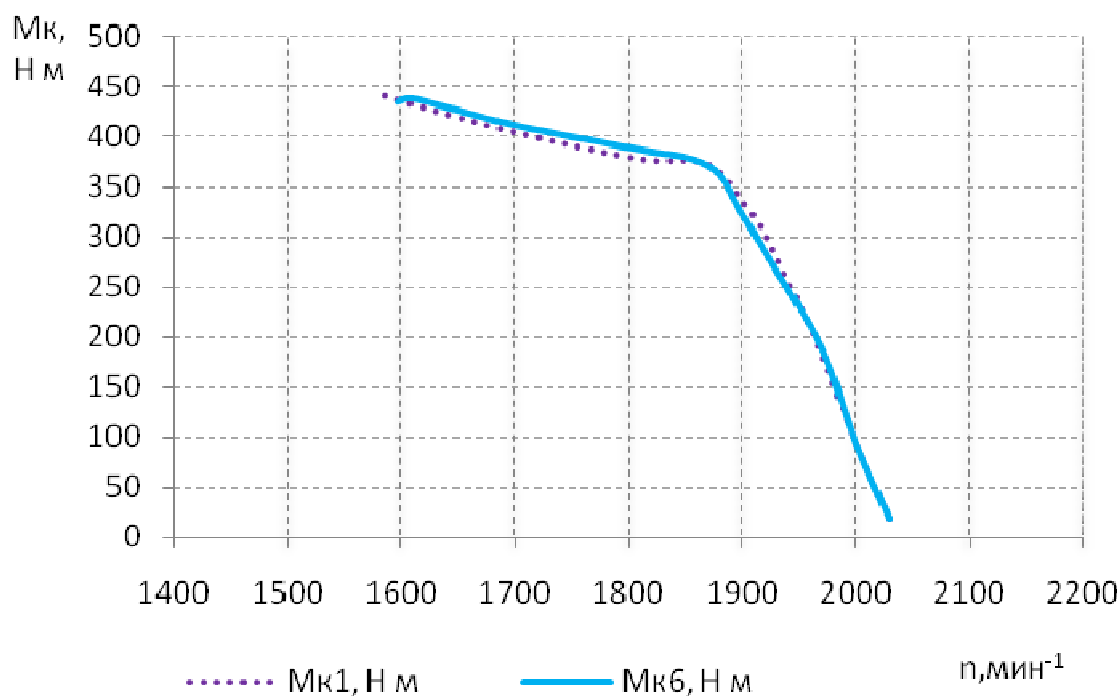


Рис. 6.2 Изменение крутящего момента дизеля Д-245.5S2
в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л).

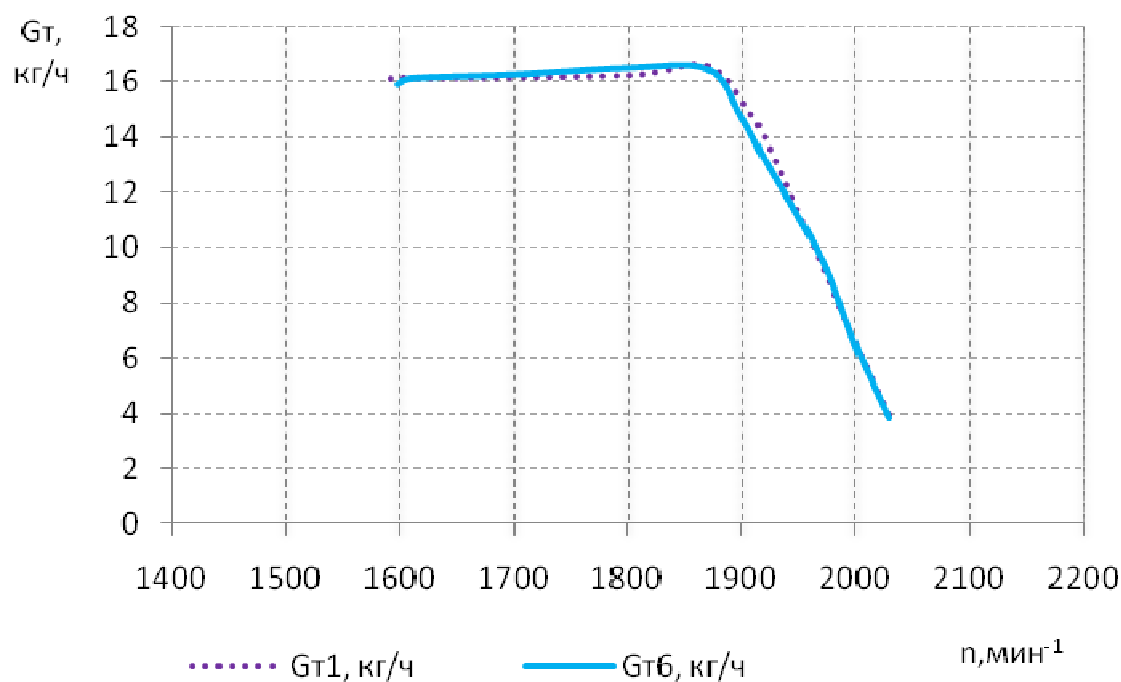


Рис. 6.3 Изменение часового расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

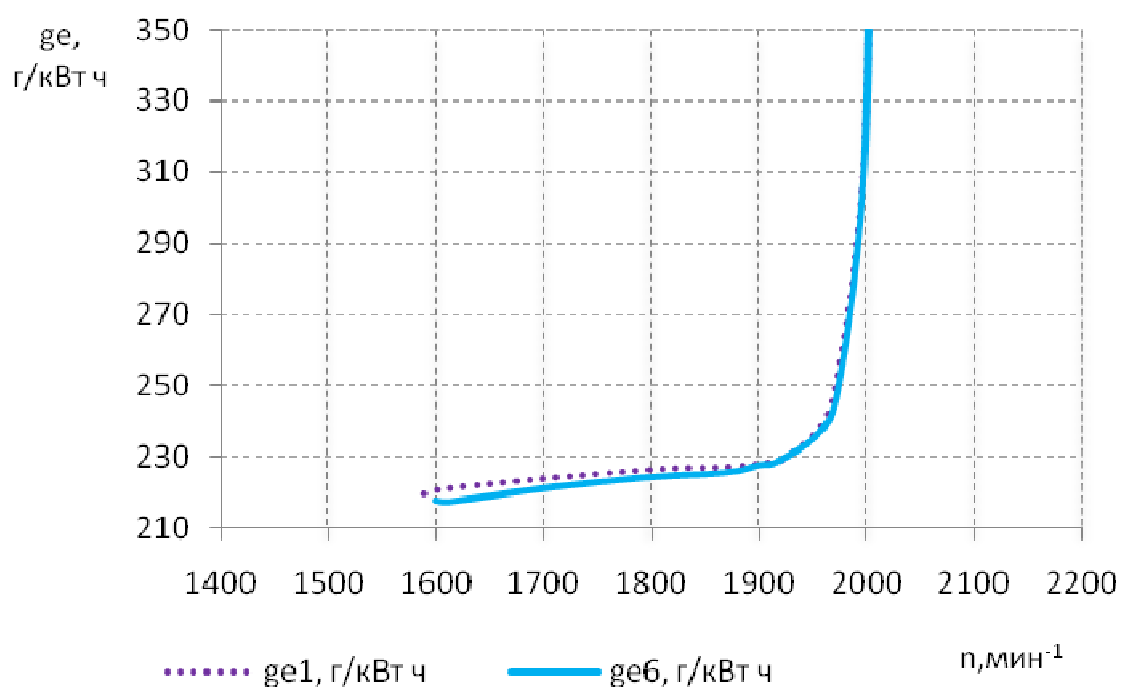


Рис. 6.4 Изменение удельного эффективного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л).

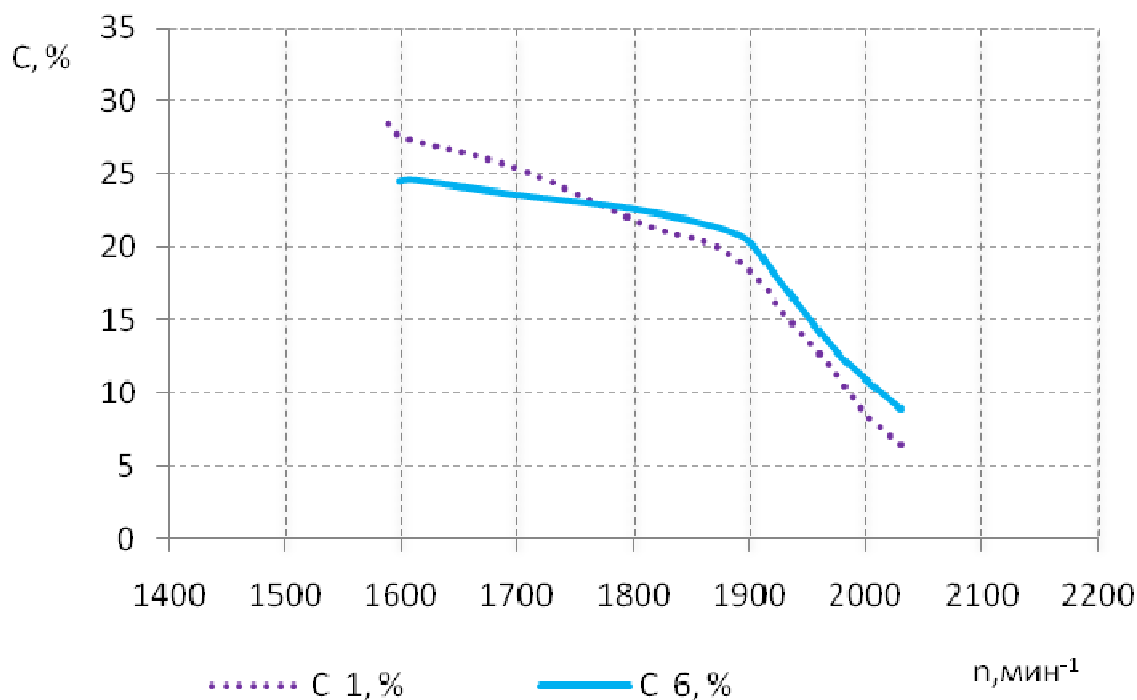


Рис. 6.5 Изменение дымности отработавших газов дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

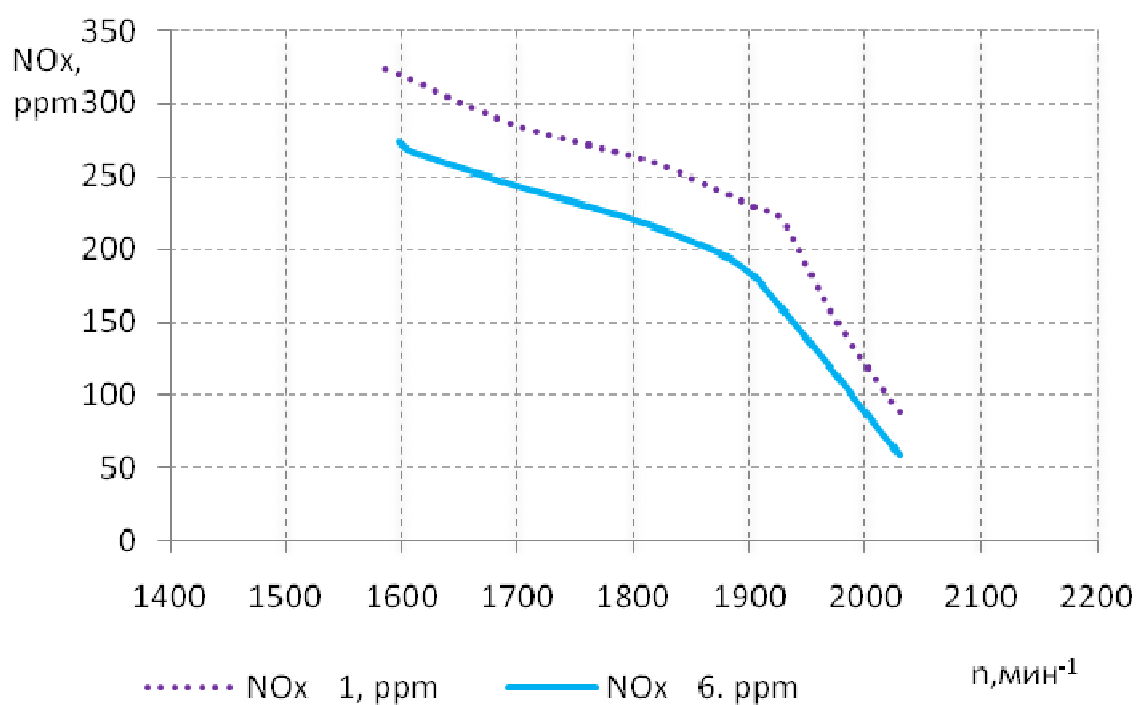


Рис. 6.6 Изменение содержания оксидов азота (NO_x) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;

4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л).

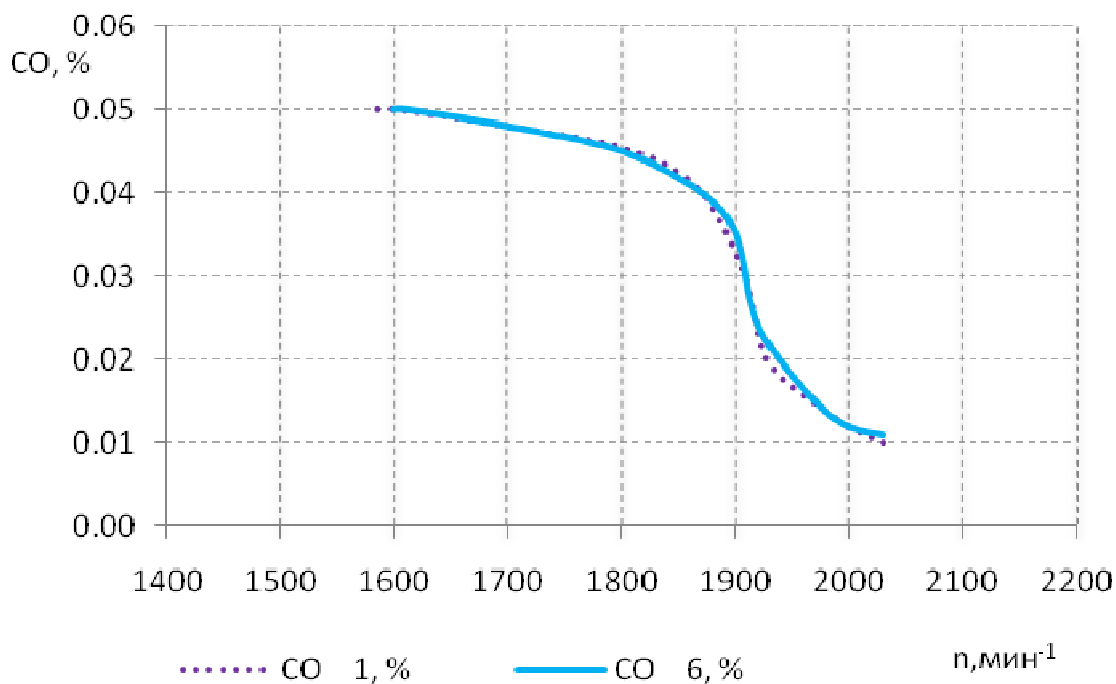


Рис. 6.7 Изменение содержания угарного газа (CO) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

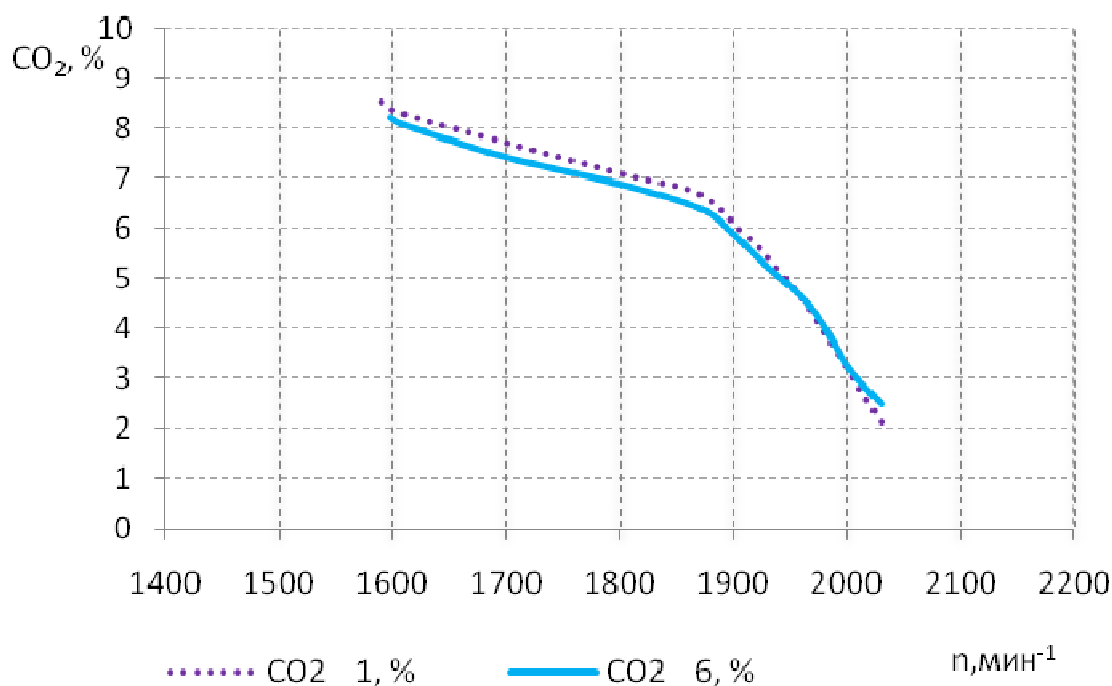


Рис. 6.8 Изменение содержания углекислого газа (CO_2) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
- 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л).

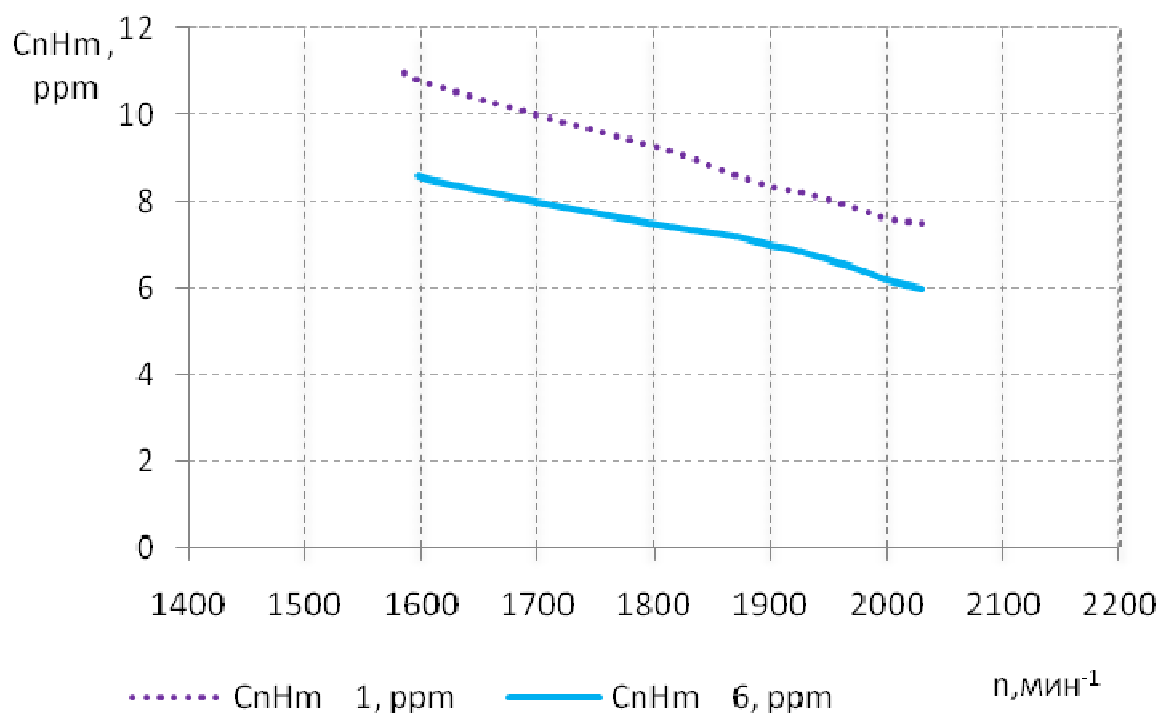


Рис. 6.9 Изменение содержания углеводородов (C_nH_m) в отработавших газах дизеля Д-245.5S2 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

- 1 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ без присадок;
 4 - Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л).

6.2 Заключение

по результатам испытаний образца № 6

Дизельное топливо Шымкентского НПЗ с присадкой TPW-DKZ (1кг на 1000л)

Проведенные испытания дизельного топлива Шымкентского НПЗ на лабораторной установке показали, что присадка TPW-DKZ в концентрации 1кг на 1000л топлива (образец № 6) оказывает влияние на изменение экологических и топливно-экономических показателей работы дизеля по сравнению с дизельным топливом Шымкентского НПЗ без присадки (образец № 1):

1. Удельный эффективный расход топлива (g_e) по внешней скоростной характеристики дизеля снизился на 0,9...3,4 г/кВт·ч.
2. Снижение дымности отработавших газов (ОГ) наблюдается по всей внешней скоростной характеристики дизеля на 0,0...4,4 %. Однако при нагрузках менее 75 % наблюдается увеличение дымности ОГ на 0,7... 1,9 %.
3. Содержание оксидов азота (NO_x) в ОГ по внешней скоростной характеристики дизеля снижается на 14,7...27,4 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Номинальная мощность двигателя Д-245.5S2 на дизельном топливе Шымкентского НПЗ без присадок составила $N = 72,93$ кВт, минимальный удельный эффективный расход топлива составил $g_{emin} = 227,2$ г/кВт·ч, эффективный КПД $\eta = 0,3711$.

2. Использование кавитационной установки для обработки дизельного топлива привело на номинальном режиме к увеличению эффективного КПД на 0,045 % ($\eta = 0,3715$) и снижению удельного эффективного расхода топлива на 0,3 г/кВт·ч ($g_{emin} = 226,9$ г/кВт·ч). По внешней скоростной характеристики наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 0,3...0,5 г/кВт·ч, дымности отработавших газов на 0,6...6,0 % и оксидов азота в отработавших газах на 1,6...6,8 %.

3. Применение кавитационной установки с присадкой D100E PNPZ в концентрации 1кг на 4000л дизельного топлива привело на номинальном режиме к увеличению эффективного КПД на 0,183 % ($\eta = 0,3729$) и снижению удельного эффективного расхода топлива на 1,1 г/кВт·ч ($g_{emin} = 226,1$ г/кВт·ч). По внешней скоростной характеристики наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 0,5...1,2 г/кВт·ч, дымности отработавших газов на 1,1...5,3 % и оксидов азота в отработавших газах 0,2...7,9 %.

4. Применение присадки TPW-DKZ в концентрации 1кг на 4000л дизельного топлива привело на номинальном режиме к увеличению эффективного КПД на 0,12 % ($\eta = 0,3723$) и снижению удельного эффективного расхода топлива на 0,7 г/кВт·ч ($g_{emin} = 226,5$ г/кВт·ч). По внешней скоростной характеристики наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 0,4...2,3 г/кВт·ч, дымности отработавших газов на 0,3...4,8 % и оксидов азота в отработавших газах 1,8...9,7 %.

5. Применение присадки TPW-DKZ в концентрации 1кг на 2000л дизельного топлива привело на номинальном режиме к увеличению эффективного КПД на 0,171 % ($\eta = 0,3728$) и снижению удельного эффективного расхода топлива на 1,0 г/кВт·ч ($g_{emin} = 226,2$ г/кВт·ч). По внешней скоростной характеристики наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 0,7...2,4 г/кВт·ч, дымности отработавших газов на 0,2...4,3 % и оксидов азота в отработавших газах 4,2...13,6 %.

6. Применение присадки TPW-DKZ в концентрации 1кг на 1000л дизельного топлива привело на номинальном режиме к увеличению эффективного КПД на 0,271 % ($\eta = 0,3728$) и снижению удельного эффективного расхода топлива на 1,6 г/кВт·ч ($g_{emin} = 225,6$ г/кВт·ч). По внешней скоростной характеристики наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 0,9...3,4 г/кВт·ч, дымности отработавших газов на 0,0...4,4 % и оксидов азота в отработавших газах 14,7...27,4 %.

Применение кавитационной установки и присадок D100E PNPZ и TPW-DKZ в дизельном топливе Шымкентского НПЗ достаточно эффективно улучшает экологические и топливно-экономические показатели работы дизельного двигателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дизели Д-245S2, Д-245.2S2, Д-245.5S2, Д-245.16S2, Д-245.16LS2, Д-245.42S2, Д-245.43S2. Руководство по эксплуатации. – Минск: Минский моторный завод, 2013. – 112 с.
2. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 18509-88. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 52 с.
3. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах и внедорожной подвижной технике в отношении выброса загрязняющих веществ этими двигателями: Правила ЕЭК ООН № 96. – Введ. 05.10.2012. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 117 с.
4. ГОСТ Р 41.96-2011. Единообразные предписания, касающиеся двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах и внедорожной технике, в отношении выброса вредных веществ этими двигателями. – М. Стандартиформ, 2020. – 65 с.
5. ГОСТ 17.2.2.01-84 Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. – М. Стандартиформ, 2006. – 11 с.
6. ГОСТ 17.2.2.02-98 Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 14 с.
7. Дымомер для дизельных двигателей MDO2-LON. Руководство по эксплуатации. 2-е издание. – МАНА Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. 2006. – 65 с.
8. Анализатор выхлопных газов двигателя MGT 5. – МАНА Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. 2005. – 33 с.

Приложение

ПАСПОРТ № 9d

Наименование продукта: Топливо дизельное марки ДТ-Л-К4
(топливо дизельное Евро, летнее, сорт А, экологический класс К4 по ГОСТ 32511-2013).

ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту».

Данная продукция была изготовлена на предприятии с интегрированной системой менеджмента, сертифицированной на соответствие требованиям ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, СТ РК ISO 50001.

Дата изготовления продукта 25.05.2022 Годен в течение 3 года со дня изготовления

Номер резервуара 304/3 Замер резервуара 932

Изготовитель: ТОО «ПКОП», Республика Казахстан, 160011, г. Шымкент, Енбекшиный район, квартал № 264, здание 1. ТОО «ПКОП» тел: +8 (7252) 241 100, факс: +8 (7252) 101 111

наименование показателей	норма К4 ТР ТС 013/2011	норма ГОСТ 32511-2013	Фактические результаты испытаний
1 Плотность при 15 °С, кг/м³		820,0-845,0	<u>840</u>
2 Цетановое число, не менее	51	51,0	<u>54</u>
3 Цетановое индекс, не менее		46,0	<u>53,5</u>
4 Фракционный состав:			
при температуре 250 °С перегоняется, %, не более	-	65	<u>27</u>
при температуре 350 °С перегоняется, %, не менее		85	<u>94</u>
95% перегоняется при температуре, °С, не выше	360	360	<u>354</u>
5 Кинематическая вязкость при 40 °С, мм²/с		2,000-4,500	<u>3,10</u>
6 Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	не определяется	5	<u>+2</u>
7 Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже	≤ 55	55	<u>67</u>
8 Массовая доля серы, мг/кг, не более	50	50	<u>49,0</u>
9 Коррозия медной пластинки (3ч при 50°С), единицы по шкале	-	Класс 1	<u>класс 1</u>
10 Зольность, %, не более	-	0,01	<u>0,003</u>
11 Коксуемость 10 %-ного остатка разгонки, %, не более		0,3	<u>0,11</u>
12 Общее загрязнение, мг/кг, не более		24	<u>менее 9,1</u>
13 Массовая доля воды, мг/кг, не более		200	<u>102</u>
14 Окислительная стабильность: общее количество осадка, г/м³, не более		25	<u>7</u>
15 Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, %, не более	11	8	<u>6,6</u>
16 Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа (wsd 1,4) при 60°С, мкм, не более	460	460	<u>353</u>

Используется противозносная присадка Kerokort LA 150C
Не содержит метиловых эфиров жирных кислот

/ Начальник испытательной лаборатории:

Контрольный мастер:

Дата выдачи паспорта:

Продукция соответствует требованиям безопасности согласно декларации

№ KZ. 5110317.24.01.00022 от 18.03.2021 г

Горобинская Ж.В.

Мирошников С.В.

25.05.2022



СИСТЕМА АККРЕДИТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОРГАН ПО АККРЕДИТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОССТАНДАРТ

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ CERTIFICATE OF ACCREDITATION

Регистрационный номер: BY/112 02.1.0.1609 от 08.06.2009 г.

подтверждает, что

**научно-исследовательская лаборатория
испытания двигателей внутреннего сгорания и топлива
Учреждения образования «Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»
ул. Мичурина, 5, 213407,
г. Горки, Могилевская область**

соответствует критериям
Системы аккредитации Республики Беларусь и
аккредитована на соответствие требованиям
СТБ ИСО/МЭК 17025

Область аккредитации определена приложением к настоящему
аттестату аккредитации

Срок действия

аттестата аккредитации: с 08 июня 2009 г. по 08 июня 2014 г.

г. Минск, 08 июня 2009 г.

Заместитель руководителя
Национального органа по аккредитации –
Заместитель Председателя Госстандарта



С.А.Ивлев

Юр. адрес : MagicFuel Sp.z O.O. Warszawa PL
REGION: 521812460 NIP: 9512539563
ul. Adama Branickiego, nr 21, lok.U3
<https://www.magicfuels.com>
magicfuelet@gmail.com