

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
РЕФЕРАТ.....	3
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР.....	7
2 ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.....	8
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	17
3.1 Оценка вредных сбросов в воду.....	17
3.2 Оценка времени нагрева воды.....	23
3.3 Оценка вредных выбросов в атмосферу.....	27
3.4 Оценка уровня шума.....	33
3.5 Оценка максимальной и минимальной частоты вращения.....	36
3.6 Оценка мощности и упора.....	37
3.7 Оценка температуры выхлопных газов.....	39
3.8 Оценка погрешностей измерений.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВОДЫ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРИМЕРЫ ЧЕК-ЛИСТОВ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «ИНФРАКАР-А-02».....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ В. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТО- РА «ИНФРАКАР-А-02».....	56

РЕФЕРАТ

Отчет 56 с., 15 рис., 12 таб., 12 источн., 3 прил.

СМАЗОЧНОЕ МАСЛО, ПОДВЕСНЫЕ ЛОДОЧНЫЕ МОТОРЫ, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ, ВРЕДНЫЕ СБРОСЫ, ШУМ

Объектом исследования является двухтактный подвесной лодочный мотор «SEA-PRO T2.5»

Цель - дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты); выбросов в атмосферу (показатели: CO, CH) и других технических параметров подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» (мощности, частоты вращения, упора, уровня шума) при использовании различных марок смазочных масел.

В процессе работы проведены сравнительные испытания подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» с применением моторного масла и трансмиссионного масла (в редукторе привода гребного винта) производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER»), а также, моторного и трансмиссионного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующего техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для двухтактных подвесных лодочных моторов.

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи и цель достигнута.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

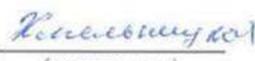
Руководитель НИР:
д.т.н., профессор


(подпись дата)
20.07.2021

Покусаев М.Н.
(введение, разделы: 2,3
заключение)

Исполнители НИР:

к.т.н, старший
преподаватель


(подпись дата)
20.07.2021

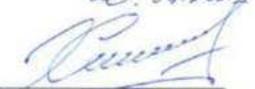
Хмельницкая А.А.
(введение, разделы: 1,
2, 3, заключение)

к.т.н, доцент


(подпись дата)
20.07.2021

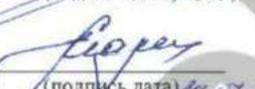
Горбачев М.М.
(введение, разделы: 1,
2, 3, заключение)

ассистент


(подпись дата) 20.07.2021

Хмельницкий К.Е.
(разделы: 2, 3)

магистрант


(подпись дата) 20.07.2021

Кадин А.А.
(раздел: 3)

ВВЕДЕНИЕ

Снижение вредного воздействия на экологию со стороны транспортных двигателей внутреннего сгорания, в том числе применяемых и на водном транспорте, является важной задачей, которая признается во всем мире. Вредное воздействие подвесных лодочных моторов, применяемых на маломерных судах, на экологию осуществляется вредными выбросами в атмосферу, сбросами вредных веществ в гидросферу при организации подводного выхлопа отработавших газов, шумовым и вибрационным воздействием на окружающую среду. Важным фактором снижения вредного воздействия на окружающую среду и повышения технико-экономических показателей подвесных лодочных моторов является применение качественных смазочных масел, что приводит к необходимости поиска их новых марок и видов. Подтверждение качества новых смазочных масел, а также, сравнение их эффективности между собой, чаще всего осуществляется путем проведения практических экспериментов на реальных подвесных лодочных моторах, что осуществляется в данной НИР.

Цель: дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты); выбросов в атмосферу (показатели: CO, CH) и других технических параметров подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» (мощности, частоты вращения, упора, уровня шума) при использовании различных марок смазочных масел.

Задачи:

- осуществить сравнительные испытания подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» при использовании топливо-масляной смеси с применением моторного масла и трансмиссионного масла (в редукторе привода гребного винта) производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER»), а также, моторного и трансмиссионного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующего техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для двухтактных подвесных лодочных моторов;

- оценить погрешности измерений;
- провести обработку результатов испытаний, сделать выводы;
- оформить технический отчет о проделанной НИР.

СУПРДРЕД

1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР

При проведении НИР были учтены требования следующих действующих нормативных, технических и методических документов:

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012 «О безопасности маломерных судов»;
2. ГОСТ 28556-2016. Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности;
3. ГОСТ ISO 8178-1-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах;
4. ГОСТ ISO 8178-4-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах;
5. Инструкция по эксплуатации подвесных лодочных моторов «SEA-PRO».
6. Моторы лодочные. Программа и методика измерения объемных долей оксида углерода (CO) и суммы углеводородов (СН) в отработавших газах моторов лодочных при проведении технического освидетельствования. 770020000 ПМ 28, ГИМС.
7. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
8. ГОСТ Р 52517-2005. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний.

2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для обеспечения работы по НИР использовалось следующее лабораторное оборудование и контрольно-измерительные работы.

Подвесной лодочный мотор «SEA-PRO T2.5»:

В качестве объекта исследований использовался подвесной лодочный мотор «SEA-PRO T2.5». Моторы данной фирмы постепенно занимают достаточно большую долю на российском рынке из-за своей низкой стоимости и простой конструкции. Общий вид подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид подвесного мотора «SEA-PRO T2.5»

Технические характеристики подвесного мотора «SEA-PRO T2.5»:

- Основное назначение: двигатели для надувных лодок и небольших моторных судов;
- Тактность: двухтактный;
- Мощность (л.с., кВт): 2,5 л.с. (1,83 кВт);
- Количество цилиндров: 1 шт.;
- Объем двигателя: 50 см³;

- Диаметр цилиндра / ход поршня: 42/36 мм;
- Максимальная частота вращения коленчатого вала: 5000 об/мин;
- Система питания: карбюраторная;
- Габариты: 677 x 214 x 916 мм;
- Вес: 9 кг;
- Длина дейдвуда: 381 мм.
- Используемое топливо: бензин АИ-92 по ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия»;
- Рекомендуемое соотношение бензина и топлива в смеси: 1:50;
- Вид выхлопа: подводный;
- Способ охлаждения: водяной.

Используемые марки масла

«паспортное»:

- моторное масло: TC-W3
- трансмиссионное масло: SAE 90GL-4

«CUPPER»:

- моторное масло:
- трансмиссионное масло:

Масло для испытаний в необходимом объеме было представлено ООО «КУППЕР».

Малый опытовый бассейн, [8, 9]:

Для проведения НИР использовался запатентованный малый опытовый бассейн. Согласно рисунка 2: 1 – смотровое окно; 2 – бак; 3 – газоотвод; 4 – вентиляция; 5 – подвесной лодочный мотор; 6 – подвод воздуха; 7 – тензодатчик для измерения упора винта. Согласно принципиальной схеме (рисунок 3), малый опытовый бассейн имеет бак 1; подвесной лодочный мотор 2; подвижный транец 3. На малом опытовом бассейне установлен датчик для измерения упора винта 4 и уровнемер 5, в нижней части установлен теплообменник 6. Отдельно установлен

весовой датчик 7 для измерения количества топлива, на котором устанавливается топливный бак 8, подающий топливо через патрубок 9 к подвесному лодочному мотору. Отдельно установлен газоанализатор 10, который через зонд соединен с сифонным газоотводом 11. В щите установлены контроллер упора винта 12, весовой контроллер 13, контроллер тахометра 14, соединенные посредством кабелей 15 с датчиком упора винта 4, весовым датчиком 7, датчиком тахометра 16 подсоединенного к проводу свечи подвесного лодочного мотора. Контроллеры 12 – 14 соединены с персональным компьютером 17 кабелями 18. Ноутбук 17, обрабатывает данные посредством программы «ТестМотор». Для удаления воды из малого опытового бассейна предусмотрен сток 19, а для отбора проб воды – водоотводящий сток 20. Внутри малого опытового бассейна имеется термометр 21, сверху бак закрывает крышка 22 со встроенными светильниками 23. С помощью водопроводной трубы 24 происходит наполнение малого опытового бассейна водой. Корпус устройства снабжен смотровым окном 25. Сверху установлено вытяжное вентиляционное приспособление 26, что обеспечивает удаление выхлопных газов из верхней части газоотводного кожуха. Устройство снабжено трубопроводом 27 приточной вентиляции с осевым вентилятором 28. Для измерения шума у малого опытового бассейна есть поворотная штанга 29, шумомер 30, транспортер 31.



Рисунок 2 – Общий вид малого опытового бассейна

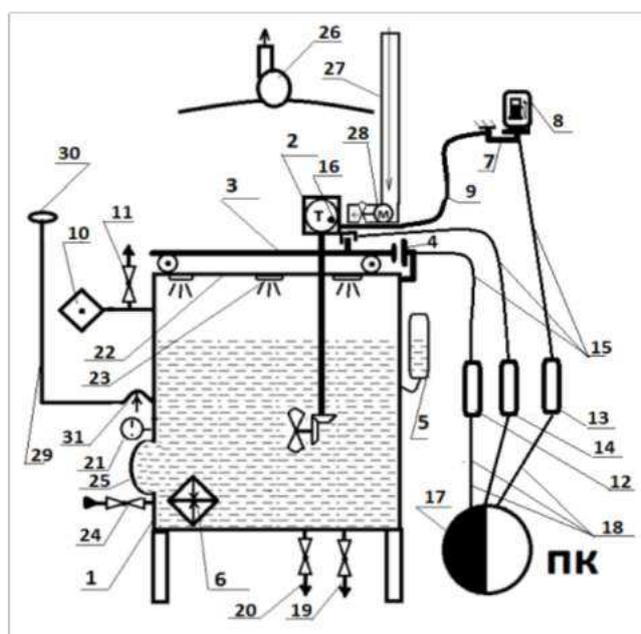


Рисунок 3 – Принципиальная схема малого опытового бассейна

Общий вид интерфейса программы для ЭВМ «ТестМотор» представлен на рисунке 4. «ТестМотор» имеет авторское свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, [10].



Рисунок 4 – Общий вид программного интерфейса «ТестМотор»

Интерфейс позволяет производить запись файлов с результатами измерений для их последующей обработки.

Газоанализатор «Инфракар-А-02»:

Для проведения анализа вредных выбросов в атмосферу используется поверенное сертифицированное средство измерения, переносной газоанализатор «Инфракар-А-02» (рисунок 5), который применяется в том числе, специалистами Государственной инспекции по маломерным судам (ГИМС) МЧС России по субъектам Российской Федерации для определения вредных выбросов в отработавших газах бензиновых подвесных лодочных моторов маломерных судов, [11].



Рисунок 5 - Общий вид газоанализатора «Инфракар-А-02»

Характеристики газоанализатора «Инфракар-А-02» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики газоанализатора «Инфракар-А-02»

№	Наименование параметра	Значение
1	Диапазон измерений объёмной доли CO	0...5 %, 0...10 %
2	Диапазон измерений объёмной доли CH	0...5000 ppm, 0...10000 ppm
3	Пределы допускаемой приведённой погрешности измерений CO и CH	±5 %
4	Канал для измерения частоты вращения коленчатого вала	да
5	Диапазоны измерения частоты вращения, об/мин	0...10000
6	Пределы допускаемой погрешности, приведённой к верхнему пределу	±2,5 %
7	Работа с ЛТК и мотор-тестерами	Да
8	Встроенный принтер с часами реального времени	Да
9	Предел допускаемого времени установления показаний, не более	20 с
10	Время прогрева при 20 °С – не более	15 мин.
11	Питание газоанализатора	12 / 220 В
12	Средняя наработка на отказ	10000 ч.
13	Потребляемая мощность не более	30 Вт
15	Масса (НЕТТО)	7 кг
16	Габариты (Ш x Г x В), мм	300 x 320 x 160
17	Предел допускаемого времени установления показаний, не более	20 с

Шумомер «Экофизика - 110»:

Измерение шума подвесного лодочного мотора производилось при помощи поверенного сертифицированного средства измерения, шумомера «Экофизика - 110» (рисунок 6), он включает в себя анализатор спектра шума.



Рисунок 6 – Общий вид шумомера «Экофизика - 110»

Технические характеристики шумомера «Экофизика - 110»:

- Класс 1 по МЭК 61260;
- Наименование встроенного программного обеспечения: EPH-V;
- Набор фильтров: октавные, 1/3-октавные фильтры;
- Номинальные среднегеометрические частоты октавных фильтров: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- Погрешность измерения: 0,4 дБ;
- Минимальный уровень измеряемого шума: 22 дБА;
- Максимальный уровень измеряемого шума: 139 дБА.

Для обеспечения экспериментов по шуму использовалось дополнительное оборудование: микрофонный предусилитель P200; акустический калибратор АК-1000; микрофонный капсюль ВМК-205 и лицензионное программное обеспечение «Signal+3G Light».

Пирометр «Testo» 830-T1:

Для контроля температуры внешних поверхностей малого опытового бассейна и поверхностей штатного защитного капота подвесного лодочного мотора использовался поверенный сертифицированный пирометр «Testo» 830-T1 (рисунок 7) со следующими техническими характеристиками:

- Инфракрасный термометр с 1-точечным лазерным целеуказателем, настройкой предельных значений температуры и функцией подачи сигнала тревоги;

- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);

- Номер в ГРСИ РФ: 48507-11;

- Разрешение оптики: 10:1;

- Диапазон измерений температуры: -30 ... +400 °C;

- Погрешность:

$\pm 1,5$ °C или $\pm 1,5$ % от изм. знач. (+0,1 ... +400 °C);

± 2 °C или ± 2 % от изм. знач. (-30 ... 0 °C) (учитывается большее значение).



Рисунок 7 – Общий вид пирометра «Testo» 830-T1

Оборудование для определения вредных сбросов в воду:

Для анализа сбросов пробы воды были переданы в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования ФГБУ «Северо-каспийская дирекция по техническому обеспечению надзора на море» (номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.517668) (Приложение А. Протоколы анализов воды)

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке № P/093967 действительно до 07.07.2021 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № P/129588, действительно до 09.11.2021г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Концентратомер КН-3, который предназначен для измерения массовых концентраций нефтепродуктов, жиров, неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ) в природных объектах, включая пробы питьевых, природных, сточных и очищенных сточных вод.

Технические характеристики КН-3 в области измерений нефтепродуктов в воде:

- определяемые значения массовых концентраций веществ в природных объектах нефтепродуктов в водах: 0,02 - 1 000 мг/дм³;
- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности прибора, при соблюдении нормальных условий для нефтепродуктов: $\pm(0,5 + 0,05 \cdot C_x)$, мг/дм³, где C_x - измеряемое значение массовой концентрации вещества в экстрагенте;
- объём измерительной кюветы: 2,8 мл.

Спектрофотометр ПЭ-5400ВИ, который используется для экологического контроля в том числе воды.

Технические характеристики спектрофотомера ПЭ-5400ВИ:

- Спектральный диапазон: 315 - 1000 нм;
- Спектральная ширина щели: 4 нм;
- Погрешность установки длины волны: не более ± 1 нм;
- Воспроизводимость установки длины волны: $\pm 0,5$ нм;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении спектральных коэффициентов направленного пропускания: $\pm 0,5$ %Т;
- Диапазон измерений:
 - а) оптическая плотность: от 3,000 до 0,000;
 - б) коэффициент направленного пропускания: от 0,0 до 100,0%.

Тахометр «SEA-PRO» TSP-02:

Для измерения частоты вращения коленчатого вала подвесного лодочного мотора использовался тахометр «SEA-PRO» TSP-02, данный тахометр был откалиброван по поверенному, сертифицированному средству измерения, «Инфракар-А-02» (рисунок 8).



Рисунок 8 - Общий вид тахометра TSP-02

Технические характеристики тахометра TSP-02:

- тип подвесных моторов, для которых используется тахометр TSP-02: двухтактные и 4-х тактные;
- измеряемые параметры: частота вращения коленчатого вала, общее время наработки, остаток времени до очередного технического обслуживания подвесного лодочного мотора;
- степень защиты: IP-65;
- диапазон измерения частоты вращения: 0 – 20000 об/мин;
- точность измерения частоты вращения: ± 10 об/мин;
- диапазон измерения времени наработки: 0 – 200 ч.

Электронный контактный термометр типа AX:

Для измерения температуры выхлопных газов подвесного лодочного мотора использовался контактный термометр электронный контактный типа AX.

Технические характеристики термометра:

- диапазон измерения температуры: от -50 до +300 °C;
- тип измерителя: выносной щуп;
- материал щупа: нержавеющая сталь;
- погрешность: $\pm 0,1$ °C.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Испытания проводились в период с 28 мая 2021г. по 2 июня 2021г. при следующих условиях окружающей среды согласно сводкам Астраханского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»:

- Температура окружающей среды: + 28...+30 °С;
- Атмосферное давление: 755 мм.рт.ст.;
- Влажность: 31%.

3.1 Оценка вредных сбросов в воду

Для анализа количества вредных сбросов от подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» в воду оценивались следующие параметры:

- пленочный нефтепродукт;
- растворенный нефтепродукт;
- общее количество нефтепродуктов в воде;
- фосфат ион;
- фосфат общий.

Испытания с «паспортным» маслом и маслом «CUPPER» производились при работе подвесного лодочного мотора на следующих режимах: 3 минуты прогрева мотора на малом ходу; 10 минут работы на малом ходу; 10 минут работы на среднем ходу и 10 минут работы на полном ходу. Время продолжительности режимов работы подвесного лодочного мотора соответствует требованиям ГОСТ ISO 8178-4-2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах», [4].

Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа вредных сбросов в воду

Дата эксперимента: 28.05.2021 г.						
Контрольные испытания с «паспортным» маслом, смесь 1:50						
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГТУ	Вид анализа	Ед. изм., (мг/дм ³ , для пленки г/м ²)	Масса, г.		Доля, %
1	1	Пленочный нефтепродукт	7,0502	Пленочный нефтепродукт	4,512	55,81
	2	Растворенный нефтепродукт	11,168	Растворенный нефтепродукт	3,572	44,19
	4	Фосфат ион	0,13	Общая масса нефтепродуктов	8,084	100
	5	Фосфат общий	8	Масса расходуемого топлива: 0,454 кг; доля массы нефтепродуктов попавших в воду от массы расходуемого топлива: 1,78%		
Контрольные испытания с маслом «CUPPER», смесь 1:50						
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГТУ	Вид анализа	Ед. изм., (мг/дм ³ , для пленки г/м ²)	Масса, г.		Доля, %
2	8	Пленочный нефтепродукт	2,2719	Пленочный нефтепродукт	1,454	17,99
	9	Растворенный нефтепродукт	20,722	Растворенный нефтепродукт	6,6291	82,01
	7	Фосфат ион	0,2	Общая масса нефтепродуктов	8,0831	
	6	Фосфат общий	5	Масса расходуемого топлива: 0,443 кг; доля массы нефтепродуктов попавших в воду от массы расходуемого топлива: 1,83%		
Дата эксперимента: 01.06.2021 г.						
Контрольные испытания с маслом «CUPPER» после наработки 10 часов, смесь 1:50						
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГТУ	Вид анализа	Величина, (мг/дм ³ , для пленки г/м ²)	Масса, г.		Доля, %
3	10	Пленочный нефтепродукт	0,2899	Пленочный нефтепродукт	0,1855	3,09
	11	Растворенный нефтепродукт	18,202	Растворенный нефтепродукт	5,8227	96,91
	13	Фосфат ион	0,19	Общая масса нефтепродуктов	6,0082	
	12	Фосфат общий	7	Масса расходуемого топлива: 0,473 кг; доля массы нефтепродуктов попавших в воду от массы расходуемого топлива: 1,27%		

Продолжение таблицы 2.

Дата эксперимента: 02.06.2021 г.						
Контрольные испытания с маслом «CUPPER» после наработки 20 часов, смесь 1:50						
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГТУ	Вид анализа	Ед. изм., (мг/дм ³ , для пленки г/м ²)	Масса, г.		Доля, %
4	16	Пленочный нефтепродукт	0,4388	Пленочный нефтепродукт	0,2808	3,20
	17	Растворенный нефтепродукт	26,512	Растворенный нефтепродукт	8,4819	96,80
	15	Фосфат ион	0,26	Общая масса нефтепродуктов	8,7627	
	14	Фосфат общий	15	Масса расходуемого топлива: 0,473 кг; доля массы нефтепродуктов попавших в воду от массы расходуемого топлива: 1,85%		
Контрольные испытания с маслом CUPPER после наработки 20 часов, смесь 1:100						
5	18	Пленочный нефтепродукт	0,2909	Масса, г.		Доля, %
	19	Растворенный нефтепродукт	19,012	Пленочный нефтепродукт	0,1862	2,97
	21	Фосфат ион	0,18	Растворенный нефтепродукт	6,0819	97,03
	20	Фосфат общий	13	Общая масса нефтепродуктов	6,2681	
				Масса расходуемого топлива: 0,454 кг; доля массы нефтепродуктов попавших в воду от массы расходуемого топлива: 1,38%		

Результаты измерений позволяют говорить о следующих фактах:

Выводы по общему объему сбросов нефтепродуктов в воду:

1. Общий объем нефтепродуктов, которые сбрасываются в воду при сжигании топливо-масляной смеси за время испытаний, составляет от 6 до 8,7 г.
2. При использовании масла «CUPPER» после наработки 10 часов наблюдалась разница содержания общих нефтепродуктов в воде (6 г.), по сравнению с «паспортном» маслом (8 г.);
3. Относительная доля общего объема сброшенных нефтепродуктов в воду при работе на масле «CUPPER» после наработки в 10 часов ниже, чем при использовании «паспортного» масла.

Выводы по сбросам нефтепродуктов в воду:

1. Использование масла «CUPPER» без наработки подвесного лодочного мотора дает снижение образования пленки на поверхности воды (это подтвердилось также визуально, отсутствием пены и масляного слоя на поверхности малого опытового бассейна после испытаний). Количество пленочных нефтепродуктов снижается с 4,51 г. до 1,45 г., то есть, в 3,1 раза. При этом, общее количество нефтепродуктов в воде одинаково и при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» и составило 8,08 г. Таким образом, снижается доля пленочных нефтепродуктов при использовании масла «CUPPER» она составляет 18,0%, а при использовании «паспортного» масла – 55,8%.

2. После наработки 10 часов с использованием масла «CUPPER» существенно снизилось количество пленочных нефтепродуктов в воде с 1,45 г. до 0,18 г., то есть в 7,8 раза. При этом, снизилось и количество общего количества нефтепродуктов в воде с 8,08 г. до 6,01 г., то есть в 1,34 раза. При этом, доля пленочных нефтепродуктов снизилась с 18,0% до 3,1%.

3. При наработке 20 часов с использованием масла «CUPPER» произошло увеличение пленочных нефтепродуктов (относительно 10-ти часовой наработки) с 0,19 г. до 0,28 г., то есть, в 1,51 раза, однако эта величина также существенно ниже, чем при первоначальной работе подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER» и на «паспортном масле». Доля пленочных нефтепродуктов изменилась несущественно и составила 3,2%, что говорит о сохранении механизма процесса образования и распределения нефтепродуктов легкой и тяжелой фракции в воде при использовании масла «CUPPER». При этом, отмечено увеличение общей массы нефтепродуктов в воде относительно 10-ти часовой наработки (в 1,46 раза) и незначительное увеличение относительно начальной работы с применением масла «CUPPER» (в 1,08 раза).

4. При наработке 20 часов на масле «CUPPER» и снижения концентрации смеси топлива и масла с 1:50 до 1:100 наблюдается снижение и пленочных нефтепродуктов и общего количества нефтепродуктов в воде относительно 20-ти часовой наработки и относительно начального момента применения масла «CUPPER».

При этом, доля пленочных нефтепродуктов изменилась незначительно и составила 2,97%.

5. Исследования однозначно позволяют говорить, что даже при сохранении общего объема выбросов нефтепродуктов в воду при использовании масла «CUPPER» по сравнению с использованием «паспортного» масла, происходит снижение образования пленки нефтепродуктов на поверхности воды.

Выводы по количеству фосфатов в воде:

1. При использовании масла «CUPPER» количество общего фосфата в воде снизилось по сравнению с применением «паспортного» масла с 8 до 5 мг/дм³, то есть в 1,6 раза.

2. После наработки подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER» в объеме 10 часов, количество общего фосфата в воде возрастает с 5 до 7 мг/дм³, то есть в 1,4 раза, но количество общего фосфата меньше, чем при работе на «паспортном» масле.

3. После наработки подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER» в объеме 20 часов, количество общего фосфата в воде возрастает до 15 мг/дм³.

4. При наработке 20 часов на масле «CUPPER» и снижения концентрации смеси топлива и масла с 1:50 до 1:100 наблюдается снижение количества общего фосфата относительно 20-ти часовой наработки со смесью 1:50 с 15 до 13 мг/дм³.

5. Количество фосфат ионов при использовании масла «CUPPER» растет по сравнению с применением «паспортного» масла с 0,13 до 0,2 мг/дм³, то есть, в 1,54 раза. Далее после наработки 10 часов и 20 часов на масле «CUPPER» этот параметр растет до 0,19 и 0,26 мг/дм³ соответственно. При наработке 20 часов на масле «CUPPER» и снижения концентрации смеси топлива и масла с 1:50 до 1:100 наблюдается снижение фосфат ионов относительно 20-ти часовой наработке со смесью 1:50 с 0,26 до 0,18 мг/дм³, то есть, в 1,44 раза.

Для удобства восприятия информации, на рисунках 9 – 12 представлены столбчатые диаграммы с результатами испытаний.



Рисунок 9 – Результаты по пленочному нефтепродукту

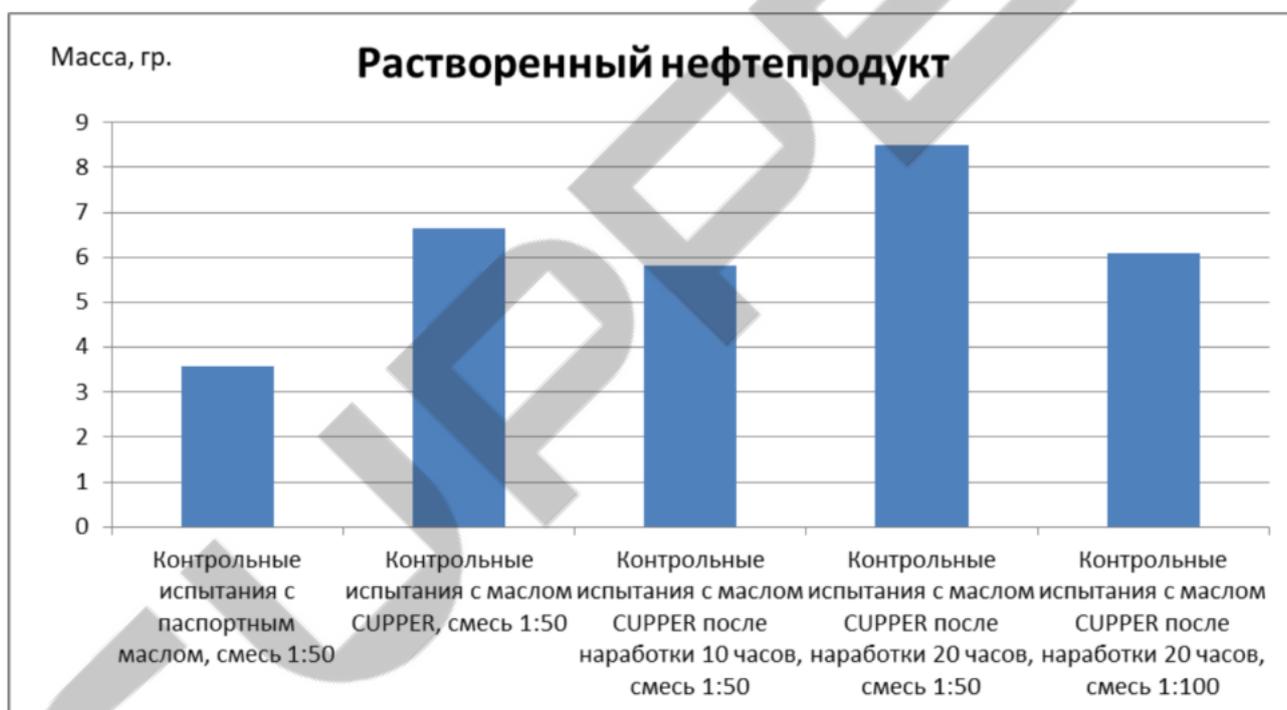


Рисунок 10 – Результаты по растворенному нефтепродукту

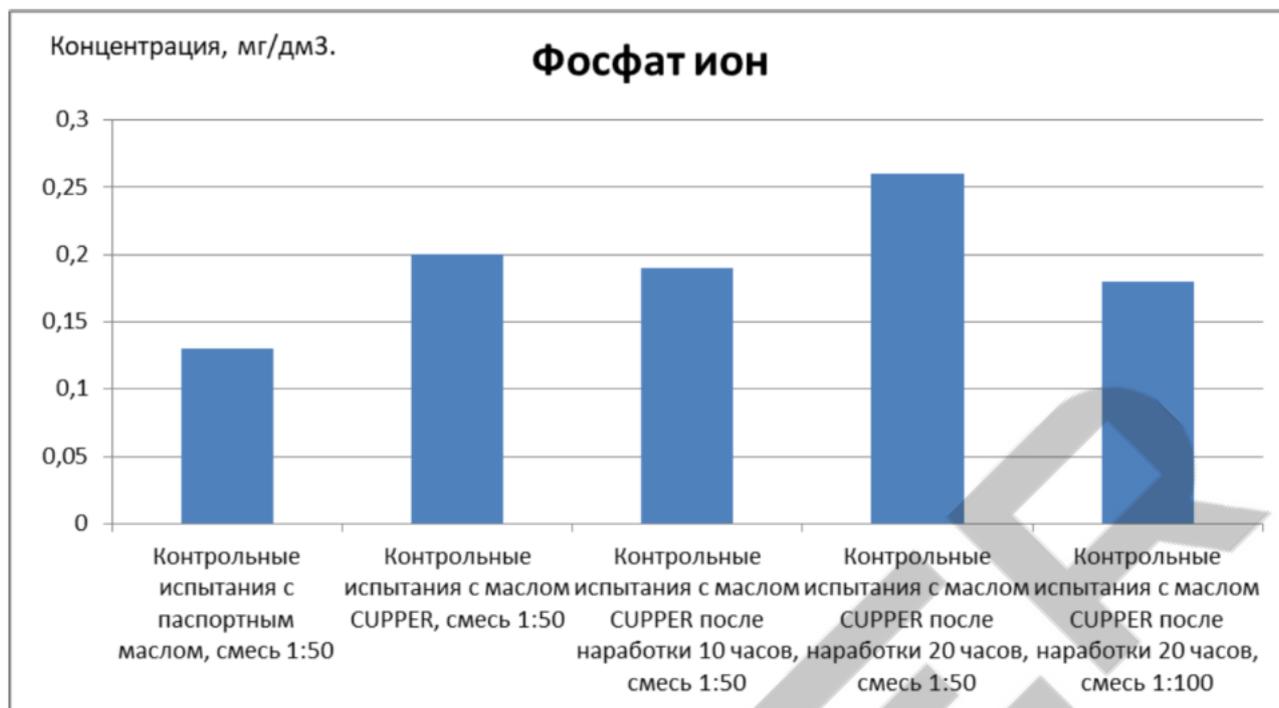


Рисунок 11 – Результаты по фосфат-ионам

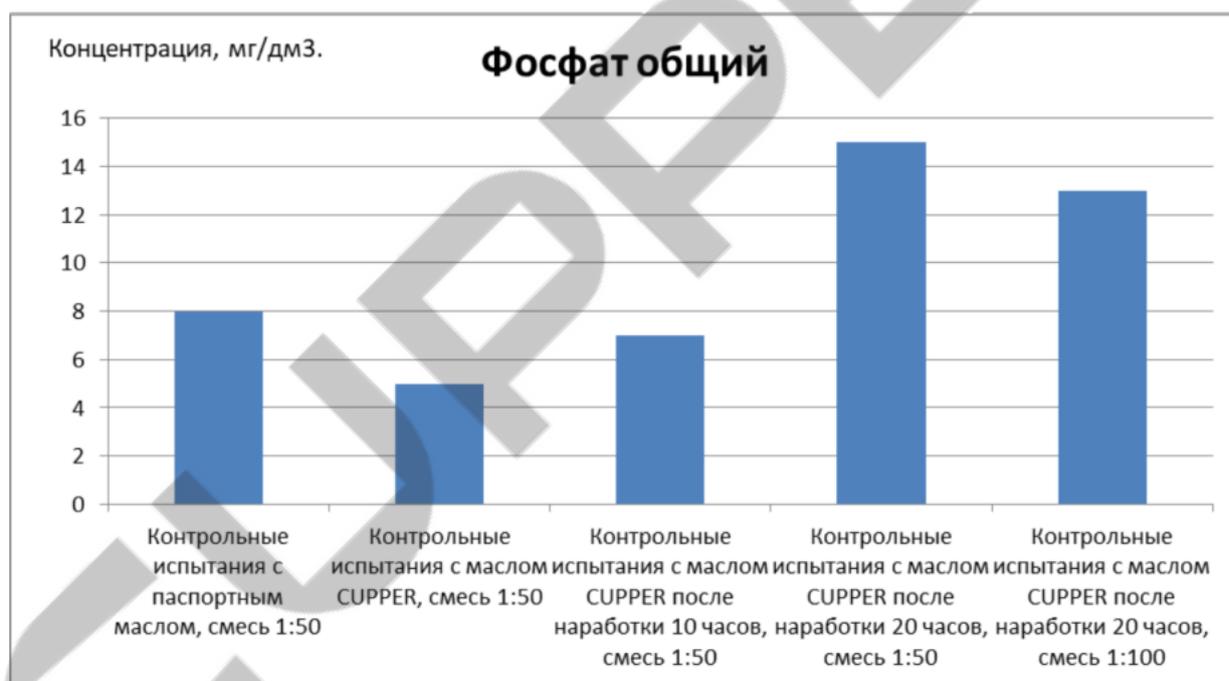


Рисунок 12 - Результаты по общему фосфату

3.2 Оценка времени нагрева воды

Согласно технического задания на НИР был проведен эксперимент по оценке времени нагрева воды в малом опытовом бассейне на 10 °С при работе подвешенного лодочного мотора на «паспортном» масле и на масле «CUPPER» с разной

степенью наработки. Подвесной лодочный мотор работал при данных испытаниях на режиме полного хода.

В результате были получены следующие результаты:

- время нагрева при работе на «паспортном» масле: 39 минут;
- время нагрева при работе на масле «CUPPER» без наработки: 47,4 минут;
- время нагрева при работе на масле «CUPPER» после наработки в 10 часов:

67 минут;

- время нагрева при работе на масле «CUPPER» после наработки в 20 часов: 57,3 минуты.

По требованию ООО «КУППЕР» был проведен более подробный анализ количества теплоты, выделенного в воду при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER», для чего была использована методика теплового баланса.

Доля теплоты (%), которая выделена в воду, q_v определялась по формуле:

$$q_v = 100 * Q_v / Q_T, \quad (1)$$

где Q_v – теплота, выделенная в воду при работе подвесного лодочного мотора, кДж;

Q_T – теплота от сгорания топлива, кДж.

Теплота, выделенная в воду, Q_v (кДж/кг), определяется по формуле:

$$Q_v = C_v * M_v * \Delta t_v, \quad (2)$$

Где $C_v = 4,19$ кДж/(кг*град) – теплоемкость воды;

M_v = масса воды, кг;

$\Delta t_v = 10$ °C – перепад для нагрева воды в малом опытовом бассейне;

Масса воды в малом опытовом бассейне определяется по формуле:

$$M_v = V * \rho_v, \quad (3)$$

Где V – объем воды в малом опытовом бассейне, м³;

$\rho_v = 1000$ кг/м³ – плотность воды.

Теплота от сгорания топлива, Q_T (кДж/кг) определяется по формуле:

$$Q_T = G_T * Q_{раб}, \quad (4)$$

G_T – масса расходуемого топлива, кг;

$Q_{раб} = 43500$ кДж/кг – низшая теплота сгорания смеси бензина и масла.

Масса расходуемого топлива, G_T (кг) определяется по формуле:

$$G_T = V_T * \rho_T, \quad (5)$$

Где V_T – объем израсходованного топлива, m^3 ;

$\rho_T = 750 \text{ кг}/m^3$ – плотность смеси бензина и масла.

В результате испытаний подвесного лодочного мотора на режиме полного хода были получены результаты, приведенные в таблицах 3 - 6.

Таблица 3 – Результаты работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортом» масле

Время, мин.	Температура воды в малом опытном бассейне, °C
0	18,9
5	19,9
10	20,9
12	22,2
26	25
35	27,7
39	28,9
Параметр	Значение
Масса расходуемой топливно-масляной смеси, кг	0,73875
Количество воды в малом опытном бассейне, кг	153,6
Теплота для нагрева воды, кДж	6435,84
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	32135,625
Доля теплоты, выделенной в воду, %	20

Таблица 4 – Результаты работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» без наработки

Время, мин.	Температура воды в малом опытном бассейне, °C
0	18,9
10	22,6
20	24,3
30	25,9
35	26,8
40	27,6
45	28,4
47,4	28,9
Параметр	Значение
Масса расходуемой топливно-масляной смеси, кг	0,7455

Продолжение таблицы 4.

Количество воды в малом опытном бассейне, кг	153,6
Теплота для нагрева воды, кДж	6435,84
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	32429,25
Доля теплоты, выделенной в воду, %	19,8

Таблица 5 – Результаты работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» после 10-ти часовой наработки

Время, мин.	Температура воды в малом опытном бассейне, °С
0	19,5
10	21,9
20	23,6
30	25,1
40	26,3
50	27,9
60	29,1
67	29,5
Параметр	Значение
Масса расходуемой топливно-масляной смеси, кг	0,975
Количество воды в малом опытном бассейне, кг	150,4
Теплота для нагрева воды, кДж	6301,76
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	41412,5
Доля теплоты, выделенной в воду, %	14,9

Таблица 6 – Результаты работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» на масле «CUPPER» после 20-ти часовой наработки

Время, мин.	Температура воды в малом опытном бассейне, °С
0	19,4
10	22,5
20	24,4
30	25,8
40	27,3
50	28,5
57,3	29,4
Параметр	Значение
Масса расходуемой топливно-масляной смеси, кг	0,90375
Количество воды в малом опытном бассейне, кг	160
Теплота для нагрева воды, кДж	6704
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	39313,125
Доля теплоты, выделенной в воду, %	17,1

Выводы по проведенному эксперименту:

1. При использовании масла «CUPPER» тепловое загрязнение (доля теплоты, выделенной в воду) по сравнению с «паспортным» маслом снижается с 20% до 14,9% при наработке на масле «CUPPER» в течение 10 часов;
2. При использовании масла «CUPPER» тепловое загрязнение (доля теплоты, выделенной в воду) по сравнению с «паспортным» маслом снижается с 20% до 17% при наработке на масле «CUPPER» в течение 20 часов;
3. Время, необходимое для нагрева воды на 10 °С при использовании «паспортного» масла составило 39 мин, а при работе на масле «CUPPER» это время увеличилось соответственно до 67 мин при наработке 10 часов на масле «CUPPER».
4. Увеличение времени для нагрева воды может быть связано с уменьшением потерь на трение трущихся пар подвесного лодочного мотора.

3.3 Оценка вредных выбросов в атмосферу

Работа подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки:

Сравнение работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки приводится в таблице 7.

Таблица 7 – Вредные выбросы в атмосферу при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки

Малый ход			
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Изменение параметра для масла «CUPPER»,%
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин			
CO, %	4,01	3,7	-7,73
CH, ppm	8642	9536	10,34
n, об/мин	1070	1180	10,28
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин			
CO, %	4,15	3,75	-9,64
CH, ppm	9148	9778	6,89
n, об/мин	1140	1015	-10,96

Продолжение таблицы 7.

Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин			
CO, %	4,19	3,93	-6,21
CH, ppm	9492	9800	3,24
n, об/мин	1020	1190	16,67
Средний ход			
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Изменение параметра для масла «CUPPER»,%
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин			
CO, %	5,77	5,36	-7,11
CH, ppm	8016	8428	5,14
n, об/мин	3135	2975	-5,10
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин			
CO, %	5,86	5,37	-8,36
CH, ppm	8002	8504	6,27
n, об/мин	3185	2865	-10,05
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин			
CO, %	5,88	5,39	-8,33
CH, ppm	8036	8590	6,89
n, об/мин	3220	2935	-8,85
Полный ход			
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Изменение параметра для масла «CUPPER»,%
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин			
CO, %	6,19	5,56	-10,18
CH, ppm	7738	8228	6,33
n, об/мин	3700	3625	-2,03
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин			
CO, %	6,15	5,58	-9,27
CH, ppm	7778	8224	5,73
n, об/мин	3690	3610	-2,17
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин			
CO, %	6,16	5,52	-10,39
CH, ppm	7832	8316	6,18
n, об/мин	3810	3570	-6,30

Работа подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» после наработки 10 часов:

Сравнение работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки и после наработки в 10 часов приводится в таблице 8.

Таблица 8 – Вредные выбросы в атмосферу при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки и после наработки в 10 часов

Малый ход				
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Масло «CUPPER», наработка 10 часов	Изменения параметра для масла «CUPPER» (после наработки 10 часов) и «паспортного» масла, %
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин				
CO, %	4,01	3,7	4,16	3,74
CH, ppm	8642	9536	8506	-1,57
n, об/мин	1070	1180	1535	43,46
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин				
CO, %	4,15	3,75	4,32	4,10
CH, ppm	9148	9778	8736	-4,50
n, об/мин	1140	1015	1580	38,60
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин				
CO, %	4,19	3,93	4,45	6,21
CH, ppm	9492	9800	9044	-4,72
n, об/мин	1020	1190	1475	44,61
Средний ход				
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Масло «CUPPER», наработка 10 часов	Изменения параметра для масла «CUPPER» (после наработки 10 часов) и «паспортного» масла, %
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин				
CO, %	5,77	5,36	5,70	-1,21
CH, ppm	8016	8428	7832	-2,30
n, об/мин	3135	2975	3250	3,67
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин				
CO, %	5,86	5,37	5,75	-1,88
CH, ppm	8002	8504	7824	-2,22
n, об/мин	3185	2865	3190	0,16
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин				
CO, %	5,88	5,39	5,76	-2,04
CH, ppm	8036	8590	7894	-1,77
n, об/мин	3220	2935	3125	-2,95
Полный ход				
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Масло «CUPPER», наработка 10 часов	Изменения параметра для масла «CUPPER» (после наработки 10 часов) и «паспортного» масла, %
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин				
CO, %	6,19	5,56	5,99	-3,23
CH, ppm	7738	8228	7790	0,67
n, об/мин	3700	3625	3835	3,65

Продолжение таблицы 8.

Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин				
CO, %	6,15	5,58	6,01	-2,28
CH, ppm	7778	8224	7726	-0,67
n, об/мин	3690	3610	3855	4,47
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин				
CO, %	6,16	5,52	6,07	-1,46
CH, ppm	7832	8316	7788	-0,56
n, об/мин	3810	3570	4000	4,99

Работа подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» после наработки 20 часов:

Сравнение работы подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки и после наработки в 20 часов приводится в таблице 9.

Таблица 9 – Вредные выбросы в атмосферу при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки и после наработки в 20 часов

Малый ход					
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Масло «CUPPER», наработка 10 часов	Масло «CUPPER», наработка 20 часов	Изменения параметра для масла «CUPPER» (после наработки 20 часов) и «паспортного» масла, %
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин					
CO, %	4,01	3,7	4,16	4,24	5,74
CH, ppm	8642	9536	8506	8932	3,36
n, об/мин	1070	1180	1535	1145	7,01
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин					
CO, %	4,15	3,75	4,32	4,53	9,16
CH, ppm	9148	9778	8736	9502	3,87
n, об/мин	1140	1015	1580	1520	33,33
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин					
CO, %	4,19	3,93	4,45	4,65	10,98
CH, ppm	9492	9800	9044	9824	3,50
n, об/мин	1020	1190	1475	1375	34,80

Продолжение таблицы 9.

Средний ход					
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Масло «CUPPER», наработка 10 часов	Масло «CUPPER», наработка 20 часов	Изменения параметра для масла «CUPPER» (после наработки 20 часов) и «паспортного» масла, %
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин					
CO, %	5,77	5,36	5,70	5,57	-3,47
CH, ppm	8016	8428	7832	8860	10,53
n, об/мин	3135	2975	3250	3120	-0,48
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин					
CO, %	5,86	5,37	5,75	5,63	-3,92
CH, ppm	8002	8504	7824	8554	6,90
n, об/мин	3185	2865	3190	2800	-12,09
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин					
CO, %	5,88	5,39	5,76	5,55	-5,61
CH, ppm	8036	8590	7894	8690	8,14
n, об/мин	3220	2935	3125	2795	-13,20
Полный ход					
Параметр	Паспортное масло	Масло «CUPPER»	Масло «CUPPER», наработка 10 часов	Масло «CUPPER», наработка 20 часов	Изменения параметра для масла «CUPPER» (после наработки 20 часов) и «паспортного» масла, %
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 5 мин					
CO, %	6,19	5,56	5,99	5,73	-7,43
CH, ppm	7738	8228	7790	8126	5,01
n, об/мин	3700	3625	3835	3680	-0,54
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 7 мин					
CO, %	6,15	5,58	6,01	5,95	-3,25
CH, ppm	7778	8224	7726	7810	0,41
n, об/мин	3690	3610	3855	3770	2,17
Время работы подвесного лодочного мотора на режиме: 10 мин					
CO, %	6,16	5,52	6,07	5,85	-5,03
CH, ppm	7832	8316	7788	7866	0,43
n, об/мин	3810	3570	4000	3910	2,62

Примеры чек-листов при измерениях вредных выбросов в атмосферу, полученных газоанализатором «Инфракар-А-02» приведены в Приложении Б к отчету.

Выводы по проведенному эксперименту:

1. При работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» без наработки происходит снижение выбросов CO, % максимально на 10,39%, по сравнению с выбросами при работе на «паспортном» масле, эта тенденция характерна для всех режимов работы. Среднее снижение CO,% составило 8,58%.

2. При работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» без наработки происходит повышение выбросов CH максимально на 10,34%, по сравнению с выбросами при работе на «паспортном» масле, эта тенденция характерна для всех режимов работы. Среднее повышение CH составило 6,33%.

3. При дальнейшей наработке подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» в течение 10 часов было получено, что выбросы CO, % растут, но не превышают выбросы при работе на «паспортном» масле. При этом, при работе на масле «CUPPER» увеличивается частота вращения коленчатого вала подвесного лодочного мотора, что может быть связано со снижением потерь на трение.

4. При наработке подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» в течение 10 часов было получено, что выбросы CH ppm, становятся ниже, чем при работе на «паспортном» масле максимально на 4,72%. То есть ранее отмеченные превышения CH при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» без наработки снижаются после наработки в 10 часов, что говорит об изменении характера процесса сгорания топливо-масляной смеси после длительной работы подвесного мотора.

5. При дальнейшей наработке подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» в течение 20 часов было получено, что выбросы CO,% (при равенстве частот вращения на режимах работы), снижаются по сравнению с работой подвесного мотора на «паспортном» масле максимально на 7,43%.

6. При наработке подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» в течение 20 часов было получено, что выбросы CH, ppm растут, как

по сравнению с работой подвесного мотора на «паспортном» масле, так и по сравнению с наработкой в 10 часов и эта тенденция характерна для всех режимов работы подвесного лодочного мотора.

3.4 Оценка уровня шума

В качестве дополнительного технического параметра [12] оценивался уровень шума и производился анализ частотного спектра шума подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER».

Результаты измерений шума подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» без наработки и после наработки в 20 часов приведены в таблице 10. Изменение уровня шума подвесного лодочного мотора при использовании масла «CUPPER» представлено на рисунках 13 – 15.

Влияние масла «CUPPER» ΔL , дБА на снижение уровня шума определялось по формуле:

$$\Delta L = L_{\text{пасп.}} - L_{\text{cupper}}, \quad (6)$$

Где $L_{\text{пасп.}}$ - уровень звука, дБА (для общего шума) или уровень звукового давления, дБА (при анализе частотного спектра шума) при работе подвесного лодочного мотора на «паспортном» масле;

L_{cupper} - уровень звука, дБА (для общего шума) или уровень звукового давления, дБА (при анализе частотного спектра шума) при работе подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER».

Таблица 10 – Результаты измерения уровня шума подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER»

Вид масла	Частота, Гц										Средний уровень звука, дБА (SLOW)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
	Малый ход / Уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	41,2	53,7	55,4	65,0	69,6	70,1	63,8	56,3	49,4	45,2	74,1
CUPPER 1:50 без наработки	40,2	52,8	53,0	65,8	70,2	71,0	61,5	54,8	46,4	39,7	74,5
CUPPER 1:50 после наработки 20 часов	41,0	57,0	56,4	71,2	73,3	73,2	64,1	58,1	51,7	49,1	77,8
CUPPER 1:100 после наработки 20 часов	38,5	54,2	54,5	66,6	72,2	71,3	63,1	57,5	52,6	49,2	75,7
	Средний ход / Уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	33,0	65,1	69,0	77,5	81,7	81,7	71,9	66,5	56,2	50,1	85,7
CUPPER 1:50 без наработки	34,0	65,5	70,3	76,2	78,8	79,1	72,7	67,5	58,6	56,2	83,4
CUPPER 1:50 после наработки 20 часов	35,0	61,8	66,3	73,0	78,6	78,2	67,8	64,9	57,5	53,9	82,1
CUPPER 1:100 после наработки 20 часов	31,5	66,0	69,2	74,2	78,9	76,9	69,2	65,0	59,0	54,3	82,3
	Полный ход / Уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	30,7	73,5	68,9	82,3	84,4	89,9	78,6	74,1	62,3	55,2	92,0
CUPPER 1:50 без наработки	36,6	68,5	70,2	80,9	83,2	89,3	78,4	69,9	57,9	52,8	91,2
CUPPER 1:50 после наработки 20 часов	29,9	68,2	69,6	80,9	85,6	89,4	77,5	73,6	62,9	58,3	91,6
CUPPER 1:100 после наработки 20 часов	30,3	70,3	69,0	81,6	86,2	88,5	78,5	73,9	66,9	60,6	91,4

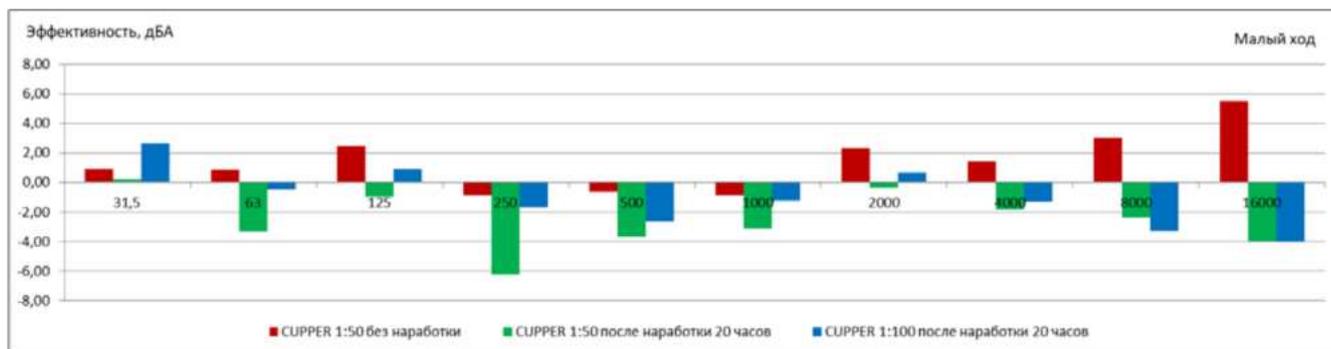


Рисунок 13 – Влияние масла «CUPPER» ΔL, дБА на снижение уровня шума при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на малом ходу (первый столбец – масло «CUPPER» 1:50 без наработки, второй столбец - масло «CUPPER» 1:50 с наработкой 20 часов, третий столбец - масло «CUPPER» 1:100)

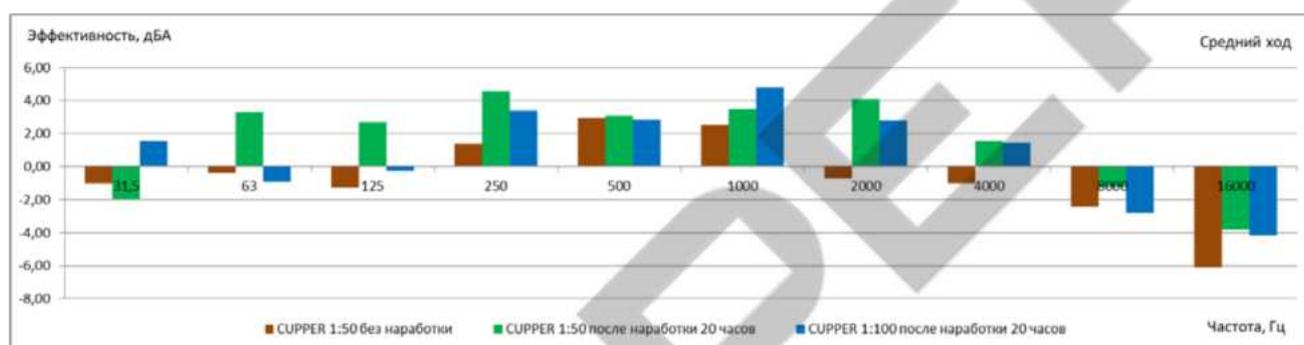


Рисунок 14 – Влияние масла «CUPPER» ΔL, дБА на снижение уровня шума при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на среднем ходу

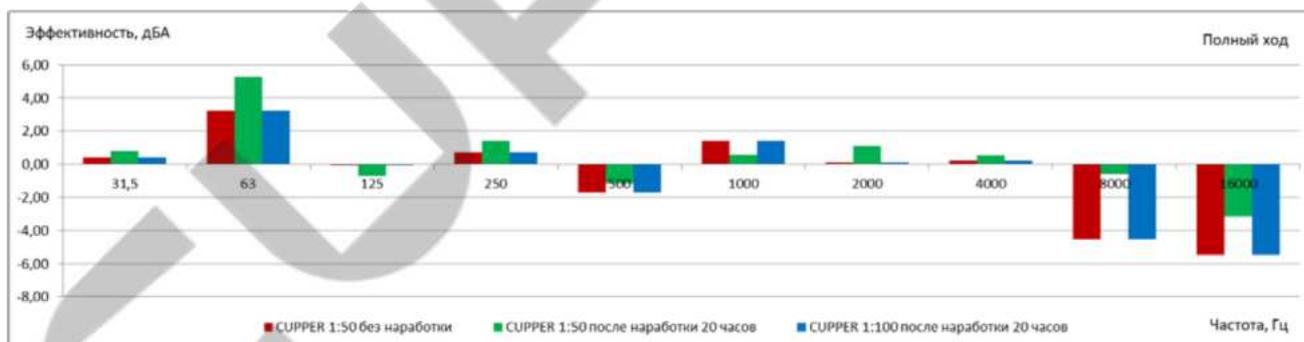


Рисунок 15 – Влияние масла «CUPPER» ΔL, дБА на снижение уровня шума при работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на полном ходу

Выводы по проведенному эксперименту:

1. Средний уровень шума подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при использовании масла «CUPPER» снижается при работе на среднем и полном ходу. Наибольшая эффективность в 3,5 дБА достигается после наработки подвес-

ным лодочным мотором 20 часов и при замерах на среднем ходу подвесного лодочного мотора.

2. Наибольшее снижение уровня шума наблюдается при работе подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER» на среднем ходу, в области средних и низких частот – менее 4000 Гц, что характерно для диапазона механического шума, возникающего в двигателе внутреннего сгорания.

3.5 Оценка максимальной и минимальной частоты вращения

Для оценки эффективности применения моторного масла «CUPPER» были произведены испытания на развитие максимальной частоты вращения коленчатого вала подвесного лодочного мотора во время наработки 10 и 20 часов, результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Испытания на максимальную частоту вращения подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Вид масла	Максимальная частота вращения, об/мин
«ПАСПОРТНОЕ»	4000
«CUPPER», 1:50, после наработки 10 часов	4850
«CUPPER», 1:50, после наработки 20 часов	6180

Выводы по эксперименту:

1. При использовании масла «CUPPER» максимальная частота вращения коленчатого вала подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» возрастает до 4850 об/мин (на 21,2% по сравнению с частотой при использовании «паспортного» масла) при наработке 10 часов, что, возможно, говорит о снижении трения в трущихся парах подвесного лодочного мотора и его трансмиссии;

2. Наибольшая частота вращения была достигнута после 20 часовой наработки при использовании смеси 1:50 и составила 6180 об/мин;

3. Наблюдалось, что во время испытаний на масле «CUPPER» минимальное положение рукоятки управления дроссельной заслонки соответствовало

частота вращения коленчатого вала подвесного лодочного мотора на уровне 1500 об/мин. При этом двигатель работал в устойчивом стабильном режиме, это является отличием от нестабильной работы в виде «плавающего» числа оборотов от 750 об/мин до 1300 об/мин на «паспортном» масле, вплоть до трёх зафиксированных случаев полной остановки двигателя подвесного лодочного мотора на минимальном ходу.

3.6 Оценка мощности и упора

При проведении испытаний была проведена оценка средней мощности и упора подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» при использовании как «паспортного» масла, так и «CUPPER» на различных режимах работы. Результаты приведены в таблице 12.

Для расчета мощности подвесного лодочного мотора были учтены параметры гребного винта:

- диаметр гребного винта: $D_v = 17,78$ см (0,178 м);

- шаг гребного винта: $H_v = 15,24$ см (0,152 м).

Мощность ПЛМ в л.с., $N_{лс}$ определяется по формуле:

$$N_{лс} = 1,3596 \cdot N_{квт}, \quad (7)$$

Мощность ПЛМ в кВт, $N_{квт}$ рассчитывается по формуле:

$$N_{квт} = \frac{P_{кн} \cdot D_v \cdot n_{грв}}{67,8 \cdot (1,9 - \frac{H_v}{D_v})}, \quad (8)$$

Где $P_{кн}$ – упор гребного винта в кН;

- D_v , м – диаметр гребного винта;

- $n_{грв}$, об/мин – частота вращения гребного винта;

- H_v , м – шаг гребного винта.

Для определения упора гребного винта $P_{кн}$ в кН, используется формула:

$$P_{кн} = 9,81 \cdot P_{кг} / 1000, \quad (9)$$

Для определения упора гребного винта $P_{кг}$ в кг, используется формула:

$$P_{кг} = k_y \cdot P_{изм}, \quad (10)$$

где $k_y = 1,786$, коэффициент влияния объема воды и условия работы подвесного лодочного мотора в малом опытовом бассейне;

- $P_{изм}$ – упор, измеренный тензодатчиком, кг.

Таблица 12 – Оценка среднего упора и мощности подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Дата испытаний	Частота вращения, об/мин	Упор $P_{кн}$, кН	Мощность $N_{квт}$, кВт	Мощность $N_{лс}$, л.с.
Контрольные испытания, 28.05.2021 г., «паспортное» масло	3900	0,21	2,06	2,80
Контрольные испытания, 28.05.2021 г., масло «CUPPER»	3950	0,23	2,26	3,07
Масло «CUPPER» после 10 часов, 1:50, 01.06.2021 г.	1450	0,08	0,31	0,42
	3150	0,20	1,55	2,11
	4000	0,25	2,46	3,35
Масло «CUPPER» после 20 часов, 1:50, 02.06.2021 г.	1500	0,09	0,35	0,48
	3000	0,18	1,35	1,83
	3800	0,25	2,42	3,29
Масло «CUPPER» после 20 часов, 1:100, 02.06.2021 г.	1400	0,09	0,31	0,43
	3050	0,18	1,35	1,84
	3700	0,26	2,44	3,32

Выводы по эксперименту:

1. При работе на масле «CUPPER» повышается как частота вращения коленчатого вала, так и мощность подвесного лодочного мотора;

2. После наработки в 10 часов на масле «CUPPER» мощность подвесного лодочного мотора возрастает на 19,7% по сравнению с работой на «паспортном» масле, а при наработке 20 часов на 17,7%.

3. После наработки в 10 часов на масле «CUPPER» мощность подвесного лодочного мотора возрастает на 9,1% по сравнению с работой на масле «CUPPER» без наработки, а при наработке 20 часов на 7,3%.

4. При испытании в объеме воды равном 160 литров на максимальном возможном ходу наблюдалось средняя устойчивая частота вращения коленчатого вала в пределах 5900 об/мин., при среднем упоре винта в 14кг., рассчитанная мощность составила 4.9 л/с.

3.7 Оценка температуры выхлопных газов

Для оценки температуры выхлопных газов использовался метод контактного измерения электронным термометром температуры потока газов при работе подвешенного лодочного мотора на полном ходу в воздухе (что допускается в течение не более 1 – 3 минут без охлаждения). Для сохранения теплового состояния подвешенного лодочного мотора, измерения производились сразу после окончания испытаний на полном ходу. Температура окружающей среды при измерениях не превышала +25 °С.

Результаты измерений температуры выхлопных газов:

1. При работе на «паспортном» масле без наработки: +68,8 °С;
2. При работе на масле «CUPPER» без наработки: +34,3 °С;
3. После наработки в объеме 10 часов на масле «CUPPER»: +36,2 °С;
4. После наработки в объеме 20 часов на масле «CUPPER»: +32,6 °С.

Выводы по эксперименту:

1. Температура выхлопных газов при работе подвешенного лодочного мотора на «паспортном» масле выше в 2 раза, чем при работе на «CUPPER» масле;
2. Нарботка 10 и 20 часов не дает заметного изменения температуры выхлопных газов.

3.8 Оценка погрешностей измерений

При обработке результатов экспериментов были произведены следующие действия для учета погрешностей измерения.

1. Учтены погрешности контрольно-измерительных приборов:

- газоанализатор «Инфракар-А-02» имеет пределы допускаемой приведенной погрешности измерений CO и CH: $\pm 5\%$;

- тахометр «SEA-PRO» TSP-02 имеет погрешность ± 10 об/мин;

- пирометр «Testo» 830-T1 имеет погрешность: $\pm 1,5$ °C или $\pm 1,5\%$ от изм. знач. (+0,1 ... +400 °C);

- измерительный комплекс «Экофизика – 110А» имеет погрешность в режиме измерения шума: $\pm 0,4$ дБ.

2. Погрешность установки приборов исключались несколькими замерами. При использовании шумомера «Экофизика – 110» несколько замеров обеспечиваются режимом «Мультизапись», в результате чего в одном файле программы «Signal + 3G Light» может быть сформировано несколько отдельных замеров

3. Оценка погрешностей результатов экспериментов производилась при помощи оценки абсолютной и относительной погрешности.

Абсолютная погрешность измеряемого параметра δx_i оценивается по формуле:

$$\delta x_i = x_i - x, \quad (6)$$

где x_i – измеряемый параметр;

- x – истинное значение измеряемого параметра.

При небольших объемах выборки эксперимента и при неизвестности – истинного значения измеряемой величины x_i , рекомендуется для оценки абсолютной погрешности использовать в качестве x среднеарифметическую величину измеряемого параметра \bar{x} , согласно известной формуле (7).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (7)$$

Относительная погрешность в процентах определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}}, \quad (8)$$

Для оценки относительной случайной погрешности рассчитывают среднеквадратичную погрешность s (стандартное отклонение выборки), которая является мерой разброса и характеризует случайную погрешность по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (9)$$

Стандартное отклонение среднего результата $s_{\text{ср}}$ может также оцениваться по формуле (3.12):

$$s_{\text{ср}} = \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (10)$$

При определении результатов измерений исключались данные, имеющие погрешность выше 5%, которые являются грубыми ошибками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи со следующими результатами.

1. При использовании масла «CUPPER» установлено снижение образования пленки на поверхности воды в малом опытовом бассейне. Количество общего фосфата в воде снизилось по сравнению с применением «паспортного» масла с 8 до 5 мг/дм³, то есть в 1,6 раза. После наработки подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER» количество фосфатов начинает возрастать.

2. Количество фосфат ионов при использовании масла «CUPPER» растет по сравнению с применением «паспортного» масла с 0,13 до 0,2 мг/дм³, то есть, в 1,54 раза. После наработки 10 часов и 20 часов на масле «CUPPER» этот параметр увеличивается до 0,19 и 0,26 мг/дм³ соответственно.

3. Время, необходимое для нагрева воды на 10 °С при использовании «паспортного» масла составило 39 мин, а при работе на масле «CUPPER» это время увеличилось соответственно до 67 мин при наработке 10 часов на масле «CUPPER». Увеличение времени нагрева воды может быть связано с уменьшением потерь на трение трущихся пар, включая редуктор подвесного лодочного мотора.

4. При работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» без наработки происходит снижение выбросов CO, % максимально на 10,39%, по сравнению с выбросами при работе на «паспортном» масле, эта тенденция характерна для всех режимов работы.

5. При работе подвесного лодочного мотора «SEA-PRO T2.5» на масле «CUPPER» происходит повышение выбросов СН максимально на 10,34%, по сравнению с выбросами при работе на «паспортном масле», эта тенденция характерна для всех режимов работы и при наработке свыше 20 часов.

6. Средний уровень шума подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» при использовании масла «CUPPER» снижается при работе на среднем и полном ходу. Наибольшая эффективность в 3,5 дБА достигается после наработки подвес-

ным лодочным мотором 20 часов и при замерах на среднем ходу. Наибольшая эффективность снижения шума наблюдается при работе подвесного лодочного мотора на масле «CUPPER» на среднем ходу, в области средних и низких частот – менее 4000 Гц.

7. При использовании масла «CUPPER» максимальная частота вращения коленчатого вала подвесного лодочного мотора «SEA-PRO 2.5» возрастает до 4850 об/мин (на 21,2% по сравнению с частотой при использовании «паспортного» масла) при наработке 10 часов, что возможно говорит о снижении трения в сочленениях и трущихся парах подвесного лодочного мотора.

8. Наибольшая частота вращения была достигнута после 20 часовой наработки при использовании смеси 1:50 и составила 6180 об/мин.

9. При работе на масле «CUPPER» повышается как частота вращения коленчатого вала, так и мощность подвесного лодочного мотора. После наработки в 10 часов на масле «CUPPER» мощность по сравнению при работе на «паспортном» масле возрастает на 19,7%, а при наработке 20 часов на 17,7%.

10. Температура выхлопных газов при работе подвесного лодочного мотора на «паспортном» масле выше в 2 раза, чем при работе на «CUPPER» масле.

11. Рост вредных выбросов на масле «CUPPER» в отдельных случаях обусловлен, тем что на одинаковых режимах работы наблюдается значительное увеличение частоты вращения коленчатого вала по сравнению с испытаниями на «паспортном» масле.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012. О безопасности маломерных судов, 2012. – 38 с. – Текст : непосредственный.
- 2 ГОСТ 28556-16. Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с. – Текст : непосредственный.
- 3 ГОСТ ISO 8178-1-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах. М.: Стандартинформ, 2015. – 103 с. – Текст : непосредственный.
- 4 ГОСТ ISO 8178-4-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах. М.: Стандартинформ, 2014. – 26 с. – Текст : непосредственный.
- 5 Инструкция по эксплуатации подвесных лодочных моторов «SEA-PRO». – 98 с. – Текст : непосредственный.
- 6 Моторы лодочные. Программа и методика измерения объемных долей оксида углерода (CO) и суммы углеводородов (CH) в отработавших газах моторов лодочных при проведении технического освидетельствования. 770020000 ПМ 28. – М., 2001. – 8 с. – Текст : непосредственный.
- 7 ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ, 2018. – 26 с. – Текст : непосредственный.
- 8 Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А. Разработка малого опытового бассейна для проведения испытаний подвесных лодочных моторов маломерных судов/ Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А. – Текст : непосредственный // Морские интеллектуальные технологии. СП-б, 2018. №1 (39). с. 129 – 134.
- 9 Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А. Малый опытовый бассейн // Патент на полезную модель RU 182049 U1, 01.08.2018.

10 Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А., Сулейманов И.З., Куликов С.А. Тестмотор // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018618538, 13.07.2018.

11 Покусаев М.Н., Горбачев М.М., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А. Современное состояние вопроса о техническом надзоре за маломерными судами в области контроля вредных выбросов отработавших газов двигателей / Покусаев М.Н., Горбачев М.М., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А.– Текст : непосредственный // Транспортное дело России. М., 2016. №6 (127). с. 151 – 152.

12 Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е. Анализ частотного спектра шума подвесного лодочного мотора Hangkai 4.0 при капотировании / Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е. – Текст : непосредственный // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2020. № 3. с. 33 - 39.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВОДЫ

ФГБУ «СевКасптехмордирекция»
Информационно – аналитический центр

Лист 1
Всего 2

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ФГБУ «СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5,
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»
Номер записи в реестре аккредитованных лиц
№ RA.RU.517668

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника
информационно-аналитического
центра



ПРОТОКОЛ № 42/2021

ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ

Дата выдачи: «11» июня 2021 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 18/21 от 26.05.2021 г.

Цель исследования проб(ы): химический анализ воды

Объект испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 6/2021 от 28.05.2021 г.; № 7/2021 от 02.06.2021 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата 28.05.2021 г. время _____; дата 01.06. - 02.06.2021 г. время _____

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 28.05.2021 г. время 14:15; дата 02.06.2021 г. время 13:30

Выполнения измерений начало 31.05.2021 г. окончание 10.06.2021 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 2,0 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке № P/093967 действительно до 07.07.2021 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № P/129588, действительно до 09.11.2021 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком.
2. Отпечатано в 2-х экземплярах экз. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., экз. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция».
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ.
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет.
5. При расчете результата измерений используется среднее арифметическое значение.

Протокол лабораторных испытаний № 42/2021

Методика проведения лабораторных испытаний:

ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом икс-электрофотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.;

ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. Издание 2011 г.;

РД 52.10.739-2010 Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления пересульфатом калия. Издание 2010 г.

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты ¹ , мг/дм ³	Фосфат-ионы ¹ , мг/дм ³	Фосфор общий ² , мг/дм ³
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97	РД 52.10.739-2010
1	601	Проба 1. Растворенные нефтепродукты (2), Фосфат-ионы (4), фосфор общий (5)	>2,0	0,13±0,02	8±1
2	602	Проба 2. Растворенные нефтепродукты (9), Фосфат-ионы (7), фосфор общий (6)	>2,0	0,20±0,03	5±1
3	603	Проба 3. Растворенные нефтепродукты (11), Фосфат-ионы (13), фосфор общий (12)	>2,0	0,19±0,03	7±1
4	604	Проба 4. Растворенные нефтепродукты (17), Фосфат-ионы (15), фосфор общий (14)	>2,0	0,26±0,04	15±1
5	605	Проба 5. Растворенные нефтепродукты (19), Фосфат-ионы (21), фосфор общий (20)	>2,0	0,18±0,03	13±1

^{1,2}-количество определений (параллелей)

Проверил: заместитель начальника ИАЦ Т.Ф. Соколова

подпись 

Исполнители:

Зам. начальника ИАЦ

Т.Ф. Соколова

подпись 

Инженер-химик

М.М. Дубин

подпись 

Инженер-химик

Е.И. Низкохат

подпись 

**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью $0,8 \text{ м} \times 0,8 \text{ м}$.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 6/2021 для лабораторного исследования от 28 мая 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 1, 2 доставлены 28.05.2021 г. в 14:15.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 1. Пленочный нефтепродукт (1), Растворенные нефтепродукты (2)	- фоновый	ИКС	$0,006 \text{ мг/дм}^3$	-
	- плёночный	ИКС	$7,0502 \text{ г/м}^2$	-
	- растворённый	ИКС	$11,168 \text{ мг/дм}^3$	223,4

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 7,0502(г/м^2) = 4,512 \text{ г}$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раст.} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,5 \times (11,168 - 0,006 \text{ г/м}^3) = 3,572 \text{ г}$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 4,512 \text{ г} + 3,572 \text{ г} = 8,084 \text{ г}$

**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 6/2021 для лабораторного исследования от 28 мая 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 1, 2 доставлены 28.05.2021 г. в 14:15.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 2. Пленочный нефтепродукт (8), Растворенные нефтепродукты (9)	- фоновый	ИКС	0,006 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	2,2719 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	20,722 мг/дм ³	414,44

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 2,2719 (г/м^2) = 1,4540 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раст.} = 0,8(м) \times 0,8 (м) \times 0,5 \times (20,722 - 0,006 г/м) = 6,6291 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 1,4540 г + 6,6291 г = 8,0831 г$

РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью $0,8 \text{ м} \times 0,8 \text{ м}$.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 7/2021 для лабораторного исследования от 02 июня 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4, 5 доставлены 02.06.2021 г. в 13:30.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 3. Пленочный нефтепродукт (10) Растворенные нефтепродукты (11)	- фоновый	ИКС	$0,006 \text{ мг/дм}^3$	-
	- плёночный	ИКС	$0,2899 \text{ г/м}^2$	-
	- растворённый	ИКС	$18,202 \text{ мг/дм}^3$	364,04

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,2899 (г/м^2) = 0,1855 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раст.} = 0,8(м) \times 0,8 (м) \times 0,5 \times (18,202 - 0,006 г/м) = 5,8227 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,1855 г + 5,8227 г = 6,0082 г$

**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 7/2021 для лабораторного исследования от 02 июня 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4, 5 доставлены 02.06.2021 г. в 13:30.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 4. Пленочный нефтепродукт (16) Растворенные нефтепродукты (17)	- фоновый	ИКС	0,006 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,4388 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	26,512 мг/дм ³	530,24

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,4388 (г/м^2) = 0,2808 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раст.} = 0,8(м) \times 0,8 (м) \times 0,5 \times (26,512 - 0,006 г/м) = 8,4819 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,2808 г + 8,4819 г = 8,7627 г$

РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 7/2021 для лабораторного исследования от 02 июня 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4, 5 доставлены 02.06.2021 г. в 13:30.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 5. Пленочный нефтепродукт (18) Растворенные нефтепродукты (19)	- фоновый	ИКС	0,006 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,2909 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	19,012 мг/дм ³	380,24

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл.т} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,2909(г/м^2) = 0,1862 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раств.т} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,5 \times (19,012 - 0,006 г/м^3) = 6,0819 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,1862 г + 6,0819 г = 6,2681 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФГБУ «СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»**

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника
информационно-аналитического
центра
Соколова Т.Ф.
11 июня 2021 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОТОКОЛУ № 42/2021
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ**

Дата выдачи: «11» июня 2021 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 18/21 от 26.05.2021 г.
Цель исследования проб(ы): химический анализ воды
Объект испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 6/2021 от 28.05.2021 г.; № 7/2021 от 02.06.2021 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата 28.05.2021 г, время _____; дата 01.06. - 02.06.2021 г. время _____
Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 28.05.2021 г. время 14:15; дата 02.06.2021 г. время 13:30
Выполнения измерений начало 31.05.2021 г. окончание 10.06.2021 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 2,0 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке № Р/093967 действительно до 07.07.2021 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический.

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком.
2. Отпечатано в 2-х экземплярах экз. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., экз. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция».
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ.
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет.
5. При расчете результата измерений используется среднее арифметическое значение.

Приложение к протоколу лабораторных испытаний № 42/2021

Методика проведения лабораторных испытаний:

ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом инфракрасной фотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.;

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты ¹ , мг/дм ³
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000
1	601	Проба 1. Растворенные нефтепродукты (2), Фосфат-ионы (4), фосфор общий (5)	>2,0 (11,168)
2	602	Проба 2. Растворенные нефтепродукты (9), Фосфат-ионы (7), фосфор общий (6)	>2,0 (20,722)
3	603	Проба 3. Растворенные нефтепродукты (11), Фосфат-ионы (13), фосфор общий (12)	>2,0 (18,202)
4	604	Проба 4. Растворенные нефтепродукты (17), Фосфат-ионы (15), фосфор общий (14)	>2,0 (26,512)
5	605	Проба 5. Растворенные нефтепродукты (19), Фосфат-ионы (21), фосфор общий (20)	>2,0 (19,012)

¹-количество определений (параллелей)

Проверил: заместитель начальника ИАЦ Т.Ф. Соколова

подпись Т.Ф. Соколова

Исполнители:

Зам. начальника ИАЦ Т.Ф. Соколова

подпись Т.Ф. Соколова

Приложение к протоколу лабораторных испытаний № 42/2021

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ПРИМЕРЫ ЧЕК-ЛИСТОВ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «ИНФРАКАР-А-02»

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 04.24
CH, ppm.. 8932
п, об/мин 2290
Время 09:31:20
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.57
CH, ppm.. 8860
п, об/мин 6240
Время 09:44:44
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.73
CH, ppm.. 8126
п, об/мин 7360
Время 09:55:25
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 04.53
CH, ppm.. 9502
п, об/мин 3040
Время 09:34:25
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.63
CH, ppm.. 8554
п, об/мин 5600
Время 09:46:55
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.95
CH, ppm.. 7810
п, об/мин 7540
Время 09:57:51
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 04.65
CH, ppm.. 9824
п, об/мин 2750
Время 09:37:31
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.55
CH, ppm.. 8690
п, об/мин 5590
Время 09:49:52
Дата 02.06.2021

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.85
CH, ppm.. 7866
п, об/мин 7820
Время 10:00:23
Дата 02.06.2021

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «ИНФРАКАР-А-02»



СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ "МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР" (АНО "МИЦ")
наименование аккредитованного в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполняющего поверку

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц 1245

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № С-ВДИ/14-04-2021/56815864

Действительно до 13.04.2022

Средство измерений	Газоанализаторы: ИНФРАКАР-А; ИНФРАКАР-А-02; Рег. № 22487-08 <small>наименование и обозначение типа, модификация (при наличии) средства измерений, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, присвоенный при утверждении типа</small>
заводской номер	01 <small>заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение</small>
в составе поверено	в полном объеме <small>наименование единиц величин, диапазонов измерений, на которых поверено средство измерений или которые исключены из поверки</small>
в соответствии с	ВЕКМ.413311.005 ДЛ <small>наименование или обозначение документа, на основании которого выполнена поверка</small>
с применением эталонов:	ГОСО 10610-2015 СО СОСТАВА ИСКУССТВЕННОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ ПОСТОЯННЫХ И <small>регистрационные номера эталонов и (или) наименования и обозначения типов стандартных образцов и (или) средств измерений, заводские номера, обязательные требования к эталонам</small>
при следующих значениях влияющих факторов:	Температура: 22 °С; атм. давление: 99,3 кПа; отн. влажность: 52 % <small>перечень влияющих факторов, при которых проводилась поверка, с указанием их значений</small>
и на основании результатов первичной поверки признано пригодным к применению.	
Постоянный адрес записи сведений о результатах поверки в ФИФ ОЕИ:	https://fgis.gost.ru/fundmetrology/cm/results/1-56815864
Номер записи сведений о результатах поверки в ФИФ ОЕИ:	56815864
Поверитель	Матвеев К.Н. <small>фамилия, инициалы</small>
Знак поверки:	
Главный метролог	 <small>должность руководителя или другого уполномоченного лица</small>
Дата поверки	14.04.2021

Выписка о результатах поверки СИ С-ВДИ/14-04-2021/56815864 сформирована автоматически 14.04.2021 14:10 по данным, содержащимся в ФИФ ОЕИ

Федеральное агентство по рыболовству
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «АГТУ»)

УДК
Рег. № НИОКТР 121120700137-1
Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по НР и И
ФГБОУ ВО «АГТУ», д.т.н., доцент
Максименко Ю.А.



ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
по теме
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ПОДВЕСНОГО ЛОДОЧНОГО
МОТОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК
СМАЗОЧНОГО МАСЛА**

Руководитель НИР: д.т.н., профессор М.Н. Покусаев Покусаев М.Н.
подпись, дата 10.12.2021

Астрахань 2021

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
РЕФЕРАТ.....	3
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР.....	7
2.ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.....	8
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	18
3.1 Оценка вредных сбросов в воду.....	18
3.2 Оценка времени нагрева воды в МОБ.....	23
3.3 Оценка вредных выбросов в атмосферу.....	26
3.4 Оценка параметров шума.....	30
3.5 Оценка максимальной и минимальной частоты вращения.....	31
3.6 Оценка мощности и упора.....	32
3.7 Оценка температуры выхлопных газов.....	33
3.8 Оценка вибрации на румпеле мотора.....	34
3.9 Оценка погрешностей измерений.....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	39
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВОДЫ.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРИМЕРЫ ЧЕК-ЛИСТОВ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «ИНФРАКАР-А-02».....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ В. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТО- РА «ИНФРАКАР-А-02».....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПАСПОРТ ПРОДУКЦИИ № 642 «АВТОМОБИЛЬНЫЙ БЕНЗИН».....	53

РЕФЕРАТ

Отчет 53 с., 14 рис., 12 таб., 12 источн., 4 прил.

СМАЗОЧНОЕ МАСЛО, ПОДВЕСНЫЕ ЛОДОЧНЫЕ МОТОРЫ, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ, ВРЕДНЫЕ СБРОСЫ, ШУМ, ВИБРАЦИЯ.

Объектом исследования является четырехтактный подвесной лодочный мотор «Yamaha F4BMHS 4 л.с.»

Цель - дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты); выбросов в атмосферу (показатели: CO, CH) и других технических параметров подвесного лодочного мотора «Yamaha F4BMHS 4 л.с.» (мощности, частоты вращения, упора, уровня шума, уровня вибрации) при использовании различных марок смазочных масел.

В процессе работы проведены сравнительные испытания подвесного лодочного мотора «Yamaha F4BMHS 4 л.с.» с применением моторного масла и трансмиссионного масла (в редукторе привода гребного винта) производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER»), а также, моторного и трансмиссионного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующего техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для четырехтактных подвесных лодочных моторов.

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи и цель достигнута.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

Руководитель НИР:
д.т.н., профессор


(подпись дата)
10.12.21

Покусаев М.Н.
(введение, разделы: 2,3
заключение)

Исполнители НИР:

к.т.н, старший
преподаватель


(подпись дата) 10.12.21

Хмельницкая А.А.
(введение, разделы: 1,
2, 3, заключение)

к.т.н, доцент


(подпись дата) 10.12.21

Горбачев М.М.
(введение, разделы: 1,
2, 3, заключение)

ассистент


(подпись дата) 10.12.21

Хмельницкий К.Е.
(разделы: 2, 3)

магистрант


(подпись дата) 10.12.21

Кадин А.А.
(раздел: 3)

Нормоконтроль


(подпись дата) 10.12.21

Мажитова Д.А.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перспективной задачей по снижению вредного воздействия на экологию со стороны транспортных двигателей внутреннего сгорания, в том числе применяемых и на водном транспорте, является актуальной, которая признается во всем мире. Воздействием на экологическую обстановку окружающей среды в части выбросов в атмосферу, сбросов в гидросферу, шума и вибрации подвесных лодочных моторов (далее по тексту ПЛМ), применяемых на маломерных судах, в условиях роста количества маломерных судов нельзя пренебрегать.

Одним из основных факторов снижения вредного воздействия на окружающую среду и повышения технико-экономических показателей ПЛМ является применение качественных смазочных масел, что приводит к необходимости поиска их новых марок и видов. Подтверждение качества новых смазочных масел, а также, сравнение их эффективности между собой, чаще всего осуществляется путем проведения практических экспериментов на реальных ПЛМ, что осуществляется в данной НИР.

Цель: дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты); выбросов в атмосферу (показатели: CO, CH) и других технических параметров подвесного лодочного мотора «Yamaha F4BMHS 4 л.с.» (мощности, частоты вращения, упора, уровня шума, уровня вибрации) при использовании различных марок смазочных масел.

Задачи:

- осуществить сравнительные испытания подвесного лодочного мотора «Yamaha F4BMHS 4 л.с.» с применением моторного масла и трансмиссионного масла (в редукторе привода гребного винта) производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER»), а также, моторного и трансмиссионного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующего техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирую-

щее положение на рынке смазочных масел для четырехтактных подвесных лодочных моторов;

- оценить погрешности измерений;
- провести обработку результатов испытаний, сделать выводы;
- оформить технический отчет о проделанной НИР.

СУПРДРЕД

1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР

При проведении НИР были учтены требования следующих действующих нормативных, технических и методических документов:

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012 «О безопасности маломерных судов», [1];

2. ГОСТ 28556-2016 «Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности», [2];

3. ГОСТ ISO 8178-1-2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах», [3];

4. ГОСТ ISO 8178-4-2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах», [4];

5. Инструкция по эксплуатации подвесного лодочного мотора «Yamaha F4BMHS», [5].

6. Моторы лодочные. Программа и методика измерения объемных долей оксида углерода (CO) и суммы углеводородов (CH) в отработавших газах моторов лодочных при проведении технического освидетельствования. 770020000 ПМ 28, ГИМС, [6].

7. ГОСТ 7.32-2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», [7];

8. ГОСТ Р 52517-2005 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний», [8].

2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для обеспечения работы по НИР использовалось следующее лабораторное оборудование и контрольно-измерительные приборы.

Малый опытовый бассейн:

Малый опытовый бассейн (далее по тексту - МОБ) имеет патенты на полезную модель №201293 от 08.12.2020 г., RU 196596 U1 от 06.03.2020 г. [9, 10], ранее использовался для проведения исследований в рамках выполнения НИР «Сравнительная оценка экологических и технических параметров двухтактного подвесного лодочного мотора при использовании различных марок смазочного масла», [11]. Принципиальная схема МОБ представлена на рисунке 1.

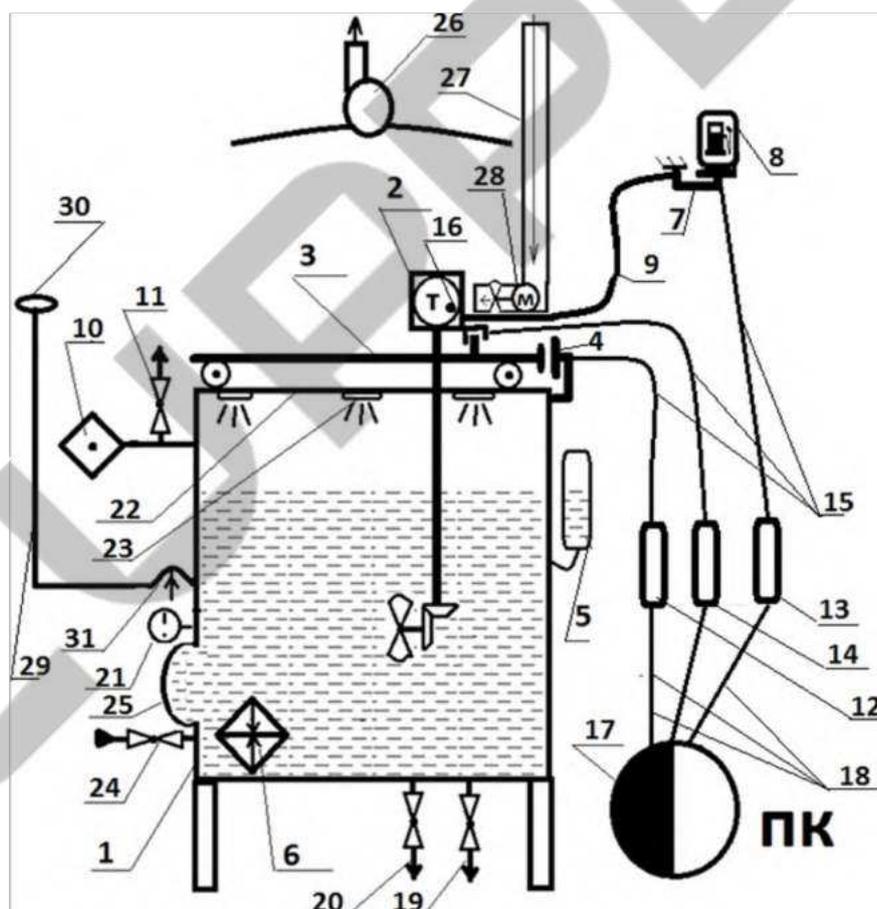


Рисунок 1 - Принципиальная схема МОБ

Согласно рисунку 1: малый опытовый бассейн 1, заполненный водой, подвесной лодочный мотор 2, подвижный транец 3. На внешней стенке бассейна 1

установлен датчик упора винта 4 и уровнемер воды 5, в нижней части бассейна установлен теплообменный аппарат 6. Отдельно установлен весовой датчик 7 для измерения количества топлива, на котором устанавливается топливный бак 8, подающий топливо через гибкий патрубок 9 к двигателю. Также отдельно установлен газоанализатор 10, который через зонд соединен с отводом газов 9, через сифонный газоотвод 11. Отдельно от основного устройства установлены логистический контроллер упора винта 12, весовой логистический контроллер 13, логистический контроллер тахометра 14 соединенные посредством кабелей 15 с датчиком упора винта 4, весовым датчиком 7, датчиком тахометра 16 подсоединенного к высоковольтному проводу первой свечи двигателя. Логистические контроллеры 12-14 соединены с персональным компьютером 17 кабелями 18. Персональный компьютер 17, обрабатывает данные с логистических контроллеров посредством программы «ТестМотор» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №20186185338, [12]). Для удаления воды из опытового бассейна предусмотрен канализационный сток 19, а для отбора проб воды - водоотводящий сток 20. Внутри бассейна 1 имеется закрепленный на стенке термометр 21. Сверху устройство плотно закрывает герметичная крышка 22 со встроенными светодиодными светильниками 23. С помощью водопроводной трубы 24 происходит наполнение чаши бассейна водой. Корпус устройства снабжен смотровым окном 25. Сверху над бассейном, на выдвижной консоли, установлено вытяжное вентиляционное приспособление 26. Устройство снабжено трубопроводом 27 приточной вентиляции с установленным внутри осевым вентилятором 28. На внешней стенке бассейна установлена поворотная штанга 29, с шумомером 30, и транспортом 31.

Подвесной лодочный мотор «Yamaha F4BMHS»:

В качестве объекта исследований был использован четырехтактный ПЛМ «Yamaha F4BMHS». Общий вид ПЛМ «Yamaha F4BMHS» представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Общий вид подвесного мотора «Yamaha F4BMHS»

Основные технические характеристики ПЛМ «Yamaha F4BMHS»:

- Мощность: 4 л.с. (2,94 кВт);
- Тип: четырехтактный OHV S1 (2 клапана);
- Количество цилиндров: 1 шт.;
- Объем двигателя: 139 см³;
- Диаметр цилиндра / ход поршня: 62/46 мм;
- Макс. частота вращения коленчатого вала: 4000 – 5000 об/мин;
- Система смазки двигателя: картерная;
- Система питания: карбюраторная;
- Система зажигания: CDI;
- Система охлаждения: водяная;
- Тип выхлопа отработанных газов: подводный;
- Масса: 27 кг;
- Длина дейдвуда: 381 мм.
- Используемое топливо: бензин АИ-92 по ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия», [13].

Используемые марки масла

«паспортное»:

- моторное масло: 10W-40
- трансмиссионное масло: SAE 90GL-4

«CUPPER»:

- моторное масло CUPPER 10W-40 K:
- трансмиссионное масло 75W-90:

Масло для испытаний в необходимом объеме было представлено ООО «КУППЕР».

Газоанализатор «Инфракар-А-02»:

Для анализа вредных выбросов в атмосферу используется переносной газоанализатор «Инфракар-А-02» (рисунок 3), который применяется в том числе, специалистами Государственной инспекции по маломерным судам (ГИМС) МЧС России по субъектам Российской Федерации для определения вредных выбросов в отработавших газах бензиновых подвесных лодочных моторов маломерных судов.



Рисунок 3 - Общий вид газоанализатора «Инфракар-А-02»

Характеристики газоанализатора «Инфракар-А-02» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики газоанализатора «Инфракар-А-02»

№	Наименование параметра	Значение
1	Диапазон измерений объёмной доли СО	0...5 %, 0...10 %
2	Диапазон измерений объёмной доли СН	0...5000 ppm, 0...10000 ppm
3	Пределы допускаемой приведённой погрешности измерений СО и СН	±5 %
4	Канал для измерения частоты вращения коленчатого вала	да
5	Диапазоны измерения частоты вращения, об/мин	0...10000
6	Пределы допускаемой погрешности, приведённой к верхнему пределу	±2,5 %
7	Работа с ЛТК и мотор-тестерами	да
8	Встроенный принтер с часами реального времени	да
9	Предел допускаемого времени установления показаний, не более	20 с
10	Время прогрева при 20 °С – не более	15 мин.
11	Питание газоанализатора	12 / 220 В
12	Средняя наработка на отказ	10000 ч.
13	Потребляемая мощность не более	30 Вт
15	Масса (НЕТТО)	7 кг
16	Габариты (Ш x Г x В), мм	300 x 320 x 160
17	Предел допускаемого времени установления показаний, не более	20 с

Шумомер-виброметр «Экофизика - 110» (исполнение «Белая»):

Измерение шума и вибрации ПЛМ производилось при помощи шумомера-виброметра «Экофизика - 110» (рисунке 4), он включает в себя анализатор спектра шума и вибрации.



Рисунок 4 – Общий вид шумомера-виброметра «Экофизика - 110»

Технические характеристики шумомера-виброметра «Экофизика - 110»:

- Класс 1 по МЭК 61260;
- Наименование встроенного программного обеспечения: EPH-V;
- Набор фильтров: октавные, 1/3-октавные фильтры;
- Номинальные среднегеометрические частоты октавных фильтров: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- Погрешность измерения: 0,4 дБ;
- Минимальный уровень измеряемого шума: 22 дБА;
- Максимальный уровень измеряемого шума: 139 дБА.

Для обеспечения экспериментов по шуму использовалось дополнительное оборудование: микрофонный предусилитель P200; акустический калибратор АК-1000; микрофонный капсюль ВМК-205 и лицензионное программное обеспечение «Signal+3G Light».

Виброметр AR63B с выносным датчиком:

Для оценки среднеквадратичных уровней виброускорения (m/s^2) на частоте колебаний 1000 Гц на румпеле ПЛМ, транце крепления ПЛМ к МОБ и на поверхности МОБ применялся виброметр AR63B с выносным датчиком (рисунок 5).



Рисунок 5 – Общий вид виброметра AR63B с выносным датчиком

Виброметр AR63B с выносным датчиком имеет следующие технические характеристики при измерении виброускорения:

- диапазон измерений: $0,1 \dots 199,9 \text{ м/с}^2$;
- разрешение: $0,1 \text{ м/с}^2$;
- погрешность измерения: $\pm 5\%$;
- частотный диапазон: 10 Гц - 1 кГц (низкочастотный диапазон), 1 кГц - 15 кГц (высокочастотный диапазон).

Пирометр «Testo» 830-T1:

Для контроля температуры внешних поверхностей МОБ использовался пирометр «Testo» 830-T1 (рисунок 6) со следующими техническими характеристиками:

- Инфракрасный термометр с 1-точечным лазерным целеуказателем, настройкой предельных значений температуры и функцией подачи сигнала тревоги;

- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);

- Номер в ГРСИ РФ: 48507-11;

- Разрешение оптики: 10:1;

- Диапазон измерений температуры: $-30 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$;

- Погрешность:

- составляет $\pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ или $\pm 1,5 \%$ от изм. знач. ($+0,1 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$);

- составляет $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ или $\pm 2 \%$ от изм. знач. ($-30 \dots 0 \text{ }^\circ\text{C}$), учитывается большее значение.



Рисунок 6 – Общий вид пирометра «Testo» 830-T1

Контактный термометр типа «TESTO-905-N1»:

Для контроля температуры окружающей среды, выхлопных газов ПЛМ «Yamaha F4BMHS» и поверхностей МОБ использовался термометр стик-класса «TESTO-905-N1» (рисунок 7) со следующими техническими характеристиками:

- Тип зонда: тип K;
- Диапазон измерений температуры: -50 ... +350 °C;
- Кратковременная максимальная температура: +500 °C;
- Погрешность измерений: ± 1 °C в диапазоне температур от -50 до +99,9 °C и $\pm 1\%$ от измеренного значения в остальном диапазоне;
- Разрешение: 0,1 °C;
- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);
- Номер в ГРСИ РФ: 38736-08.



Рисунок 7 - Общий вид контактного термометра типа «TESTO-905-N1»

Оборудование для определения вредных сбросов в воду:

Для анализа сбросов пробы воды были переданы в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования ФГБУ «Северо-каспийская дирекция по техническому обеспечению надзора на море» (номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.517668) (Приложение А. Протоколы анализов воды)

Средства измерений: концентратомер КН-3 свидетельство о поверке №С-БГ/08-07-2021/78128717 действительно до 07.07.2022 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № Р/129588, действительно до 09.11.2021 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Концентратомер КН-3, который предназначен для измерения массовых концентраций нефтепродуктов, жиров, неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ) в природных объектах, включая пробы питьевых, природных, сточных и очищенных сточных вод.

Технические характеристики КН-3 в области измерений нефтепродуктов в воде:

- определяемые значения массовых концентраций веществ в природных объектах нефтепродуктов в водах: 0,02 - 1 000 мг/дм³;
- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности прибора, при соблюдении нормальных условий для нефтепродуктов: $\pm(0,5 + 0,05 \cdot C_x)$, мг/дм³, где C_x - измеряемое значение массовой концентрации вещества в экстрагенте;
- объём измерительной кюветы: 2,8 мл.

Спектрофотометр ПЭ-5400ВИ, который используется для экологического контроля в том числе воды.

Технические характеристики спектрофотометра ПЭ-5400ВИ:

- Спектральный диапазон: 315 - 1000 нм;
- Спектральная ширина щели: 4 нм;
- Погрешность установки длины волны: не более ± 1 нм;
- Воспроизводимость установки длины волны: $\pm 0,5$ нм;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении спектральных коэффициентов направленного пропускания: $\pm 0,5$ %Т;
- Диапазон измерений:
 - а) оптическая плотность: от 3,000 до 0,000;
 - б) коэффициент направленного пропускания: от 0,0 до 100,0%.

Тахометр «SEA-PRO» TSP-02:

Для измерения частоты вращения коленчатого вала ПЛМ использовался тахометр «SEA-PRO» TSP-02 (рисунок 8).



Рисунок 8 - Общий вид цифровой тахометр TSP-02

Технические характеристики тахометра «SEA-PRO» TSP-02:

- тип подвесных моторов, для которых используется тахометр TSP-02: 2-х и 4-х тактные;
- измеряемые параметры: частота вращения коленчатого вала, общее время наработки, остаток времени до очередного технического обслуживания подвесного лодочного мотора;
- степень защиты: IP-65 (защита от дождя и брызг);
- диапазон измерения частоты вращения: 0 – 20000 об/мин;
- точность измерения частоты вращения: ± 10 об/мин;
- диапазон измерения времени наработки: 0 – 200 ч.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение трех дней с 13.10.2021 по 15.10.2021 гг. при условиях окружающей среды, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Условия окружающей среды при испытаниях ПЛМ

Параметр / Дата	13.10.2021	14.10.2021	15.10.2021
Температура окружающей среды, °С	19,3	20	19,3
-Атмосферное давление, мм.рт.ст.	763	764	767

3.1 Оценка вредных сбросов в воду

Для анализа количества вредных сбросов от ПЛМ «Yamaha F4BMHS» в воду оценивались следующие параметры:

- пленочный нефтепродукт;
- растворенный нефтепродукт;
- общее количество нефтепродуктов в воде;
- фосфат ион;
- фосфор общий.

Испытания с «паспортным» маслом и маслом «CUPPER» производились при работе ПЛМ на следующих режимах: 3 - 5 минут прогрева на холостом ходу, 10 минут работы мотора на холостом ходу; 10 минут работы на малом ходу; 10 минут работы на среднем ходу и 10 минут работы на полном ходу.

Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты анализа вредных сбросов в воду от ПЛМ «Yamaha F4BMHS»

Дата эксперимента: 13.10.2021 г.						
Контроль параметров чистой воды в МОБ						
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГТУ	Вид анализа	Величина, (мг/дм ³ , для пленки г/м ² , для фосфора мкг/дм ³)	Масса, гр		Доля нефтепродуктов, %
1956	1	Пленочный нефтепродукт	0	Пленочный нефтепродукт	0,0000	0,00
		Растворенный нефтепродукт	0,023	Растворенный нефтепродукт	0,0074	100,00
		Фосфат ион	0,065	Общая масса нефтепродуктов	0,0074	100,00
		Фосфор общий	74	Масса расходуемого топлива, кг	0,0000	
Дата эксперимента: 13.10.2021 г.						
Контрольные испытания с «паспортным» маслом						
1957	2	Пленочный нефтепродукт	0,1931	Пленочный нефтепродукт	0,1235	52,31
		Растворенный нефтепродукт	0,375	Растворенный нефтепродукт	0,1126	47,69
		Фосфат ион	0,069	Общая масса нефтепродуктов	0,2361	100,00
		Фосфор общий	76	Масса расходуемого топлива, кг	0,410	0,058
Дата эксперимента: 14.10.2021 г.						
Контрольные испытания с маслом «CUPPER» после наработки 10 часов						
1958	3	Пленочный нефтепродукт	0,0696	Пленочный нефтепродукт	0,0445	41,74
		Растворенный нефтепродукт	0,217	Растворенный нефтепродукт	0,0621	58,26
		Фосфат ион	0,084	Общая масса нефтепродуктов	0,1066	100,00
		Фосфор общий	90	Масса расходуемого топлива, кг	0,2920	0,037
Дата эксперимента: 15.10.2021 г.						
Контрольные испытания с маслом «CUPPER» после наработки 20 часов						
1959	4	Пленочный нефтепродукт	0,069	Пленочный нефтепродукт	0,0442	26,15
		Растворенный нефтепродукт	0,413	Растворенный нефтепродукт	0,1248	73,85

Продолжение таблицы 3

		Фосфат ион	0,063	Общая масса нефтепродуктов	0,1690	100,00
		Фосфор общий	69	Масса расходоуемого топлива, кг	0,3900	0,043
Дата эксперимента: 15.10.2021 г.						
Дополнительные испытания с маслом «CUPPER» после наработки 20 часов и повышения температуры воды на 10 градусов в МОБ						
1960	5	Пленочный нефтепродукт	0,0865	Пленочный нефтепродукт	0,0554	28,19
		Растворенный нефтепродукт	0,464	Растворенный нефтепродукт	0,1411	71,81
		Фосфат ион	0,078	Общая масса нефтепродуктов	0,1965	100,00
		Фосфор общий	84	Масса расходоуемого топлива, кг	0,738	0,027

Результаты измерений позволяют говорить о следующих фактах:

Выводы по общему объему сбросов нефтепродуктов в воду:

1. Относительная доля общего объема сброшенных нефтепродуктов в воду при работе на масле «CUPPER» после наработки в 10 и 20 часов ниже, чем при использовании «паспортного» масла.

Выводы по сбросам нефтепродуктов в воду:

1. Использование масла «CUPPER» дает снижение образования пленки на поверхности воды. Масса пленочных нефтепродуктов снижается с 0,1235 г. при использовании «паспортного» масла до 0,0445 г. (при наработке 10 часов) и до 0,0442 г. (при наработке 20 часов) при использовании масла «CUPPER», снижение составляет соответственно в 2,8 раза. Доля пленочных нефтепродуктов от общей массы нефтепродуктов в воде при использовании «паспортного» масла составила 52,31%, а при использовании масла «CUPPER» 41,74% (при наработке 10 часов) и 26,15% (при наработке 20 часов).

2. Полученные результаты по доле пленочных и растворенных нефтепродуктов в воде при наработке 20 часов на масле «CUPPER» были подтверждены дополнительным экспериментом при нагреве воды в МОБ на 10 °С выхлопными газами и системой охлаждения ПЛМ – доля пленочных нефтепродуктов составила при этом 28,19%, а растворенных – 71,81%.

3. После наработки 10 часов с использованием масла «CUPPER» снизилась масса растворенных нефтепродуктов в воде с 0,1126 г. до 0,0621 г., то есть в 1,81 раза. При этом, снизилось и количество общего количества нефтепродуктов в воде с 0,2361 г. до 0,1066 г., то есть в 2,21 раза.

4. После наработки 20 часов с использованием масла «CUPPER» произошло увеличение массы растворенных нефтепродуктов (относительно 10-ти часовой наработки) с 0,0621 г. до 0,1248 г., то есть, в 2,0 раза, эта величина также выше, чем при первоначальной работе ПЛМ на «паспортном масле» в 1,1 раза.

5. Общая масса нефтепродуктов в воде при использовании масла «CUPPER» снизилась с 0,2361 г. при использовании «паспортного» масла до 0,1066 г (при наработке 10 часов) и до 0,169 г. (при наработке 20 часов).

6. Исследования однозначно позволяют говорить, что при использовании масла «CUPPER» по сравнению с использованием «паспортного» масла, происходит снижение образования пленки нефтепродуктов на поверхности воды.

Выводы по количеству фосфатов в воде:

1. После наработки 10 часов на масле «CUPPER», количество общего фосфора в воде возрастает с 76 до 90 мкг/дм³, то есть в 1,18 раза.

2. После наработки 20 часов на масле «CUPPER», количество общего фосфора в воде снижается до 69 мкг/дм³, что меньше как при использовании «паспортного» масла в 1,1 раза (76 мкг/дм³), так и при наработке 10 часов на масле «CUPPER» в 1,3 раза (90 мкг/дм³).

3. Количество фосфат ионов при наработке 10 часов на масле «CUPPER» растет по сравнению с применением «паспортного» масла с 0,069 до 0,084 мг/дм³, то есть, в 1,22 раза. Далее после наработки 20 часов на масле «CUPPER» этот параметр снижается до 0,063 мг/дм³ соответственно, что меньше чем при работе на «паспортном» масле в 1,1 раза.

Для удобства восприятия информации, на рисунках 9 – 12 представлены столбчатые диаграммы с результатами испытаний.

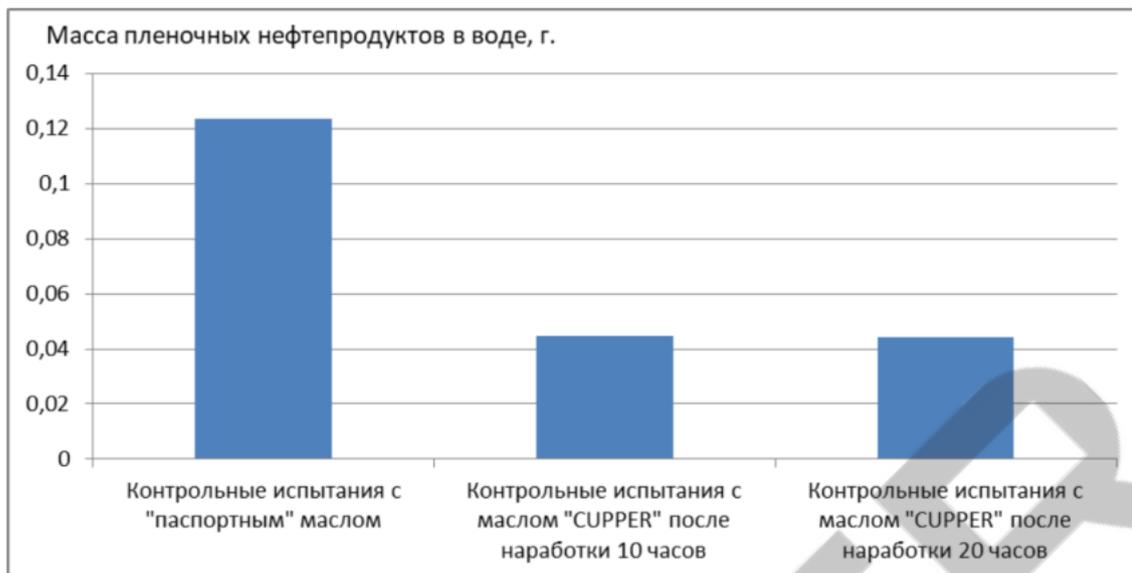


Рисунок 9 – Результаты измерений по пленочному нефтепродукту

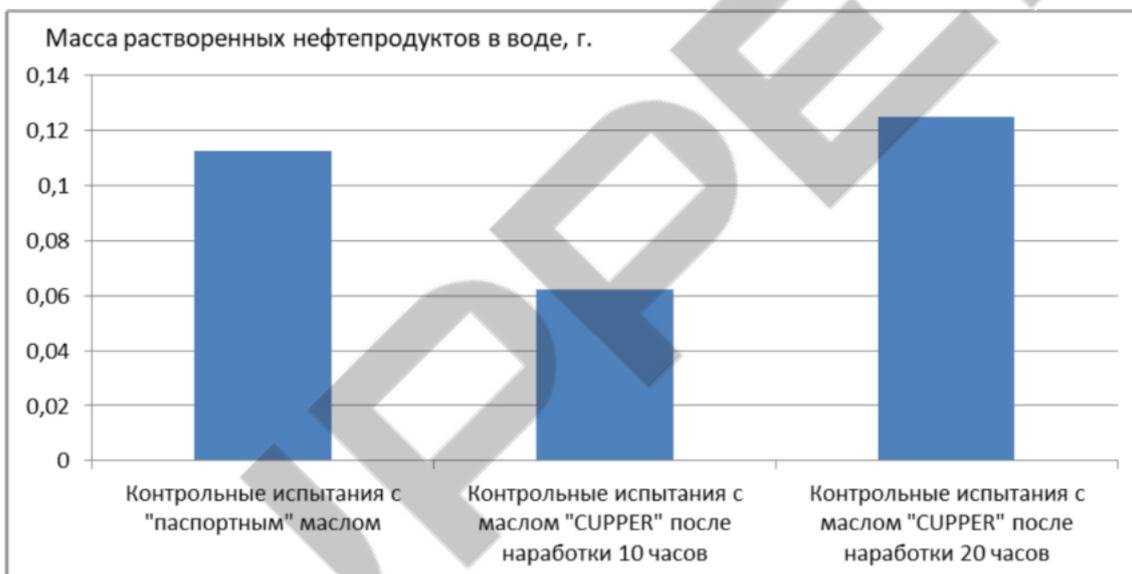


Рисунок 10 – Результаты измерений по растворенному нефтепродукту

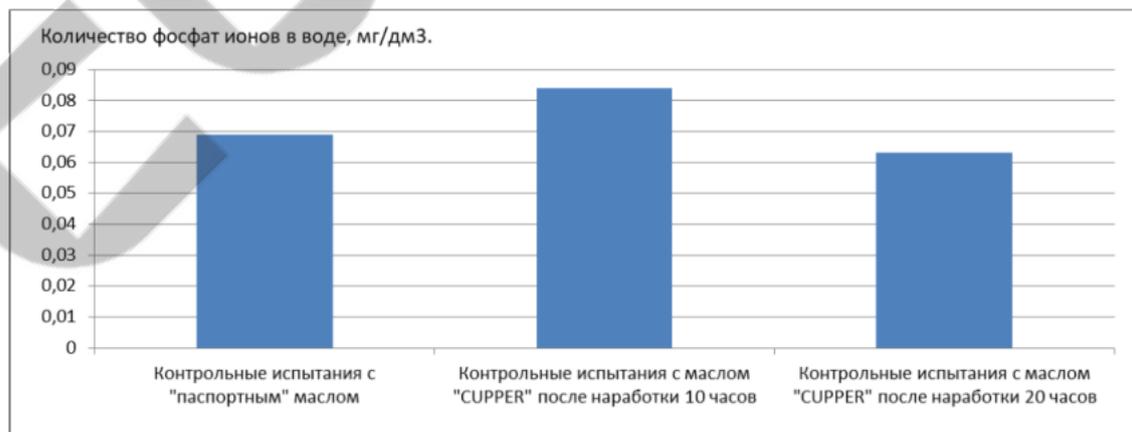


Рисунок 11 – Результаты измерений по фосфат-ионам

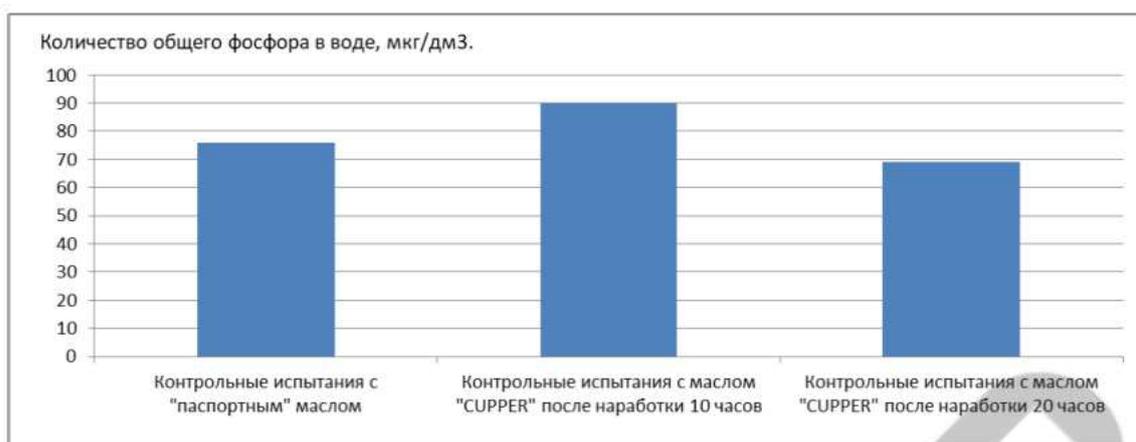


Рисунок 12 - Результаты измерений по общему фосфору

3.2 Оценка времени нагрева воды в МОБ

Согласно технического задания на НИР был проведен эксперимент по оценке времени нагрева воды в МОБ на 10°C при работе ПЛМ на «паспортном» масле и на масле «CUPPER» с разным объемом наработки.

В результате были получены следующие результаты:

- время нагрева при работе на «паспортном» масле: 38 мин. 23 сек.;
- время нагрева при работе на масле «CUPPER» после наработки 10 часов: 46 мин. 54 сек.;
- время нагрева при работе на масле «CUPPER» после наработки 20 часов: 47 мин. 43 сек.

Для подробного анализа количества теплоты, выделенного в воду при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» были использована методика теплового баланса.

Доля теплоты (%), которая выделена в воду, q_v определялась по формуле:

$$q_v = 100 * Q_v / Q_T, \quad (1)$$

где Q_v – теплота, выделенная в воду при работе ПЛМ, кДж;

Q_T – теплота от сгорания топлива, кДж.

Теплота, выделенная в воду, Q_v (кДж/кг), определяется по формуле:

$$Q_v = C_v * M_v * \Delta t_v, \quad (2)$$

Где $C_v = 4,19$ кДж/(кг*град) – теплоемкость воды;

M_B = масса воды, кг;

$\Delta t_B = 10$ °С – перепад для нагрева воды в МОБ;

Масса воды в МОБ определяется по формуле:

$$M_B = V * \rho_B, \quad (3)$$

Где V – объем воды в МОБ, м³;

$\rho_B = 1000$ кг/м³ – плотность воды.

Теплота от сгорания топлива, Q_T (кДж/кг) определяется по формуле:

$$Q_T = G_T * Q_{раб}, \quad (4)$$

G_T – масса расходуемого топлива, кг;

$Q_{раб} = 43500$ кДж/кг – низшая теплота сгорания бензина.

Масса расходуемого топлива, G_T (кг) определяется по формуле:

$$G_T = V_T * \rho_T, \quad (5)$$

Где V_T – объем израсходованного топлива, м³;

$\rho_T = 750$ кг/м³ – плотность бензина.

В результате испытаний ПЛМ на режиме полного хода (5450 об/мин) были получены результаты, приведенные в таблицах 4 - 6.

Таблица 4 – Результаты работы ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на «паспортном» масле

Время, мин.	Температура воды в МОБ, °С
0	16,3
15	19,7
30	23,8
38	26,3
Параметр	Значение
Масса расходуемого топлива, кг	0,716
Количество воды в МОБ, кг	550
Теплота для нагрева воды, кДж	23045
Удельная теплота для нагрева воды, кДж/мин	606,45
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	31146
Удельная теплота от сгорания топлива, кДж/мин	819,6
Доля теплоты, выделенной в воду, %	74

Таблица 5 – Результаты работы ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» после 10-ти часовой наработки

Время, мин.	Температура воды в МОБ, °С
0	17,7
20	21,4
30	24,4
47	27,7
Параметр	Значение
Масса расходуемого топлива, кг	0,8025
Количество воды в МОБ, кг	550
Теплота для нагрева воды, кДж	23045
Удельная теплота для нагрева воды, кДж/мин	490,32
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	34909
Удельная теплота от сгорания топлива, кДж/мин	742,7
Доля теплоты, выделенной в воду, %	66

Таблица 6 – Результаты работы ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» после 20-ти часовой наработки

Время, мин.	Температура воды в МОБ, °С
0	16,5
16	19,4
40	25,4
48	26,5
Параметр	Значение
Масса расходуемого топлива, кг	0,712
Количество воды в МОБ, кг	550
Теплота для нагрева воды, кДж	23045
Удельная теплота для нагрева воды, кДж/мин	480,1
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	30972
Удельная теплота от сгорания топлива, кДж/мин	645,25
Доля теплоты, выделенной в воду, %	74,4

Выводы по проведенному эксперименту:

1. При использовании масла «CUPPER» доля теплоты, выделенной в воду по сравнению с «паспортным» маслом снижается с 74% до 66% при наработке на масле «CUPPER» в течение 10 часов;

2. При использовании масла «CUPPER» доля теплоты, от сгорания топлива по сравнению с «паспортным» маслом за одну минуту при выполнении одинаковой работы снижается с 606,45 кДж/мин до 490,32 кДж/мин через 10 часов работы и до 480,21 кДж/мин через 20 часов работы.

3. Время, необходимое для нагрева воды на 10 °С при работе на масле «CUPPER» это время увеличилось соответственно до 47 мин при наработке 10 часов на масле «CUPPER» и до 48 мин при наработке на масле «CUPPER» 20 часов;

4. Увеличение времени для нагрева воды может быть связано с уменьшением потерь на трение трущихся пар ПЛМ.

3.3 Оценка вредных выбросов в атмосферу

Работа ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» после наработки 10 часов:

Сравнение работы ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» без наработки и после наработки в 10 часов приводится в таблице 7.

Таблица 7 – Вредные выбросы в атмосферу ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании «паспортного» масла и после наработки 10 часов на масле «CUPPER»

Холостой ход			
Параметр	Паспортное масло	Масло "CUPPER", наработка 10 часов	Изменения параметра с применением масла "CUPPER" (после наработки 10 часов), %
Время работы, 5 мин			
CO, %	2,95	4,12	39,66
CH, ppm	194	160	-17,53
n, об/мин	1400	1470	5,00
Малый ход			
Время работы, 5 мин			
CO, %	5,79	4,63	-20,03
CH, ppm	334	172	-48,50
n, об/мин	1365	1440	5,49
Время работы, 7 мин			
CO, %	6,28	3,48	-44,59
CH, ppm	360	146	-59,44
n, об/мин	1315	1430	8,75

Продолжение таблицы 7

Время работы, 10 мин			
CO, %	6,8	2,97	-56,32
CH, ppm	380	124	-67,37
n, об/мин	1355	1420	4,80
Средний ход			
Время работы, 5 мин			
CO, %	4,34	2,43	-44,01
CH, ppm	162	118	-27,16
n, об/мин	3775	3700	-1,99
Время работы, 7 мин			
CO, %	4,41	2,37	-46,26
CH, ppm	142	112	-21,13
n, об/мин	3810	3690	-3,15
Время работы, 10 мин			
CO, %	4,54	2,50	-44,93
CH, ppm	152	112	-26,32
n, об/мин	3820	3710	-2,88
Полный ход			
Время работы, 5 мин			
CO, %	7,77	5,83	-24,97
CH, ppm	190	152	-20,00
n, об/мин	5450	5380	-1,28
Время работы, 7 мин			
CO, %	7,8	5,32	-31,79
CH, ppm	196	148	-24,49
n, об/мин	5510	5400	-2,00
Время работы, 10 мин			
CO, %	7,73	5,21	-32,60
CH, ppm	204	146	-28,43
n, об/мин	5460	5410	-0,92

Работа ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» после наработки 20 часов:

Сравнение работы ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» после наработки 20 часов приводится в таблице 8.

Таблица 8 – Вредные выбросы в атмосферу ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании «паспортного» масла и после наработки 20 часов на масле «CUPPER»

Холостой ход			
Параметр	Паспортное масло	Масло "CUPPER", наработка 20 часов	Изменения параметра с применением масла "CUPPER" (после наработки 20 часов), %
Время работы, 5 мин			
CO, %	2,95	4,77	61,69
CH, ppm	194	220	13,40
n, об/мин	1400	1560	11,43
Малый ход			
Время работы, 5 мин			
CO, %	5,79	6,75	16,58
CH, ppm	334	286	-14,37
n, об/мин	1365	1540	12,82
Время работы, 7 мин			
CO, %	6,28	7,24	15,29
CH, ppm	360	286	-20,56
n, об/мин	1315	1520	15,59
Время работы, 10 мин			
CO, %	6,8	7,45	9,56
CH, ppm	380	304	-20,00
n, об/мин	1355	1540	13,65
Средний ход			
Время работы, 5 мин			
CO, %	4,34	3,03	-30,18
CH, ppm	162	136	-16,05
n, об/мин	3775	3790	0,40
Время работы, 7 мин			
CO, %	4,41	3,25	-26,30
CH, ppm	142	126	-11,27
n, об/мин	3810	3800	-0,26
Время работы, 10 мин			
CO, %	4,54	3,19	-29,74
CH, ppm	152	128	-15,79
n, об/мин	3820	3860	1,05
Полный ход			
Время работы, 5 мин			
CO, %	7,77	5,97	-23,17
CH, ppm	190	514	170,53
n, об/мин	5450	5460	0,18
Время работы, 7 мин			
CO, %	7,8	6,35	-18,59
CH, ppm	196	236	20,41
n, об/мин	5510	5470	-0,73
Время работы, 10 мин			

Продолжение таблицы 8

CO, %	7,73	5,67	-26,65
CH, ppm	204	476	133,33
n, об/мин	5460	5480	0,37

Примеры чек-листов при измерениях вредных выбросов в атмосферу, полученных газоанализатором «Инфракар-А-02» приведены в Приложении Б к отчету.

Выводы по проведенному эксперименту:

1. При наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» в течение 10 часов было получено, что величина выбросов CO не превышает величины при работе на «паспортном» масле на всех режимах и снижается максимально на 56,32% кроме холостого хода, где отмечено повышение CO на 39,66%.

2. При наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» в течение 10 часов было получено, что выбросы CH ppm, становятся ниже, чем при работе на «паспортном» масле максимально на 67,37%, что говорит об изменении характера процесса сгорания топливо-воздушной смеси после длительной работы ПЛМ на масле «CUPPER».

3. При дальнейшей наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» в течение 20 часов было получено, что выбросы CO снижаются по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле на среднем и малом ходу, максимально на 30,18% (на среднем ходу). При этом, выбросы CO повышается на холостом и малом ходу по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле, максимально на 61,69% (на холостом ходу).

4. При наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» в течение 20 часов было получено, что выбросы CH, ppm растут, по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле на холостом и полном ходу, максимально на 170,53% (на полном ходу). При работе ПЛМ на малом и среднем ходу наоборот, отмечено снижение CH по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле, максимально на 20% (на малом ходу).

3.4 Оценка параметров шума

В ходе исследования оценивалось изменение уровня звука (дБА) и октавных уровней звукового давления (дБА) шума ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER».

Результаты измерений шума ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» без наработки и после наработки в 10 и 20 часов приведены в таблице 9, а влияние масла «CUPPER» на снижение уровня шума с наибольшей эффективностью (на среднем ходу) - на рисунке 13.

Влияние масла «CUPPER» ΔL , дБА на снижение параметров шума ПЛМ определялось по формуле:

$$\Delta L = L_{\text{пасп.}} - L_{\text{cupper}}, \quad (6)$$

Где $L_{\text{пасп.}}$ - уровень звука, дБА (для общего шума) или уровень звукового давления, дБА (при анализе частотного спектра шума) при работе ПЛМ на «паспортном» масле;

L_{cupper} - уровень звука, дБА (для общего шума) или уровень звукового давления, дБА (при анализе частотного спектра шума) при работе ПЛМ на масле «CUPPER».

Таблица 9 – Результаты измерения уровня шума ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER»

Вид масла	Частота, Гц										Средний уровень звука, дБА (SLOW)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
	Холостой ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	34,7	43,1	47,9	54,7	64,3	68,6	69,7	66,7	53,5	40,3	73,9
CUPPER после наработки 10 часов	36,5	48,3	48	59,3	66,3	71,7	69,8	68,9	53,7	38,8	75,7
CUPPER после наработки 10 часов	30,3	52,3	48,6	56,6	67,2	71	72,1	70,2	55,1	42	76,6
	Малый ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	36,4	47,7	51,6	58,9	64,1	71,4	70,7	67,9	55,1	42,9	75,5
CUPPER после наработки 10 часов	37,1	48,8	52,5	62,0	70,4	72,9	70,5	70,4	53,7	39,7	77,4
CUPPER после наработки 10 часов	35,0	49,6	53,2	60,6	65,5	71,3	70,3	68,7	53,8	40,7	75,7

Продолжение таблицы 9

Вид масла	Средний ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
	ПАСПОРТНОЕ	43,9	61,5	67,5	73,7	79,4	80,5	81,3	78,9	72,9	65,2
CUPPER после наработки 10 часов	44,2	61,3	67,5	72,0	78,6	79,9	79,2	76,6	68,6	60,0	85,2
CUPPER после наработки 10 часов	42,3	60,6	67,6	71,7	79,1	80,3	79,7	77,8	69,0	61,7	85,7
Вид масла	Полный ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
	ПАСПОРТНОЕ	50,6	68,2	72,8	81,8	98,3	96,9	87,1	82,1	75,0	65,4
CUPPER после наработки 10 часов	45,7	69,5	76,8	79,6	96,1	95,1	86,3	85,3	76,6	64,9	99,0
CUPPER после наработки 10 часов	38,2	69,2	74,8	78,8	96,1	94,0	86,1	84,6	76,7	65,5	98,8



Рисунок 13 – Влияние масла «CUPPER» ΔL , дБА на снижение уровня шума при работе ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на среднем ходу

Выводы по проведенному эксперименту:

1. Уровень звука ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании масла «CUPPER» снижается при работе на среднем и полном ходу. Наибольшая эффективность в 2,3 дБА достигается после наработки ПЛМ 20 часов и при замерах на полном ходу.
2. Наибольшее снижение уровней звукового давления наблюдается при работе ПЛМ на масле «CUPPER» после наработке на 10 и 20 часов на среднем ходу, в области частот свыше 2000 Гц.

3.5 Оценка максимальной и минимальной частоты вращения

Для оценки эффективности применения моторного масла «CUPPER» были произведены испытания на развитие максимальной частоты вращения коленчато-

го вала ПЛМ во время наработки 10 и 20 часов, результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Испытания на максимальную частоту вращения ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Вид масла	Максимальная частота вращения, об/мин
«ПАСПОРТНОЕ»	5450
«CUPPER», после наработки 10 часов	5600
«CUPPER», после наработки 20 часов	5800

Выводы по эксперименту:

1. При использовании масла «CUPPER» максимальная частота вращения коленчатого вала ПЛМ «Yamaha F4BMHS» возрастает до 5800 об/мин (на 6,4% по сравнению с частотой вращения при использовании «паспортного» масла) при наработке 20 часов, что говорит о снижении трения в сочленениях и трущихся парах ПЛМ;

2. При работе на масле «CUPPER» минимальная устойчивая частота вращения ПЛМ стабилизировалась на уровне 1700 об/мин. Это является отличием от нестабильной работы на «паспортном» масле.

3.6 Оценка мощности и упора

При испытаниях была проведена оценка средней мощности и упора ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании как «паспортного» масла, так и «CUPPER» на различных режимах работы. Результаты приведены в таблице 11.

Для расчета мощности ПЛМ были учтены параметры гребного винта:

- диаметр 0,178 м;
- шаг гребного винта: 0,152 м.

Таблица 11 – Результаты измерения упора и мощности ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Вид масла	Режим работы	Частота вращения, об/мин	Упор, кг	Мощность, кВт	Мощность, л.с.
«Паспортное» масло	Малый ход	1350	9	0,299	0,407
	Средний ход	3600	19	1,684	2,290
	Полный ход	5200	25,00	3,201	4,352
	Максимальный ход	5450	27	3,623	4,926
«CUPPER» после наработки 10 часов	Малый ход	1420	9,60	0,336	0,456
	Средний ход	3700	20,00	1,822	2,477
	Полный ход	5300	26,00	3,393	4,613
	Максимальный ход	5600	28	3,861	5,249
«CUPPER» после наработки 20 часов	Малый ход	1500	11,00	0,406	0,552
	Средний ход	3860	22,00	2,091	2,843
	Полный ход	5400	27,00	3,590	4,881
	Максимальный ход	5800	30	4,284	5,825

Выводы по эксперименту:

1. При работе на масле «CUPPER» повышается как частота вращения коленчатого вала, так и мощность ПЛМ.

2. После наработки 10 часов на масле «CUPPER» средняя частота вращения коленчатого вала ПЛМ на полном ходу возрастает на 1,92% по сравнению с работой на «паспортном» масле, а при наработке 20 часов на 3,85%.

3. После наработки 10 часов на масле «CUPPER» мощность ПЛМ на полном ходу возрастает на 6,0% по сравнению с работой на «паспортном» масле, а при наработке 20 часов на 12,1%.

4. Таким образом, масло «CUPPER» обеспечивает прирост мощности за счет снижения потерь на трение в узлах ПЛМ.

3.7 Оценка температуры выхлопных газов

Для оценки температуры выхлопных газов использовался метод контактного измерения термометром «TESTO-905-N1» температуры потока газов при рабо-

те ПЛМ на полном ходу в воздухе (что допускается в течение не более 1 – 3 минут без охлаждения). Для сохранения теплового состояния ПЛМ, измерения производились сразу после окончания испытаний на полном ходу. Температура окружающей среды при измерениях не превышала +20 °С.

Результаты измерений температуры выхлопных газов:

1. При работе на «паспортном» масле без наработки: +34,1 °С;
2. После наработки в объеме 10 часов на масле «CUPPER»: +30,7 °С;
3. После наработки в объеме 20 часов на масле «CUPPER»: +30,0 °С.

Выводы по эксперименту:

1. Температура выхлопных газов при работе ПЛМ на «паспортном» масле на 4,1 °С выше, чем при работе на «CUPPER» масле;
2. Нарботка 10 и 20 часов не дает сильного изменения температуры выхлопных газов.

3.8 Оценка вибрации

В ходе исследования также оценивалось изменение уровня виброускорения (m/c^2) на опорной частоте 1000 Гц на румпеле ПЛМ «Yamaha F4BMHS» (рисунок 14), на корпусе МОБ и на транце крепления ПЛМ при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER». В соответствии с ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования», [14] измерения локальной вибрации на румпеле производились согласно схеме контакта типа «сжатая ладонь» (рисунок 14) по трем направлениям: оси X, Y, Z.

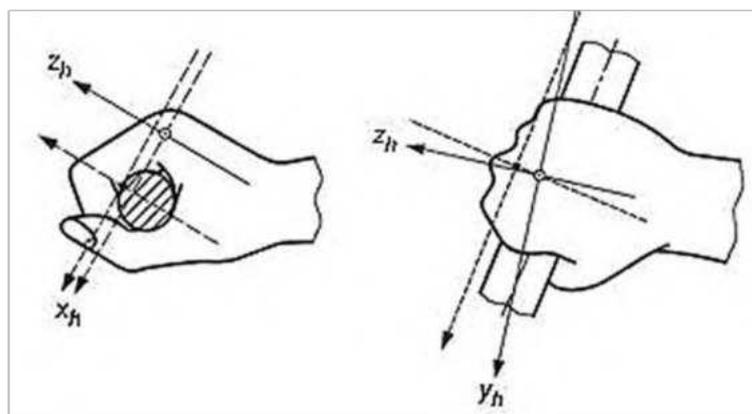


Рисунок 14 – Направления измерения виброускорения на румпеле ПЛМ

Результаты измерений при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» без наработки и после наработки в 10 и 20 часов приведены в таблице 12, (величина снижения виброускорения выделено жирным шрифтом).

Таблица 12 – Результаты измерения виброускорения (m/s^2) на элементах ПЛМ «Yamaha F4BMHS» и МОБ при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Виброускорение, m/s^2					
Вид масла	На транце крепления ПЛМ	На поверхности МОБ	По оси X	По оси Y	По оси Z
Паспортное без наработки					
Холостой ход	2,7	0,8	14	4,5	2,8
Малый ход	2,3	2	21	5	4,5
Средний ход	19,1	11,9	45	35	15
Полный ход	26,4	16,6	37,7	19	16,5
CUPPER с наработкой в 10 часов					
Холостой ход	2,4	0,9	11	3,8	2,3
Малый ход	2,8	2,1	17	4,8	5,4
Средний ход	21,1	14,6	46,5	35,6	15,3
Полный ход	20,3	15,3	29,6	26,2	16,2
CUPPER с наработкой в 20 часов					
Холостой ход	2,9	0,7	11,2	5,7	4,1
Малый ход	3,5	2,7	16,7	4,7	4,5
Средний ход	15	10,4	44,9	34,7	15
Полный ход	25,2	17	27,3	27,7	17,1
Разница по виброускорению на элементах ПЛМ с использованием паспортного масла и после наработки «CUPPER» 10 часов, m/s^2					
Холостой ход	-0,3	0,1	-3	-0,7	-0,5
Малый ход	0,5	0,1	-4	-0,2	0,9
Средний ход	2	2,7	1,5	0,6	0,3

Продолжение таблицы 12

Полный ход	-6,1	-1,3	-8,1	7,2	-0,3
Разница по виброускорению на элементах ПЛМ с использованием паспортного масла и после наработки «CUPPER» 20 часов, м/с²					
Холостой ход	0,2	-0,1	-2,8	1,2	1,3
Малый ход	1,2	0,7	-4,3	-0,3	0
Средний ход	-4,1	-1,5	-0,1	-0,3	0
Полный ход	-1,2	0,4	-10,4	8,7	0,6

Выводы по эксперименту:

1. При испытаниях на полном ходу было отмечено, что виброускорение при использовании масла «CUPPER» после наработки 10 часов снижается на транце крепления ПЛМ на 23,1% и по оси X румпеля ПЛМ на 21,5%.

2. Виброускорение при использовании масла «CUPPER» после наработки 20 часов снижается на транце крепления ПЛМ на 4,54% и по оси X румпеля ПЛМ на 27,6% (на полном ходу).

3. Отмечено снижение виброускорения на румпеле ПЛМ по оси X после наработки на масле «CUPPER» практически на всех режимах работы.

4. Отмечено, что снижение виброускорения на поверхности МОБ не значительно.

5. При наработке 10 часов на масле «CUPPER» на полном ходу по оси Y на румпеле ПЛМ отмечено повышение виброускорения на 37,9%, а при наработке 20 часов на масле «CUPPER» на 45,8%.

3.9 Оценка погрешностей измерений

При обработке результатов экспериментов были произведены следующие действия для учета погрешностей измерения.

1. Учтены погрешности контрольно-измерительных приборов:

- газоанализатор «Инфракар-А-02» имеет пределы допускаемой приведённой погрешности измерений CO и CH: $\pm 5\%$;

- тахометр «SEA-PRO» TSP-02 имеет погрешность ± 10 об/мин;

- пирометр «Testo» 830-T1 имеет погрешность: $\pm 1,5$ °С или $\pm 1,5$ % от изм. знач. (+0,1 ... +400 °С);

- термометр «TESTO-905-N1» имеет погрешность: ± 1 °С в диапазоне температур от -50 до +99,9 °С и $\pm 1\%$ от измеренного значения в остальном диапазоне;

- измерительный комплекс «Экофизика – 110» имеет погрешность в режиме измерения шума: $\pm 0,4$ дБ;

- виброметр AR63B имеет погрешность определения виброускорения $\pm 5\%$.

2. Погрешность установки приборов исключались несколькими замерами. При использовании шумомера «Экофизика – 110» несколько замеров обеспечиваются режимом «Мультизапись», в результате чего в одном файле программы «Signal + 3G Light» может быть сформировано несколько отдельных замеров

3. Оценка погрешностей результатов экспериментов производилась при помощи оценки абсолютной и относительной погрешности.

Абсолютная погрешность измеряемого параметра δx_i оценивается по формуле:

$$\delta x_i = x_i - x, \quad (7)$$

где x_i – измеряемый параметр;

- x – истинное значение измеряемого параметра.

При небольших объемах выборки эксперимента и при неизвестности – истинного значения измеряемой величины x_i , рекомендуется для оценки абсолютной погрешности использовать в качестве x среднеарифметическую величину измеряемого параметра \bar{x} , согласно формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (8)$$

Относительная погрешность в процентах определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}}, \quad (9)$$

Для оценки относительной случайной погрешности рассчитывают среднеквадратичную погрешность s (стандартное отклонение выборки), которая является мерой разброса и характеризует случайную погрешность по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (10)$$

Стандартное отклонение среднего результата $s_{\text{ср}}$ может также оцениваться по формуле:

$$s_{\text{ср}} = \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (11)$$

Таким образом, при определении результатов измерений исключались данные, имеющие погрешность выше 5%, которые являются грубыми ошибками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи со следующими результатами.

1. Использование масла «CUPPER» дает снижение образования пленки на поверхности воды. Доля пленочных нефтепродуктов от общей массы нефтепродуктов в воде при использовании «паспортного» масла составила 52,31%, а при использовании масла «CUPPER» 41,74% (при наработке 10 часов) и 26,15% (при наработке 20 часов). После наработки 10 часов с использованием масла «CUPPER» снизилась масса растворенных нефтепродуктов в воде с 0,1126 г. до 0,0621 г., то есть в 1,81 раза. При этом, снизилось и количество общего количества нефтепродуктов в воде с 0,2361 г. до 0,1066 г., то есть в 2,21 раза.

2. Общая масса нефтепродуктов в воде при использовании масла «CUPPER» снизилась с 0,2361 г. при использовании «паспортного» масла до 0,1066 г (при наработке 10 часов) и до 0,169 г. (при наработке 20 часов).

3. После наработки 10 часов на масле «CUPPER», количество общего фосфора в воде возрастает с 76 до 90 мкг/дм³, то есть в 1,18 раза. После наработки 20 часов на масле «CUPPER», количество общего фосфора в воде снижается до 69 мкг/дм³, что меньше как при использовании «паспортного» масла в 1,1 раза (76 мкг/дм³), так и при наработке 10 часов на масле «CUPPER» в 1,3 раза (90 мкг/дм³).

4. Количество фосфат ионов при наработке 10 часов на масле «CUPPER» растет по сравнению с применением «паспортного» масла с 0,069 до 0,084 мг/дм³, то есть, в 1,22 раза. Далее после наработки 20 часов на масле «CUPPER» этот параметр снижается до 0,063 мг/дм³ соответственно, что меньше чем при работе на «паспортном» масле в 1,1 раза.

5. Время, необходимое для нагрева воды на 10 °С при использовании «паспортного» масла составило 38 мин, а при работе на масле «CUPPER» это время увеличилось соответственно до 47 мин при наработке 10 часов на масле «CUPPER» и до 48 мин при наработке 20 часов. Увеличение времени нагрева воды может быть связано с уменьшением потерь на трение трущихся пар ПЛМ.

6. При наработке ПЛМ на масле «CUPPER» 10 часов было получено, что величина выбросов СО не превышает величины при работе на «паспортном» масле на всех режимах и снижается максимально на 56,32% кроме холостого хода, где отмечено повышение СО на 39,66%. При дальнейшей наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» в течение 20 часов было получено, что выбросы СО снижаются по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле на среднем и малом ходу, максимально на 30,18% (на среднем ходу). При этом, выбросы СО повышается на холостом и малом ходу по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле, максимально на 61,69% (на холостом ходу).

7. При наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» 10 часов было получено, что выбросы СН ppm, становятся ниже, чем при работе на «паспортном» масле максимально на 67,37%. При наработке ПЛМ «Yamaha F4BMHS» на масле «CUPPER» в течение 20 часов было получено, что выбросы СН, ppm растут, по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле на холостом и полном ходу, максимально на 170,53% (на полном ходу). При работе ПЛМ на малом и среднем ходу наоборот, отмечено снижение СН по сравнению с работой ПЛМ на «паспортном» масле, максимально на 20% (на малом ходу).

8. Уровень звука ПЛМ «Yamaha F4BMHS» при использовании масла «CUPPER» снижается при работе на среднем и полном ходу. Наибольшая эффективность в 2,3 дБА достигается после наработки ПЛМ 20 часов и при замерах на полном ходу. Наибольшее снижение уровней звукового давления наблюдается при работе ПЛМ на масле «CUPPER» после наработке на 10 и 20 часов на среднем ходу, в области частот свыше 2000 Гц.

9. При использовании масла «CUPPER» максимальная частота вращения коленчатого вала ПЛМ возрастает до 5800 об/мин (на 6,4% выше, чем при использовании «паспортного» масла) при наработке 20 часов, что говорит о снижении трения в сочленениях и трущихся парах двигателя внутреннего сгорания.

10. При работе на масле «CUPPER» повышается как частота вращения коленчатого вала, так и мощность ПЛМ. После наработки в 10 часов на масле «CUPPER» мощность по сравнению при работе на «паспортном» масле возрастает

на 6,0%, а при наработке 20 часов на 12,1%.

11. Температура выхлопных газов при работе ПЛМ на масле «CUPPER» ниже на 12%, чем при работе на «паспортном» масле.

12. При испытаниях на полном ходу ПЛМ было отмечено, что виброускорение при использовании масла «CUPPER» после наработки 10 часов снижается на транце крепления ПЛМ на 23,1% и по оси X румпеля ПЛМ на 21,5%. После наработки 20 часов на масле «CUPPER» виброускорение снижается на транце крепления ПЛМ на 4,54% и по оси X румпеля ПЛМ на 27,6% (на полном ходу).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012. О безопасности маломерных судов, 2012. – 38 с.
2. ГОСТ 28556-16. Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности. М.: Стандартиформ, 2016. – 11 с.
3. ГОСТ ISO 8178-1-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах. М.: Стандартиформ, 2015. – 103 с.
4. ГОСТ ISO 8178-4-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах. М.: Стандартиформ, 2014. – 26 с.
5. Инструкция по эксплуатации подвесного лодочного мотора «Yamaha F4BMHS».
6. Моторы лодочные. Программа и методика измерения объемных долей оксида углерода (CO) и суммы углеводородов (CH) в отработавших газах моторов лодочных при проведении технического освидетельствования. 770020000 ПМ 28. – М., 2001. – 8 с.
7. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Стандартиформ, 2018. – 26 с.
8. ГОСТ Р 52517-2005. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний. М.: Стандартиформ, 2006. – 32 с.
9. Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А. Малый опытовый бассейн // Патент на полезную модель RU 182049 U1, 01.08.2018. Заявка №2017140540 от 21.11.2017 г.
10. Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А., Малый опытовый бас-

сейн // Патент на полезную модель RU 196596 U1, 06.03.2020. Заявка №2019130712 от 26.09.2019 г.

11. Сравнительная оценка экологических и технических параметров двухтактного подвесного лодочного мотора при использовании различных марок смазочного масла: отчет о НИР (заключительный) / ФГБОУ ВО «АГТУ»; рук. Покусаев М. Н.; исполн.: Хмельницкий К. Е., Хмельницкая А. А., Горбачев М. М., Кадин А. А. – Астрахань, 2021. – 56 с. – Библиогр.: с. 44-45. - № ГР 121071400108-9. – Инв. № 221072300042-3.

12. Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А., Сулейманов И.З., Куликов С.А. Тестмотор // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018618538, 13.07.2018. Заявка № 2018615762 от 06.06.2018 г.

13. ГОСТ 32513-2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия (с изменениями). М.: Стандартинформ, 2019. – 9 с.

14. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001). Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. - М.: Стандартинформ, 2010. - 24 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВОДЫ

ФГБУ «СевКасптехмордирекция»
Информационно – аналитический центр

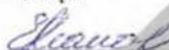
Лист 1
Всего 2

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФГБУ «СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»**

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15, seains@mail.ru

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»
Номер записи в реестре аккредитованных лиц
№ RA.RU.517668

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Информационно-аналитического
центра

 Макарова Е.Н.

28 октября 2021 г.



ПРОТОКОЛ № 181/2021 ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ

Дата выдачи: «28» октября 2021 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 33/21 от 11.10.2021 г.

Цель исследования проб(ы): химический анализ воды

Наименование объекта испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 32/2021 от 13.10.2021 г.; № 33/2021 от 15.10.2021 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата 13.10.2021 г. время 12:00-14:00; дата 14.10.2021 г. время 13:00; дата 15.10.2021 г. время 11:00-12:30.

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 13.10.2021 г. время 14:35; дата 15.10.2021 г. время 13:20

Выполнения измерений начало 13.10.2021 г. окончание 22.10.2021 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 2,5 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке С-БГ/08-07-2021/78128717 действительно до 07.07.2022 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № P/129588, действительно до 09.11.2021 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком.
2. Отпечатано в 2-х экземплярах экз. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., экз. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция».
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ.
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет.
5. При расчете результата измерений используется среднее арифметическое значение.

Протокол лабораторных испытаний № 181/2021

Методика проведения лабораторных испытаний:

ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом ик-спектрофотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.;

ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. Издание 2011 г.

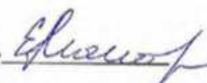
РД 52.10.739-2010 Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия. Издание 2010 г.

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты ¹ , мг/дм ³	Фосфат-ионы ¹ , мг/дм ³	Фосфор общий ² , мкг/дм ³
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97	РД 52.10.739-2010
1	1956	Проба 1. Контроль (13.10.21 12:00)	0,023±0,011	0,065±0,010	74±6
2	1957	Проба 2. Проба 2 (13.10.21 14:00)	0,375±0,090	0,069±0,011	76±6
3	1958	Проба 3. (14.10.21 13:00)	0,217±0,052	0,084±0,013	90±7
4	1959	Проба 4. (15.10.21 11:00)	0,413±0,099	0,063±0,010	69±6
5	1960	Проба 5. (15.10.21 12:30)	0,464±0,111	0,078±0,013	84±7

^{1,2}-количество определений (параллелей)

Проверил: начальник ИАЦ Е. Н. Макарова

подпись 

Исполнители:

Зам. начальника ИАЦ Т.Ф. Соколова

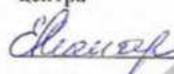
подпись 

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФГБУ «СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15, seains@mail.ru

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Информационно-аналитического
центра

 Макарова Е.Н.

28 октября 2021 г.



ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОТОКОЛУ № 181/2021
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ

Дата выдачи: «28» октября 2021 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 33/21 от 11.10.2021 г.

Цель исследования проб(ы): химический анализ воды

Наименование объекта испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 32/2021 от 13.10.2021 г.; № 33/2021 от 15.10.2021 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата 13.10.2021 г. время 12:00-14:00; дата 14.10.2021 г. время 13:00; дата 15.10.2021 г. время 11:00-12:30.

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 13.10.2021 г. время 14:35; дата 15.10.2021 г. время 13:20

Выполнения измерений начало 13.10.2021 г. окончание 22.10.2021 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журнале регистрации микроклимата (№ 34) в лабораторном помещении (№ 2).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 0,2 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентромер КН-3 св-во о поверке № Р/093967 действительно до 07.07.2021 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический.

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты плочные ¹ , мг/дм ³
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000
1	1957	Проба 2. Проба 2 (13.10.21 14:00)	0,1931
2	1958	Проба 3. (14.10.21 13:00)	0,0696
3	1959	Проба 4. (15.10.21 11:00)	0,069
4	1960	Проба 5. (15.10.21 12:30)	0,0865

¹-количество определений (параллелей)

**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 32/2021 для лабораторного исследования от 13 октября 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 1, 2 доставлены 13.10.2021 г. в 14:35.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 2. Пленочный нефтепродукт (НП 5 14:00) Растворенные нефтепродукты (13.10.21 14:00)	- фоновый	ИКС	0,023 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,1931 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	0,375 мг/дм ³	7,5

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,1931(г/м^2) = 0,1235 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{рст} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,5 \times (0,375 - 0,023) = 0,1126 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,1235 г + 0,1126 г = 0,2361 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 33/2021 для лабораторного исследования от 15 октября 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4, 5 доставлены 15.10.2021 г. в 13:20.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 3. Пленочный нефтепродукт (НП 17-9 13:00)	- фоновый	ИКС	0,023 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,0696 г/м ²	-
Растворенные нефтепродукты (14.10.21 13:00)	- растворённый	ИКС	0,217 мг/дм ³	4,34

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,0696(г/м^2) = 0,0445 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{рост} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,5 \times (0,217 - 0,023) = 0,0621 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,0445 г + 0,0620 г = 0,1066 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 33/2021 для лабораторного исследования от 15 октября 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4, 5 доставлены 15.10.2021 г. в 13:20.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 4. Пленочный нефтепродукт (НП 13 11-12) Растворенные нефтепродукты (15.10.21 11:00)	- фоновый	ИКС	0,023 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,0690 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	0,413 мг/дм ³	8,26

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,0690(г/м^2) = 0,0442 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раств} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,5 \times (0,413 - 0,023) = 0,1248 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_I = 0,0442 г + 0,1248 г = 0,1690 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 33/2021 для лабораторного исследования от 15 октября 2021 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4, 5 доставлены 15.10.2021 г. в 13:20.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 5. Пленочный нефтепродукт (НП 17 12:30)	- фоновый	ИКС	0,023 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,0865 г/м ²	-
Растворенные нефтепродукты (15.10.21 12:30)	- растворённый	ИКС	0,464 мг/дм ³	9,28

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,0865(г/м^2) = 0,0554 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{р.т.5} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,5 \times (0,464 - 0,023) = 0,1411 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,0554 г + 0,1411 г = 0,1965 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ПРИМЕРЫ ЧЕК-ЛИСТОВ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «ИНФРАКАР-А-02»

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 04.12
CH, ppm.. 0160
п, об/мин 3690
Время 12:30:46

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 04.63
CH, ppm.. 0172
п, об/мин 2920
Время 12:35:27

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 03.48
CH, ppm.. 0146
п, об/мин 2960
Время 12:37:17

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 02.97
CH, ppm.. 0124
п, об/мин 2960
Время 12:40:26

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 02.43
CH, ppm.. 0118
п, об/мин -4746
Время 12:46:01

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 03.03
CH, ppm.. 0136
п, об/мин 7720
Время 10:31:00

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 03.25
CH, ppm.. 0126
п, об/мин 7770
Время 10:33:53

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 03.19
CH, ppm.. 0128
п, об/мин 7790
Время 10:35:35

000
АЛЬФА-ДИНАМИКА
ПРОИЗВОДИТ
"ИНФРАКАР"

CO, %.... 05.97
CH, ppm.. 0514
п, об/мин 1740
Время 10:38:13

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «ИНФРАКАР-А-02»



СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ "МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР" (АНО "МИЦ")
наименование аккредитованного в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполнявшего поверку

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц 1245

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № С-ВДИ/14-04-2021/56815864

Действительно до 13.04.2022

Средство измерений	Газоанализаторы: ИНФРАКАР-А; ИНФРАКАР-А-02; Рег. № 22487-08 <small>наименование и обозначение типа, модификация (при наличии) средства измерения, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, присвоенный при утверждении типа</small>
заводской номер	01 <small>заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение</small>
в составе поверено	в полном объеме <small>наименование единиц величин, диапазонов измерений, на которых поверено средство измерений или которые исключены из поверки</small>
в соответствии с	ВЕКМ 413311.005 ДЛ <small>наименование или обозначение документа, на основании которого выполнена поверка</small>
с применением эталонов:	ГСО 10610-2015 СО СОСТАВА ИСКУССТВЕННОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ ПОСТОЯННЫХ И <small>регистрационные номера эталонов и (или) наименования и обозначения типов стандартных образцов и (или) средств измерений, заводские номера, обязательные требования к эталонам</small>
при следующих значениях влияющих факторов:	температура: 22 °С; атм. давление: 99,3 кПа; отн. влажность: 52 % <small>перечень влияющих факторов, при которых проводилась поверка, с указанием их значений</small>
и на основании результатов первичной поверки признано пригодным к применению.	
Постоянный адрес записи сведений о результатах поверки в ФИО ОЕИ:	https://fois.gost.ru/fundmetrology/cm/results/1-56815864
Номер записи сведений о результатах поверки в ФИО ОЕИ:	56815864
Поверитель	Матвеев К.Н. <small>фамилия, инициалы</small>
Знак поверки:	
Главный метролог	 <small>должность руководителя или другого уполномоченного лица</small>
Дата поверки	14.04.2021
	Мазурчик И.А. <small>фамилия, инициалы</small>

Выписка о результатах поверки СИ № С-ВДИ/14-04-2021/56815864 сформирована автоматически 14.04.2021 14:10 по данным, содержащимся в ФИО ОЕИ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

ПАСПОРТ ПРОДУКЦИИ № 642 АВТОМОБИЛЬНЫЙ БЕНЗИН



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЛУКОЙЛ-ЮГНЕФТЕПРОДУКТ»

Юридический адрес: Россия, 355033, Краснодарский край, г. Краснодар,
ул. Ставропольская, 2/1 тел.: (861) 213-40-40, факс: (861) 213-40-02

ПАСПОРТ ПРОДУКЦИИ №642 Автомобильный бензин экологического класса К5 марки АИ - 95 - К5 ГОСТ 32513-2013

ОКПД2: 19.20.21.135

ТН ВЭД 2710124500

Дата изготовления: 11.10.2021 г.
Пробы отобраны по ГОСТ 2517: 11.10.2021 г.
Номер резервуара: 109
Уровень наполнения (см): 631
Масса нетто (т): 402
Дата проведения анализа: 11.10.2021 г.
Дата выдачи паспорта: 11.10.2021 г.



Изготовитель: Россия, ООО "ЛУКОЙЛ-ЮГНЕФТЕПРОДУКТ"
Астраханская нефтебаза № 5
Адрес осуществления деятельности: 414015, Россия,
Астраханская область, г. Астрахань, пл. Заводская, 82а,
тел. (8512) 40-25-17
Испытательная лаборатория:
ООО "ЛУКОЙЛ - ЮГНЕФТЕПРОДУКТ"
414015, Россия, Астраханская область, г. Астрахань,
пл. Заводская, 82а, тел. (8512) 40-21-13
Декларация о соответствии
ЕАЭС N RU Д-РУ. АЕ29. В.02243/20
Срок действия: по 29.11.2023 г.

Таблица 1 - Физико-химические и эксплуатационные показатели топлива					
№	Наименование показателей	Норма по ТР ТС 013 / 2011	Норма по ГОСТ 32513-2013	Фактические значения	Методы испытаний
1	Октановое число:				
	- по исследовательскому методу	не менее 80	не менее 95,0	95,2	ГОСТ 8226
2	- по моторному методу	не менее 76	не менее 85,0	85,4	ГОСТ 511
	Концентрация свинца, мг/дм ³	отсутствие	отсутствие	отсутствие	ГОСТ EN 237
3	Концентрация смол, промытых растворителем мг/ 100 см ³ бензина		не более 5	2,3	ГОСТ 1567
4	Индукционный период бензина, мин		не менее 360	1345	ГОСТ ISO 7536
5	Массовая доля серы, мг / кг	не более 10	не более 10	менее 3	ГОСТ ISO 20884
6	Объемная доля бензола, %	не более 1	не более 1	0,76	ГОСТ 32507 (метод В)
7	Объемная доля углеводородов, %:				
	-олефиновых	не более 18	не более 18	менее 1	ГОСТ 32507 (метод Б)
8	-ароматических	не более 35	не более 35	34,3	
	Массовая доля кислорода, %	не более 2,7	не более 2,7	0,59	ГОСТ EN 13132
9	Объемная доля оксигенатов, %:				
	- метанола	отсутствие	отсутствие	отсутствие	
	- этанола	не более 5	не более 5,0	менее 0,17	
	- изопропилового спирта	не более 10	не более 10,0	менее 0,17	ГОСТ EN 13132
	- трет-бутилового спирта	не более 7	не более 7,0	менее 0,17	
	- изобутилового спирта	не более 10	не более 10,0	менее 0,17	
	- эфиров (C ₂ и выше)	не более 15	не более 15,0	3,2	
	других оксигенатов, (с температурой конца кипения не выше 210°С)	не более 10	не более 10,0	менее 0,17	
10	Испытание на медной пластинке, (3 часа при 50°С)		класс 1	класс 1	ГОСТ 6321
11	Внешний вид		Чистый, прозрачный	Чистый, прозрачный	Визуально по п. 8.2 ГОСТ 32513-2013
12	Плотность при 15°С, кг/м ³		725,0 - 780,0	740,5	ГОСТ Р 51069
13	Концентрация марганца, мг/дм ³		отсутствие	отсутствие	ГОСТ 33158
14	Концентрация железа, мг/дм ³		отсутствие	отсутствие	ГОСТ 32514
15	Объемная доля монометилянилина, %		отсутствие	отсутствие	ГОСТ 32515
16	Давление насыщенных паров (ДНП), кПа в зимний и межсезонный период	35 - 100	35 - 100	87,0	ГОСТ 1756
17	Фракционный состав:		зимний период		
	объемная доля непарящегося бензина, %, при температуре:				
	70°С (И70)		15 - 50	28,0	ГОСТ 2177
	100°С (И100)		40 - 70	49,0	
	130°С (И130)		не менее 75	88,5	
конец кипения, °С		не выше 215,0	189,0		
18	Объемная доля остатка в колабе, %		не более 2,0	1,0	
18	Плотность при 20°С, кг/м ³		не нормируется, определение обязательно	735,9	
19	Максимальный индекс пировой пробы (ИПП)		1350	1066	п. 8.3 ГОСТ 32513-2013

Примечания:
1. Технология производства гарантирует отсутствие монометилянилина, металлосодержащих присадок.
2. Содержание multifunctional присадки гарантируется технологией производства.

Показатели 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 20, определены лабораторией завода - изготовителя: ООО "ЛУКОЙЛ - Волгограднефтепереработка" № 11Л2112040
Заключение:
1. Качество продукции соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013 / 2011 "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту", с изменениями, Приложение № 2, для автомобильного бензина, экологического класса К5 по ГОСТ 32513-2013 с изм. 1.
2. Гарантийный срок хранения продукта один год со дня изготовления, при соблюдении потребителем условий транспортирования в соответствии с ГОСТ 1510-84.



Заведующий лабораторией _____
по доверенности № 04/21-585 от 31.12.2020

Е. Д. Павлова

Копия выдана: _____
Образовательный: Абрамов

12.10.2021 г.

Федеральное агентство по рыболовству
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «АГТУ»)

УДК 629.5:656.6

Рег. № НИОКТР 122061400002-0

Рег. № ИКРБС _____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по ИР и инновациям

ФГБОУ ВО «АГТУ», д.т.н., доцент
Максименко Ю.А.

«24» июня 2022 г.

М.П.



ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИЗЕЛЬНОГО ПОДВЕСНОГО ЛОДОЧНОГО МОТОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК СМАЗОЧНОГО МАСЛА

Руководитель НИР: д.т.н., профессор и. д. у. Покусаев М.Н.

подпись, дата

23.06.2022

Астрахань 2022

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
РЕФЕРАТ.....	3
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР.....	6
2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.....	7
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	19
3.1 Оценка вредных сбросов в воду.....	19
3.2 Оценка времени нагрева воды в МОБ.....	23
3.3 Оценка вредных выбросов в атмосферу.....	27
3.4 Оценка параметров шума.....	29
3.5 Оценка максимальной и минимальной частоты вращения.....	33
3.6 Оценка мощности и упора.....	34
3.7 Оценка температуры выхлопных газов.....	35
3.8 Оценка вибрации на румпеле мотора.....	36
3.9 Оценка погрешностей измерений.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВОДЫ.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ ГАЗОАНАЛИЗАТО- РА ИНФРАКАР М3.01.....	52

РЕФЕРАТ

Отчет 52 с., 16 рис, 12 таб., 14 источн., 2 прил.

СМАЗОЧНОЕ МАСЛО, ДИЗЕЛЬНЫЙ ПОДВЕСНОЙ ЛОДОЧНЫЙ МОТОР, МАЛОМЕРНОЕ СУДНО, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ, ВРЕДНЫЕ СБРОСЫ, ШУМ, ВИБРАЦИЯ.

Объектом исследования является дизельный подвесного лодочного мотора «Yanmar D27»

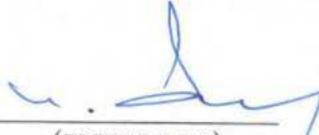
Цель - дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты); выбросов в атмосферу (показатели: CO, CO₂, CH) и других технических параметров дизельного подвесного лодочного мотора «Yanmar D27» (мощности, частоты вращения, упора, уровня шума, уровня вибрации) при использовании различных марок смазочных масел.

В процессе работы проведены сравнительные испытания дизельного подвесного лодочного мотора «Yanmar D27» с применением моторного масла и трансмиссионного масла (в редукторе привода гребного винта) производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER»), и моторного и трансмиссионного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующего техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для дизельных подвесных лодочных моторов;

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи и цель достигнута.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

Руководитель НИР:
д.т.н., профессор


(подпись дата)
23.06.2022

Покусаев М.Н.
(введение, разделы: 2, 3,
заключение)

Исполнители НИР:

к.т.н, доцент


(подпись дата)
23.06.2022

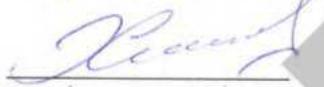
Хмельницкая А.А.
(введение, разделы: 1, 2, 3,
заключение)

к.т.н, доцент


(подпись дата)
23.06.2022

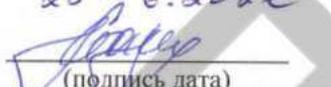
Горбачев М.М.
(введение, разделы: 1, 2, 3,
заключение)

ассистент


(подпись дата)
23.06.2022

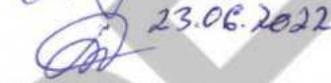
Хмельницкий К.Е.
(разделы: 2, 3)

аспирант


(подпись дата)
23.06.2022

Кадин А.А.
(раздел: 3)

Нормоконтроль


(подпись дата)
23.06.2022

Мажитова Д.А.

ВВЕДЕНИЕ

Снижение вредного воздействия на экологию со стороны транспортных двигателей внутреннего сгорания, в том числе применяемых и на водном транспорте, является важной задачей, которая признается во всем мире. Вредное воздействие подвесных лодочных моторов (далее по тексту ПЛМ), применяемых на маломерных судах, на экологию осуществляется вредными выбросами в атмосферу, сбросами вредных веществ в гидросферу при организации подводного выхлопа отработавших газов, шумовым и вибрационным воздействием на окружающую среду. Важным фактором снижения вредного воздействия на окружающую среду и повышения технико-экономических показателей ПЛМ является применение качественных смазочных масел, что приводит к необходимости поиска их новых марок и видов. Подтверждение качества новых смазочных масел, а также, сравнение их эффективности между собой, чаще всего осуществляется путем проведения практических экспериментов на реальных ПЛМ, что осуществляется в данной НИР.

Цель НИР: дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты), вредных выбросов (СО, СО₂, СН) и других технических параметров дизельного ПЛМ марки «Yanmar D27» при использовании различных марок смазочных масел.

Задачи НИР:

- осуществить сравнительные испытания ПЛМ «Yanmar D27» с применением моторного масла производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER») и моторного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующего техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для дизельных ПЛМ;

- провести обработку результатов испытаний, сделать выводы;
- оформить научно-технический отчет о проделанной НИР.

1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР

При проведении НИР были учтены требования следующих действующих нормативных, технических и методических документов:

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012 «О безопасности маломерных судов», [1];
2. ГОСТ 28556-2016 «Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности», [2];
3. ГОСТ ISO 8178-1-2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах», [3];
4. ГОСТ ISO 8178-4-2013 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах», [4];
5. Инструкция по эксплуатации подвесного лодочного мотора «Yanmar D27», [5].
6. Моторы лодочные. Программа и методика измерения объемных долей оксида углерода (СО) и суммы углеводородов (СН) в отработавших газах моторов лодочных при проведении технического освидетельствования. 770020000 ПМ 28, ГИМС, [6].
7. ГОСТ 7.32-2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», [7];
8. ГОСТ Р 52517-2005 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний», [8].

2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для обеспечения работы по НИР использовалось следующее лабораторное оборудование и контрольно-измерительные приборы.

Малый опытовый бассейн:

Малый опытовый бассейн (далее по тексту - МОБ) имеет патенты на полезную модель №201293 от 08.12.2020 г., RU 196596 U1 от 06.03.2020 г. [9, 10], ранее использовался для проведения исследований в рамках выполнения НИР «Сравнительная оценка экологических и технических параметров двухтактного подвесного лодочного мотора при использовании различных марок смазочного масла», [11]. Принципиальная схема МОБ представлена на рисунке 1.

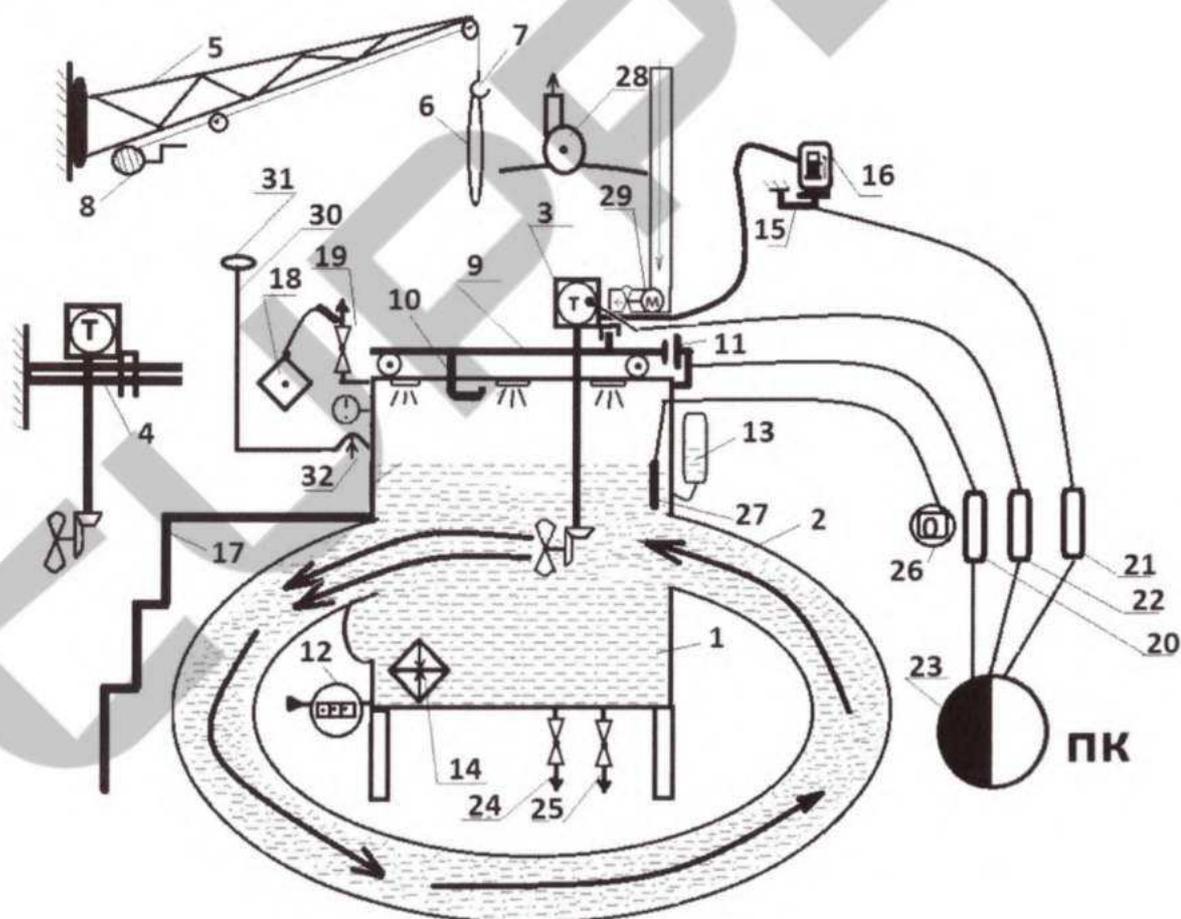


Рисунок 1 - Принципиальная схема МОБ

Согласно рисунку 1: Форма емкости МОБ представляет собой сосуд 1 в виде прямоугольного параллелепипеда из металлических стальных листов с отвер-

стями d 325 в фронтальной и тыльной стороне бассейна к которым сварным швом присоединены отводы обводной трубы 2, обводная труба состоит из четырех отводов d 325 и прямого участка d 325 трубы собранных в виде овала общей протяженностью 3760мм, смонтированного на МОБ в горизонтальной проекции, данную конструкцию заполняют водой через трубопровод холодного водоснабжения с вмонтированным счетчиком контроля потребленного объема воды МОБ. Для удобства передвижения между ПЛМ, датчиками и приборами сверху обводная труба закрыта пайолом. Подвесной лодочный мотор 3 предварительно устанавливается на внешний транец 4 выполненного из однотаврового швеллера. Поворотной стрелой 5, изменяя горизонтальный угол подводят к месту отстоя ПЛМ, обхватывают стропой 6 ПЛМ через технологическое пространство между дейдвудом и транцевым кронштейном со струбцинами и по средствам её вывешивают ПЛМ на крюк чалочного типа 7 находящегося на металлическом стальном оцинкованном тросе ручной лебедки 8 грузоподъемностью 700кг. ПЛМ вертикально подтягивают к блоку стрелы и перемещают изменяя горизонтальный угол к подвижному транцу 9 выполненному из профильной трубы в виде тележки на четырех колесах с крючкообразными ограничителями 10 охватывающими кромку МОБ ограничивающих поднятие мотора с транцем относительно МОБ при его работе. Транец укомплектован сменной металлической прокладкой выполненной в виде клина для изменения угла атаки винта предназначенного для направления потока создаваемого винтом к центру канала обводной трубы, данная металлическая прокладка предназначена для испытания моторов с длиной дейдвуда менее стандарта L-508 мм. К подвижному транцу ПЛМ притягивается двумя струбцинами.

При включении скорости на работающем ПЛМ на различных режимах создается упор винта, и ПЛМ двигается, вперед увлекая за собой подвижный транец, которая в свою очередь создает давление на тензометрический датчик упора винта 11. Залив воды в МОБ производится из системы холодного водоснабжения и контролируется счетчиком объема воды 12. Для контроля за заданным уровнем воды в пределах уровня антикавитационной плиты ПЛМ, достаточного для пол-

ноценной работы водяного насоса системы охлаждения ДВС и для создания упора винта в МОБ, установлен урвнемер 13 работающий по принципу сообщающихся сосудов. Для модуляции летнего и зимнего сезона эксплуатации маломерного судна с ПЛМ на днище корпуса МОБ, установлен внутренний блок теплообменного аппарата 14, парокompрессорной холодильной установки, внешний блок расположен за пределами МОБ и соединен трассой трубопроводов, данный элемент МОБа предназначен для охлаждения и нагрева водной среды в МОБ. Вне основной конструкции МОБ установлен тензометрический (весовой) датчик 15 с расположенной на нем стальной прямоугольной площадкой для размещения расходной емкости 16 с топливным гибким патрубком подающим топливо к ПЛМ. Для удобства работы с приборами на уровне установленного ПЛМ собрана подставная платформа со ступенями 17. Для анализа CO, CH, CO₂, CH, NO в составе вредных выбросов в атмосферу МОБ оборудован газоанализатором «Инфракар М 3.01» 18 который применяется в том числе, специалистами Государственной инспекции по маломерным судам (ГИМС) МЧС России по субъектам Российской Федерации для определения вредных выбросов в отработавших газах подвесных лодочных моторов маломерных судов. Зонд газоанализатора вставлен в сифонообразную конструкцию 19 установленную в верхней части чаши МОБа. В щите аппаратуры установлены логистические контроллеры упора винта 20, весовой логистический контроллер 21, логистический контроллер тахометра 22. Для обработки в программе «ТестМотор» (см. свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 20186185338) к персональному компьютеру 23 сводятся все данные с датчика тахометра, весового датчика и датчика тахометра предварительно обработанные логистическими контроллерами. Из за того, что специфика экспериментов на экологические исследования сбросов выхлопных газов в водную среду требует быстрой смены воды в МОБ, система дренирования 24 так же претерпела изменения, из за увеличившегося объема воды в результате монтажа обводной трубы с 0,55м³ до 0,79м³ потребовалось увеличить диаметр сбросной трубы до d 63. Для отбора проб воды из МОБ во время испытаний предусмотрен сбросной штуцер 25. В коробе блока измерительной аппаратуры смонтированы

три термометра, два цифровых и один аналоговый 26, с термопарами внутри емкости 27. В нижней части МОБ установлено окно в форме полусферы для наблюдением за барботажем. Сверху МОБ накрывается зондом вытяжной вентиляции 28 служащим для удаления отработавших газов из помещения лаборатории. Вытяжной вентиляционный зонд закреплен на зигзагообразной выдвигающейся штанге которая в свою очередь закреплена на кронштейне позволяющий сдвигать вытяжной вентиляционный зонд, тем самым освобождая пространство для вертикального подъема и спуска двигателя на подвижный транец. Обдув ПЛМ осуществляется трубопроводом местной приточной вентиляцией 29 которая по средством подвижных муфтовых соединений может менять направление обдува или при необходимости удаляться со стенда МОБ.

На внешней стенке бассейна со стороны румпельного управления ПЛМ на шарнире закреплена поворотная углообразная штанга 30 длиной 1200 мм с металлической прищепкой для фиксации микрофона шумомера 31, угол горизонтального перемещения углообразной штанги контролируется транспортиром 32. Снаружи емкость и обводная труба покрыта теплоизоляционной краской.

Подвесной лодочный мотор «Yanmar D27»:

В качестве объекта исследований был использован дизельный ПЛМ «Yanmar D27». Общий вид ПЛМ «Yanmar D27» представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Общий вид ПЛМ «Yanmar D27»

Основные технические характеристики ПЛМ «Yanmar D27»:

- Мощность номинальная: 27 л.с. (19.9 кВт);
- Номинальная частота вращения 4500 об/мин;
- Тип: четырехтактный;
- Количество цилиндров: 4 шт.;
- Диаметр цилиндра / Ход поршня: 70/70 мм;
- Система охлаждения: водяное;
- Передаточное число редуктора: 1.846;
- Тип масла для редуктора: SAE 80W-90;
- Тип масла для двигателя: SAE 15W-40;
- Система выпуска отработанных газов: через гребной винт;
- Вес: около 100 кг;
- Используемое топливо: дизельное топливо марки Л по ГОСТ 305-2013

«Топливо дизельное. Технические условия», [13].

Газоанализатор «Инфракар М 3.01»:

Для анализа вредных выбросов в атмосферу используется переносной газоанализатор «Инфракар М 3.01» (рисунок 3), который применяется в том числе, специалистами Государственной инспекции по маломерным судам (ГИМС) МЧС России по субъектам Российской Федерации для определения вредных выбросов в отработавших газах подвесных лодочных моторов маломерных судов.



Рисунок 3 - Общий вид газоанализатора «Инфракар М 3.01»

Характеристики газоанализатора «Инфракар-М 3.01»:

1. Диапазоны измерения, основная погрешность приведены в таблице 1. Шкала прибора по каналу СН отградуирована в объемных долях гексана, для настройки, испытаний и поверки прибора применяются смеси пропана.
2. Габаритные размеры первичного преобразователя Инфракар М: мм, не более: ширина 355, высота 180, длина 310.
3. Масса прибора: не более 7 кг;
4. Потребляемая мощность: не более 40 ВА.
5. Предел допускаемого времени установления показаний равен 30 с. для каналов CO, CH, CO₂ и 60 с. - для канала O₂.
6. Время прогрева не должно превышать 30 мин. при 20 °С.
7. Цена единицы наименьшего разряда отсчетного устройства для CO-0,01%; для CH, CO₂, O₂ - 0.01% .
8. Средняя наработка на отказ 10000 ч.
9. Срок службы: 10 лет.

Таблица 1 – Диапазоны измерения, основная погрешность «Инфракар-М 3.01»

Условное обозначение исполнения	Измеряемая (расчетная) величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности		
			Абсолютной	Относительной	Приведенной к верхнему пределу измерений
Инфракар М 3.01	Объемная доля CO, %	От 0 до 5	$\pm 0,03$	± 3	-
	Объемная доля СН, млн ⁻¹	От 0 до 2000	± 10	± 5	-
	Объемная доля CO ₂ , %	От 0 до 16	$\pm 0,5$	± 4	-
	Объемная доля O ₂ , %	От 0 до 21	$\pm 0,1$	± 3	-
	Частота вращения, об/мин	От 0 до 1200	-	-	$\pm 2,5$
		От 0 до 6000	-	-	$\pm 2,5$
Коэффициент избытка воздуха λ	От 0 до 2	-	-	-	

Шумомер-виброметр «Экофизика - 110» (исполнение «Белая»):

Измерение шума и вибрации ПЛМ производилось при помощи шумомера-виброметра «Экофизика - 110» (рисунок 4), он включает в себя анализатор спектра шума и вибрации.



Рисунок 4 – Общий вид шумомера-виброметра «Экофизика - 110»

Технические характеристики шумомера-виброметра «Экофизика - 110»:

- Класс 1 по МЭК 61260;
- Наименование встроенного программного обеспечения: EPH-V;
- Набор фильтров: октавные, 1/3-октавные фильтры;
- Номинальные среднегеометрические частоты октавных фильтров: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- Погрешность измерения: 0,4 дБ;
- Минимальный уровень измеряемого шума: 22 дБА;
- Максимальный уровень измеряемого шума: 139 дБА.

Для обеспечения экспериментов по шуму использовалось дополнительное оборудование: микрофонный предусилитель P200; акустический калибратор АК-1000; микрофонный капсюль ВМК-205 и лицензионное программное обеспечение «Signal+3G Light».

Виброметр AR63B с выносным датчиком:

Для оценки среднеквадратичных уровней виброускорения м/с^2 на частоте колебаний 1000 Гц на румпеле ПЛМ, транце крепления ПЛМ к МОБ и на поверхности МОБ применялся виброметр AR63B с выносным датчиком (рисунок 5).



Рисунок 5 – Общий вид виброметра AR63B с выносным датчиком

Виброметр AR63B с выносным датчиком имеет следующие технические характеристики при измерении виброускорения:

- диапазон измерений: $0,1 \dots 199,9 \text{ м/с}^2$;
- разрешение: $0,1 \text{ м/с}^2$;
- погрешность измерения: $\pm 5\%$;
- частотный диапазон: 10 Гц - 1 кГц (низкочастотный диапазон), 1 кГц - 15 кГц (высокочастотный диапазон).

Пирометр «Testo» 830-T1:

Для контроля температуры внешних поверхностей МОБ использовался пирометр «Testo» 830-T1 (рисунок 6) со следующими техническими характеристиками:

- Инфракрасный термометр с 1-точечным лазерным целеуказателем, настройкой предельных значений температуры и функцией подачи сигнала тревоги;
- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);
- Номер в ГРСИ РФ: 48507-11;
- Разрешение оптики: 10:1;
- Диапазон измерений температуры: $-30 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Погрешность:
 - составляет $\pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ или $\pm 1,5 \%$ от изм. знач. ($+0,1 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$);
 - составляет $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ или $\pm 2 \%$ от изм. знач. ($-30 \dots 0 \text{ }^\circ\text{C}$), учитывается большее значение.



Рисунок 6 – Общий вид пирометра «Testo» 830-T1

Контактный термометр типа «TESTO-905-N1»:

Для контроля температуры окружающей среды, выхлопных газов ПЛМ «Yanmar D27» и поверхностей МОБ использовался термометр стик-класса «TESTO-905-N1» (рисунок 7) со следующими техническими характеристиками:

- Тип зонда: тип K;
- Диапазон измерений температуры: $-50 \dots +350 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Кратковременная максимальная температура: $+500 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Погрешность измерений: $\pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне температур от -50 до $+99,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\pm 1\%$ от измеренного значения в остальном диапазоне;
- Разрешение: $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);
- Номер в ГРСИ РФ: 38736-08.



Рисунок 7 - Общий вид контактного термометра типа «TESTO-905-N1»

Оборудование для определения вредных сбросов в воду:

Для анализа сбросов пробы воды были переданы в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования ФГБУ «Северо-каспийская дирекция по техническому обеспечению надзора на море» (номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.517668) (Приложение А. Протоколы анализов воды)

Средства измерений: концентратомер КН-3 свидетельство о поверке №С-БГ/08-07-2021/78128717 действительно до 07.07.2022 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № С-БГ/09-11-2021/107889733, действительно до 08.11.2022 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Концентратомер КН-3, который предназначен для измерения массовых концентраций нефтепродуктов, жиров, неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ) в природных объектах, включая пробы питьевых, природных, сточных и очищенных сточных вод.

Технические характеристики КН-3 в области измерений нефтепродуктов в воде:

- определяемые значения массовых концентраций веществ в природных объектах нефтепродуктов в водах: 0,02 - 1 000 мг/дм³;
- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности прибора, при соблюдении нормальных условий для нефтепродуктов: $\pm(0,5 + 0,05 \cdot C_x)$, мг/дм³, где C_x - измеряемое значение массовой концентрации вещества в экстрагенте;
- объём измерительной кюветы: 2,8 мл.

Спектрофотометр ПЭ-5400ВИ, который используется для экологического контроля в том числе воды.

Технические характеристики спектрофотомера ПЭ-5400ВИ:

- Спектральный диапазон: 315 - 1000 нм;
- Спектральная ширина щели: 4 нм;
- Погрешность установки длины волны: не более ± 1 нм;
- Воспроизводимость установки длины волны: $\pm 0,5$ нм;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении спектральных коэффициентов направленного пропускания: $\pm 0,5$ %Т;
- Диапазон измерений:
 - а) оптическая плотность: от 3,000 до 0,000;
 - б) коэффициент направленного пропускания: от 0,0 до 100,0%.

Тахометр лазерный «СЕМ» АТ-6:

Для измерения частоты вращения коленчатого вала ПЛМ использовался тахометр «СЕМ» АТ-6 (рисунок 8). Технические характеристики тахометра «СЕМ» АТ-6 представлены на таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики тахометра «СЕМ» АТ-6

Параметр	Значение
ЖК-дисплей	5 разрядов
Диапазон измерения частоты вращения	2...99999 об/мин
Разрешение	0,1 об/мин (от 2 до 9999,99 об/мин) 1 об/мин (более 10000 об/мин)
Точность	±0,05%
Дальность бесконтактного измерения	50...500 мм
Габаритные размеры	200x60x40 мм
Вес	220 г



Рисунок 8 - Общий вид лазерного тахометра «СЕМ» АТ-6

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение трех дней с 15.04.2022 по 17.04.2022 гг. при условиях окружающей среды, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 - Условия окружающей среды при испытаниях ПЛМ

Параметр / Дата	15.04.2024	16.04.2022	17.04.2022
Температура окружающей среды, °С	17,4	19	19,3
-Атмосферное давление, мм.рт.ст.	761	763	763

3.1 Оценка вредных сбросов в воду

Для анализа количества вредных сбросов от ПЛМ в воду оценивались следующие параметры:

- пленочный нефтепродукт;
- растворенный нефтепродукт;
- общее количество нефтепродуктов в воде;
- фосфат ион;
- фосфор общий.

Испытания с «паспортным» маслом и маслом «CUPPER» производились при работе ПЛМ на следующих режимах: 5 минут прогрева на холостом ходу, 10 минут работы мотора на малом ходу; 10 минут работы на среднем ходу и 3 минуты работы на полном ходу.

Результаты исследований приведены в таблице 4 и на рисунке 9 - 12.

Таблица 4 – Результаты анализа вредных сбросов в воду от ПЛМ «Yanmar D27»

Дата эксперимента: 14.04.2022 г.			
Контроль параметров чистой воды в МОБ			
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГ-ТУ	Вид анализа	Величина
331	1	Пленочный нефтепродукт г/м ²	0

Продолжение таблицы 4

		Растворенный нефтепродукт мг/дм ³	0,007
		Фосфат-ионы мг/дм ³	0,08
		Фосфор общий мкг/дм ³	28
Дата эксперимента: 14.04.2022 г.			
Контрольные испытания с "паспортным" маслом			
332	2	Пленочный нефтепродукт г/м ²	0,2552
		Растворенный нефтепродукт мг/дм ³	1,981
		Фосфат-ионы мг/дм ³	0,05
		Фосфор общий мкг/дм ³	20
		Масса пленочного нефтепродукта, г.	0,1633
		Масса растворенного нефтепродукта, г.	0,6317
		Общая масса нефтепродукта, г.	0,7950
		Количество ПДК	39,62
Дата эксперимента: 15.04.2022 г.			
Контрольные испытания с маслом "CUPPER" после наработки 15 часов			
333	3	Пленочный нефтепродукт г/м ²	0,2273
		Растворенный нефтепродукт мг/дм ³	4,204
		Фосфат-ионы мг/дм ³	0,06
		Фосфор общий мкг/дм ³	24
		Масса пленочного нефтепродукта, г.	0,1455
		Масса растворенного нефтепродукта, г.	1,3430
		Общая масса нефтепродукта, г.	1,4885
		Количество ПДК	84,08
Дата эксперимента: 16.04.2022 г.			
Контрольные испытания с маслом "CUPPER" после наработки 30 часов			
334	4	Пленочный нефтепродукт г/м ²	0,2822
		Растворенный нефтепродукт мг/дм ³	1,074
		Фосфат-ионы мг/дм ³	0,07
		Фосфор общий мкг/дм ³	30
		Масса пленочного нефтепродукта, г.	0,1806
		Масса растворенного нефтепродукта, г.	0,3414
		Общая масса нефтепродукта, г.	0,5220
		Количество ПДК	21,48

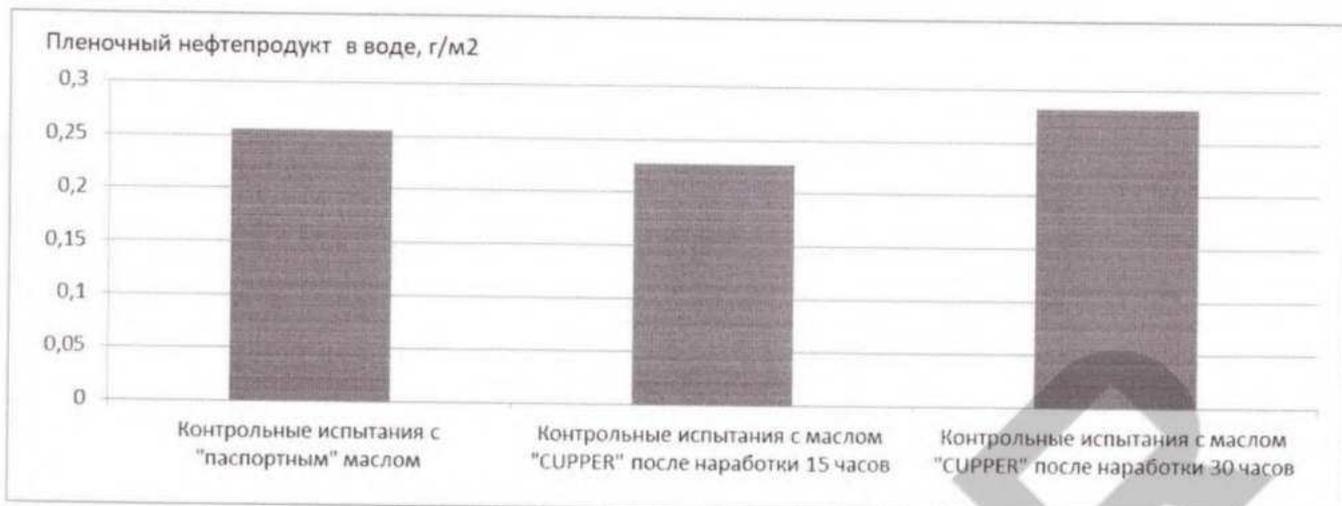


Рисунок 9 – Результаты измерений по пленочному нефтепродукту

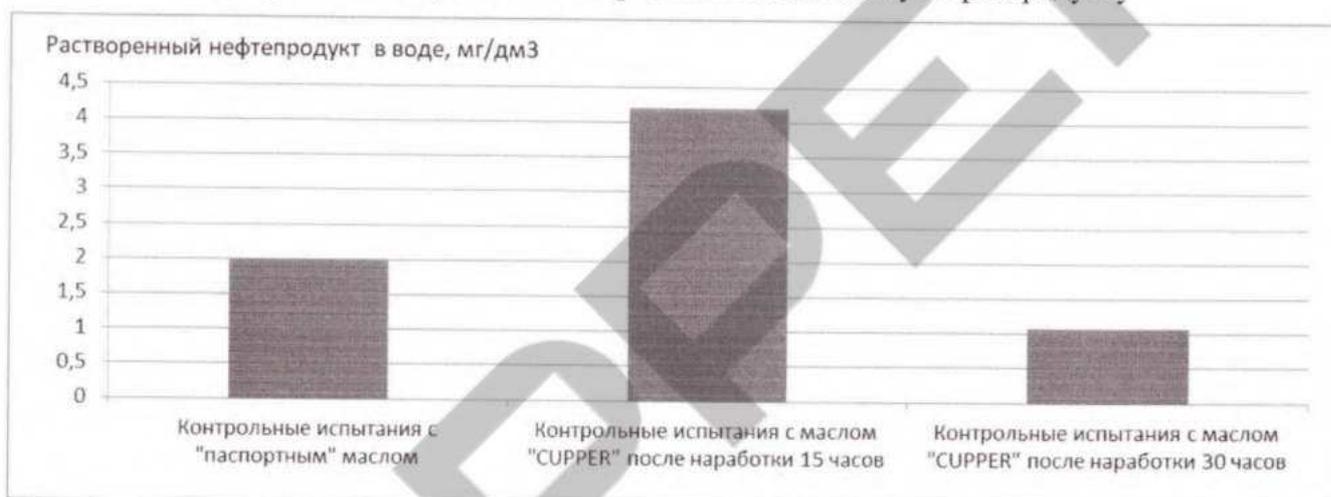


Рисунок 10 – Результаты измерений по растворенному нефтепродукту

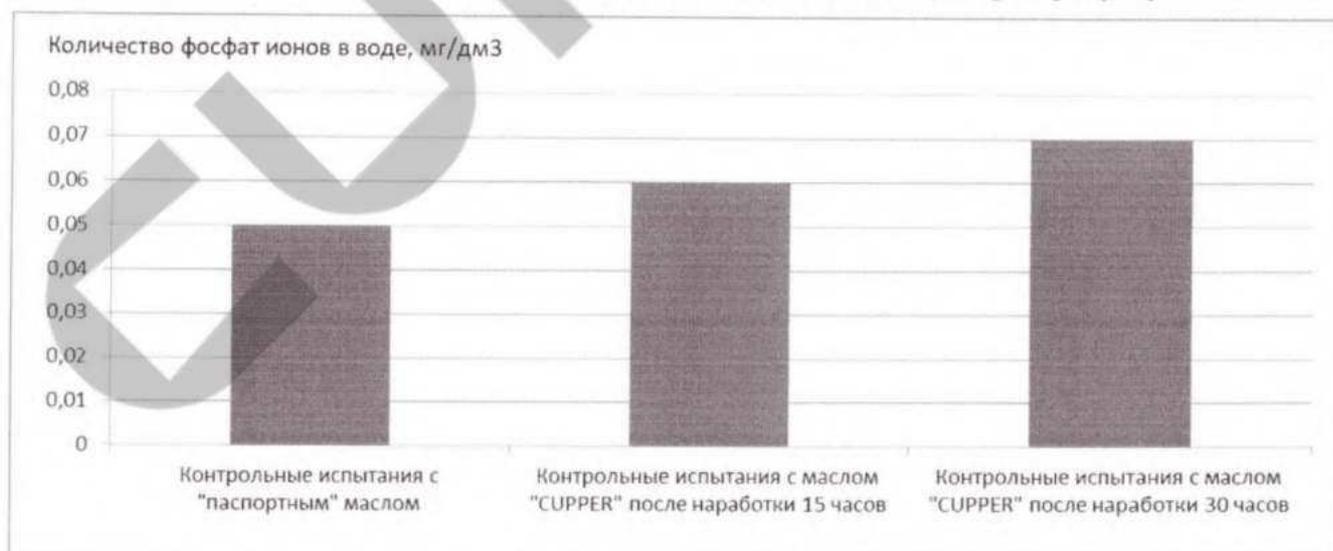


Рисунок 11 – Результаты измерений по фосфат-ионам

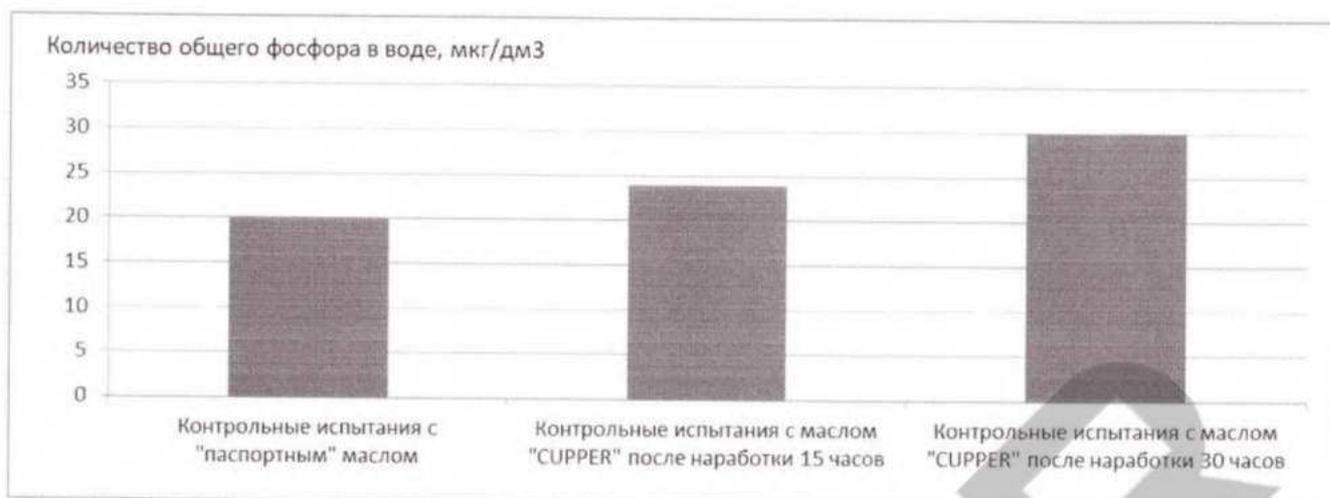


Рисунок 12 - Результаты измерений по общему фосфору

Результаты измерений позволяют говорить о следующих фактах:

Выводы по сбросам нефтепродуктов в воду:

1. Количество пленочного нефтепродукта при использовании масла «CUPPER» после наработки 15 часов снижается на $0,0279 \text{ г/м}^2$ (10,9%) по сравнению с количеством при использовании паспортного масла. После наработки 30 часов на масле «CUPPER» количество пленочного нефтепродукта наоборот, увеличилось на $0,027 \text{ г/м}^2$ (10,6%) по сравнению с количеством при использовании паспортного масла.

2. Количество растворенного нефтепродукта при наработке 15 часов на масле «CUPPER» возрастает на $2,22 \text{ мг/дм}^3$ (на 112%), а при наработке 30 часов на масле «CUPPER» снижается на $0,907 \text{ мг/дм}^3$ (на 45,8%) по сравнению с количеством при использовании паспортного масла.

3. Общее количество нефтепродуктов, попавших в воду увеличивается после наработки 15 часов на масле «CUPPER» по сравнению с работой на паспортном масле с 0,7950 г. до 1,4885 г. (фактически в 1,87 раза), при дальнейшей наработке общим объемом 30 часов на масле «CUPPER», общий объем нефтепродуктов снизился до 0,5220 г, что на 34,3% по сравнению с результатами при работе на паспортном масле.

Выводы по количеству фосфатов в воде:

1. Количество фосфат ионов при наработке 15 часов на масле «CUPPER» растёт на $0,01 \text{ мг/дм}^3$ (на 20%), а при наработке 30 часов на масле «CUPPER» растёт на $0,02 \text{ мг/дм}^3$ (на 40%), чем при работе ПЛМ на паспортном масле.

2. Количество общего фосфора также возрастает, при наработке 15 часов на масле «CUPPER» на 4 мкг/дм^3 (на 20%), а при наработке 30 часов на масле «CUPPER» на 10 мкг/дм^3 (на 50%), чем при работе ПЛМ на паспортном масле.

Согласно последним наблюдениям, встречающимся в свободном доступе на различных форумах и сайтах специализирующихся на обсуждении качества смазочных материалов, а так же специалистов Yasuo Esaki, Tomoji Ishiguro, Naritomo Suzuki из Toyota Research & Development Labs, Masahiko Nakada из Toyota Motor Corporation, повышенное количество общего фосфора в воде при работе ПЛМ на масле «CUPPER», по сравнению с экспериментом на «паспортном» масле, может объясняться хорошей моющей способностью масла «CUPPER», в связи с тем, что испытуемый двигатель ПЛМ был в эксплуатации 4 сезона, вследствие чего возможно появление отложений на элементах впускных клапанов двигателя. Данные отложения состоят из окисленных органических веществ, полученных из концентрированного базового масла и/или присадок к маслу. Состоятельность данной гипотезы необходимо проверять дополнительными экспериментами.

3.2 Оценка времени нагрева воды в МОБ

Был проведен эксперимент по оценке времени нагрева воды в МОБ на $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при работе ПЛМ на «паспортном» масле и на масле «CUPPER» с разным объемом наработки.

В результате были получены следующие результаты:

- время нагрева при работе на «паспортном» масле: 71 мин. 30 сек.;
- время нагрева при работе на масле «CUPPER» после наработки 15 часов: 63 мин.;
- время нагрева при работе на масле «CUPPER» после наработки 30 часов: 65 мин. 15 сек.

Для подробного анализа количества теплоты, выделенного в воду при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» была использована методика теплового баланса.

Доля теплоты (%), которая выделена в воду, q_v определялась по формуле:

$$q_v = 100 \cdot Q_v / Q_T, \quad (1)$$

где Q_v – теплота, выделенная в воду при работе ПЛМ, кДж;

Q_T – теплота от сгорания топлива, кДж.

Теплота, выделенная в воду, Q_v (кДж/кг), определяется по формуле:

$$Q_v = C_v \cdot M_v \cdot \Delta t_v, \quad (2)$$

Где $C_v = 4,19$ кДж/(кг*град) – теплоемкость воды;

M_v = масса воды, кг;

$\Delta t_v = 10$ °С – перепад для нагрева воды в МОБ;

Масса воды в МОБ определяется по формуле:

$$M_v = V \cdot \rho_v, \quad (3)$$

Где V – объем воды в МОБ, м³;

$\rho_v = 1000$ кг/м³ – плотность воды.

Теплота от сгорания топлива, Q_T (кДж/кг) определяется по формуле:

$$Q_T = G_T \cdot Q_{\text{раб}}, \quad (4)$$

G_T – масса расходуемого топлива, кг;

$Q_{\text{раб}} = 42300$ кДж/кг – низшая теплота сгорания топлива.

Масса расходуемого топлива, G_T (кг) определяется по формуле:

$$G_T = V_T \cdot \rho_T, \quad (5)$$

Где V_T – объем израсходованного топлива, м³;

$\rho_T = 860$ кг/м³ – плотность дизельного топлива.

В результате испытаний ПЛМ на частоте вращения 2100 об/мин были получены результаты, приведенные в таблицах 5 - 7.

Таблица 5 – Результаты работы ПЛМ «Yanmar D27» на «паспортном» масле

Время, мин.	Температура воды в МОБ, °С
0	19,6
20	22,4

Продолжение таблицы 5

25	23,1
34	24,5
36	24,8
40	25,4
46	26,2
50	26,7
55	27,2
60	27,9
65	28,7
68	29,2
70	29,2
71,5	29,6
Параметр	Значение
Масса расходуемого топлива, кг	0,8686
Количество воды в МОБ, кг	790
Теплота для нагрева воды, кДж	33101
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	36741,78
Доля теплоты, выделенной в воду, %	0,901
Удельная теплота, выделенная в воду, кДж/мин.	462,95

Таблица 6 – Результаты работы ПЛМ «Yanmar D27» на масле «CUPPER» после 15-ти часовой наработки

Время, мин.	Температура воды в МОБ, °С
0	19,5
3,4	20,2
5,4	20,5
7	20,7
10	21,3
15	22,1
22	23,3
27	24,1
30	24,7
36	25,6
43	26,7
52	27,8
57	28,6
62	29,1
63	29,5
Параметр	Значение
Масса расходуемого топлива, кг	0,873
Количество воды в МОБ, кг	790
Теплота для нагрева воды, кДж	33101
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	36923,67

Продолжение таблицы 6

Доля теплоты, выделенной в воду, %	0,896
Удельная теплота, выделенная в воду, кДж/мин.	525,41

Таблица 7 – Результаты работы ПЛМ «Yanmar D27» на масле «CUPPER» после 30-ти часовой наработки

Время, мин.	Температура воды в МОБ, °С
0	17,6
5	18,5
19	20,9
27	22,2
32	22,9
48	25,2
57	26,5
60	27,2
65,25	27,6
Параметр	Значение
Масса расходуемого топлива, кг	0,817
Количество воды в МОБ, кг	790
Теплота для нагрева воды, кДж	33101
Теплота от сгорания топлива при эксперименте, кДж	34559,1
Доля теплоты, выделенной в воду, %	0,958
Удельная теплота, выделенная в воду, кДж/мин.	507,3

Выводы по проведенному эксперименту:

1. Время, необходимое для нагрева воды на 10 °С при наработке на масле «CUPPER» в течение 15 часов меньше на 8,5 мин. (12%), чем при работе на паспортном масле, а при наработке 30 часов меньше на 6,25 мин. (8,7%), чем при работе на паспортном масле;

2. Расход топлива на нагрев воды на 10 °С при использовании паспортного масла составил 0,869 кг, при использовании масла «CUPPER» после наработки 15 часов осталось приблизительно на том же уровне 0,873 кг, (различие 0,5%). При наработке 30 часов на масле «CUPPER» расход топлива составил 0,817 кг, что на 6% меньше, чем при работе на паспортном масле.

3.3 Оценка вредных выбросов в атмосферу

Оценка вредных выбросов CO₂ (%) и содержания кислорода O₂ (%) в выхлопных газах ПЛМ «Yanmar D27» на «паспортном» масле и масле «CUPPER» после наработки в 15 и 30 часов приводится в таблице 8 и на рисунке 13.

Таблица 8 – Вредные выбросы в атмосферу ПЛМ «Yanmar D27» и содержание O₂ в выхлопных газах при использовании «паспортного» масла и после наработки 15 и 30 часов на масле «CUPPER»

Параметр	Паспортное масло	Масло "CUPPER", на- работка 15 часов	Масло "CUPPER", на- работка 30 часов
Холостой ход			
Время работы, 5 мин.			
CO ₂ , %	0,8	0,56	0,51
O ₂ , (%)	21,05	19,84	19,99
Малый ход			
Время работы, 5 мин.			
CO ₂ , %	1,67	0,87	1,15
O ₂ , %	20,84	19,14	18,59
Время работы, 7 мин.			
CO ₂ , %	1,68	0,72	1,11
O ₂ , %	20,83	19,27	18,70
Время работы, 10 мин.			
CO ₂ , %	1,67	0,90	1,18
O ₂ , %	20,80	19,92	18,71
Средний ход			
Время работы, 5 мин.			
CO ₂ , %	2,59	2,64	2,62
O ₂ , %	16,76	16,30	16,57
Время работы, 7 мин.			
CO ₂ , %	2,64	2,63	2,52
O ₂ , %	16,72	16,22	16,66
Время работы, 10 мин.			
CO ₂ , %	2,48	2,58	2,37
O ₂ , %	17,41	16,47	16,78

Продолжение таблицы 8

Полный ход			
Время работы, 5 мин.			
CO ₂ , %	2,42	3,84	2,61
O ₂ , %	14,54	11,84	15,41
Время работы, 7 мин.			
CO ₂ , %	3,62	5,67	4,04
O ₂ , %	14,57	9,80	11,95
Время работы, 10 мин.			
CO ₂ , %	5,12	5,13	3,66
O ₂ , %	15,27	13,18	13,34

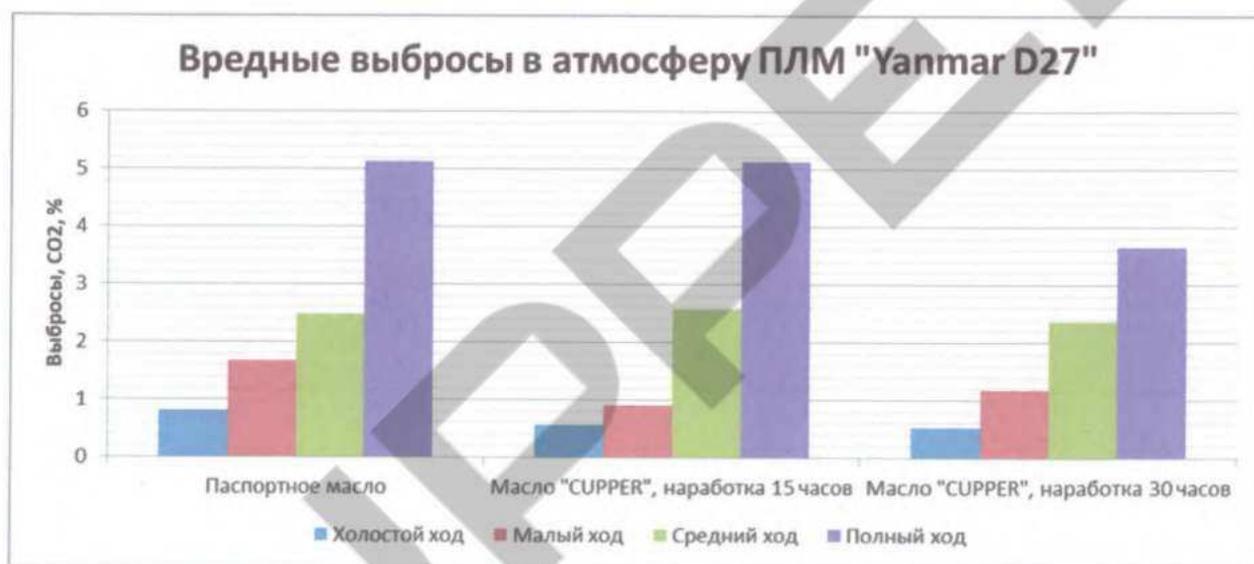


Рисунок 13 – Вредные выбросы CO₂ (%) в атмосферу ПЛМ «Yanmar D27» при использовании «паспортного» масла и после наработки 15 и 30 часов на масле «CUPPER»

Выводы по проведенному эксперименту:

1. При наработке 15 часов на масле «CUPPER» выбросы CO₂ снижаются на холостом и малом ходу, на среднем и полном ходу имеется незначительное повышение по сравнению с работой ПЛМ на паспортном масле.
2. После наработки 30 часов на масле «CUPPER» выбросы CO₂ снижаются на всех режимах работы при фиксировании результатов после 10 минут работы ПЛМ.

3. Максимальное снижение выбросов CO₂ на 1,46% (объемное содержание CO₂ в выхлопных газах) достигнуто на полном ходу после наработки 30 часов на масле «CUPPER».

4. Снижение содержания кислорода O₂ (%) при работе на масле «CUPPER» в отработавших газах свидетельствует о повышении степени окисления химических соединений и снижения вредных выбросов, что в частности, подтверждает снижение выбросов CO₂.

5. Превышение СО и СН не происходило ни при одном из режимов работы.

3.4 Оценка параметров шума

В ходе исследования оценивалось изменение уровня звука (дБА) и октавных уровней звукового давления (дБА) шума ПЛМ «Yanmar D27» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER».

Результаты измерений шума ПЛМ «Yanmar D27» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» без наработки и после наработки в 15 и 30 часов приведены в таблице 9, а влияние масла «CUPPER» на снижение уровня звука - на рисунке 14, на уровни звукового давления на рисунке 15.

Влияние масла «CUPPER» ΔL, дБА на снижение параметров шума ПЛМ определялось по формуле:

$$\Delta L = L_{\text{пасп.}} - L_{\text{cupper}}, \quad (6)$$

Где $L_{\text{пасп.}}$ - уровень звука, дБА (для общего шума) или уровень звукового давления, дБА (при анализе частотного спектра шума) при работе ПЛМ на «паспортном» масле;

L_{cupper} - уровень звука, дБА (для общего шума) или уровень звукового давления, дБА (при анализе частотного спектра шума) при работе ПЛМ на масле «CUPPER».

Таблица 9 – Результаты измерения уровня шума ПЛМ «Yanmar D27» при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER»

Вид масла	Частота, Гц										Средний уровень звука, дБА (SLOW)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
	Холостой ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	48,5	65,4	74,6	75,5	73,3	73,7	77,7	75	65,6	53,7	82,8
CUPPER после наработки 15 часов	44,4	65,9	72,5	64,2	70,5	74	78,5	73,3	64,3	52,4	81,7
CUPPER после наработки 30 часов	44,6	62,1	71,1	65,3	70,4	71	74,1	69,6	60,3	49,2	78,5
	Малый ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	50,7	69,2	78,7	80,9	79,1	80,3	85,0	80,9	70,3	57,4	89,0
CUPPER после наработки 15 часов	44,2	65,9	72,8	64,3	70,5	73,6	79,9	73,4	64,3	51,8	82,4
CUPPER после наработки 30 часов	47,5	61,3	76,1	71,2	75,1	77,5	79,2	75,1	66,9	55,3	83,8
	Средний ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	44,6	69,4	76,5	85,5	90,1	85,1	89,1	85,4	78,6	65,1	94,7
CUPPER после наработки 15 часов	44,3	66,9	76,3	84,2	87,6	85,7	90,1	86,0	78,9	66,3	94,3
CUPPER после наработки 30 часов	44,2	67,5	76,4	83,2	86,6	84,8	89,6	85,6	79,2	66,7	93,6
	Полный ход / Октавные уровни звукового давления, дБА										
ПАСПОРТНОЕ	45,8	72,1	87,5	92,6	101,8	95,4	96,3	91,6	86,3	77,4	104,4
CUPPER после наработки 15 часов	43,5	70,3	89,0	89,8	96,0	96,2	98,8	94,5	89,3	79,1	103,2
CUPPER после наработки 30 часов	43,1	74,2	84,6	90,7	98,6	94,0	95,9	91,2	86,1	76,6	102,1

Согласно таблице 9 четко прослеживается тенденция по снижению уровней звукового давления, дБА на холостом и малом ходах (наибольшее снижение достигнуто именно на малом ходу), что приводится на рисунке 14.

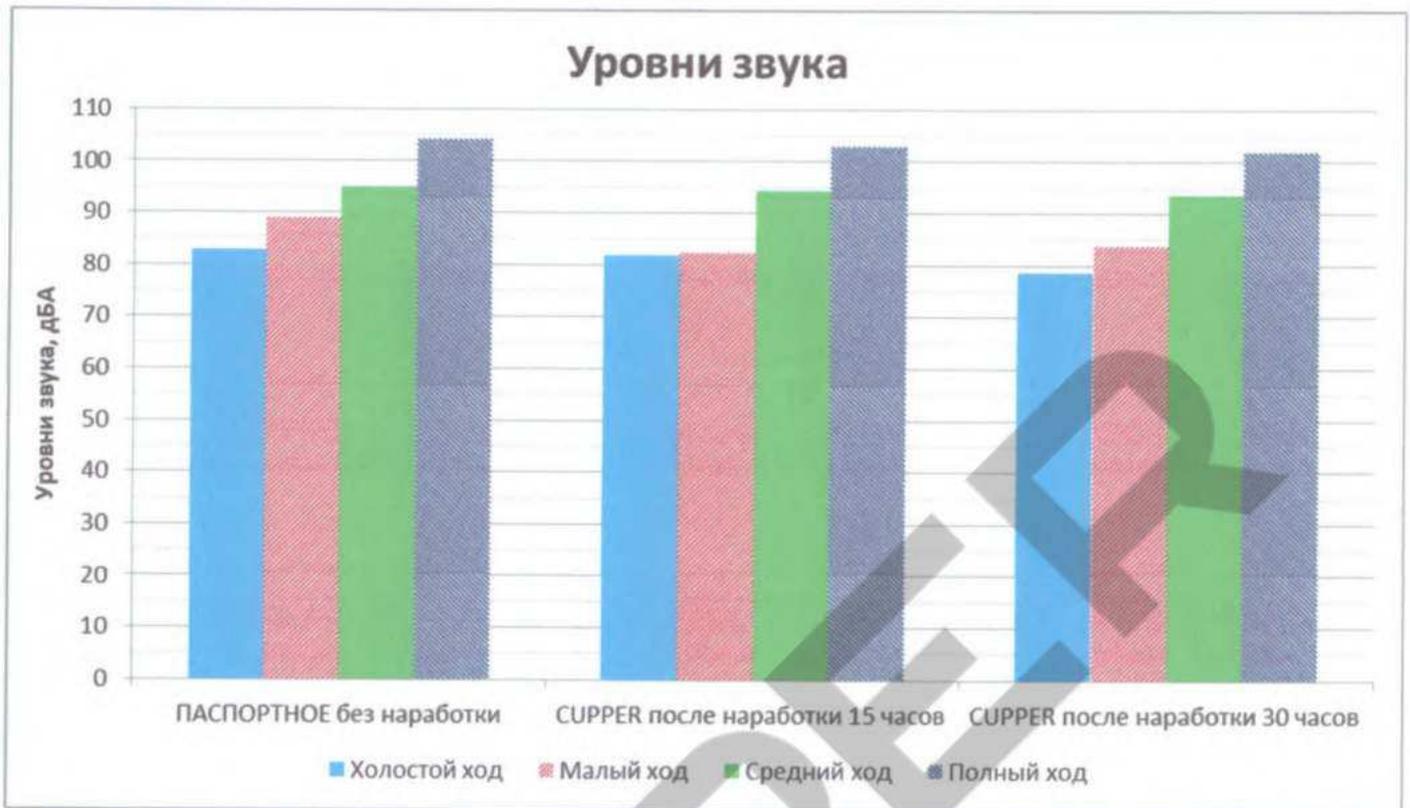


Рисунок 14 – Влияние масла «CUPPER» на снижение уровня звука при работе ПЛМ «Яanmar D27»



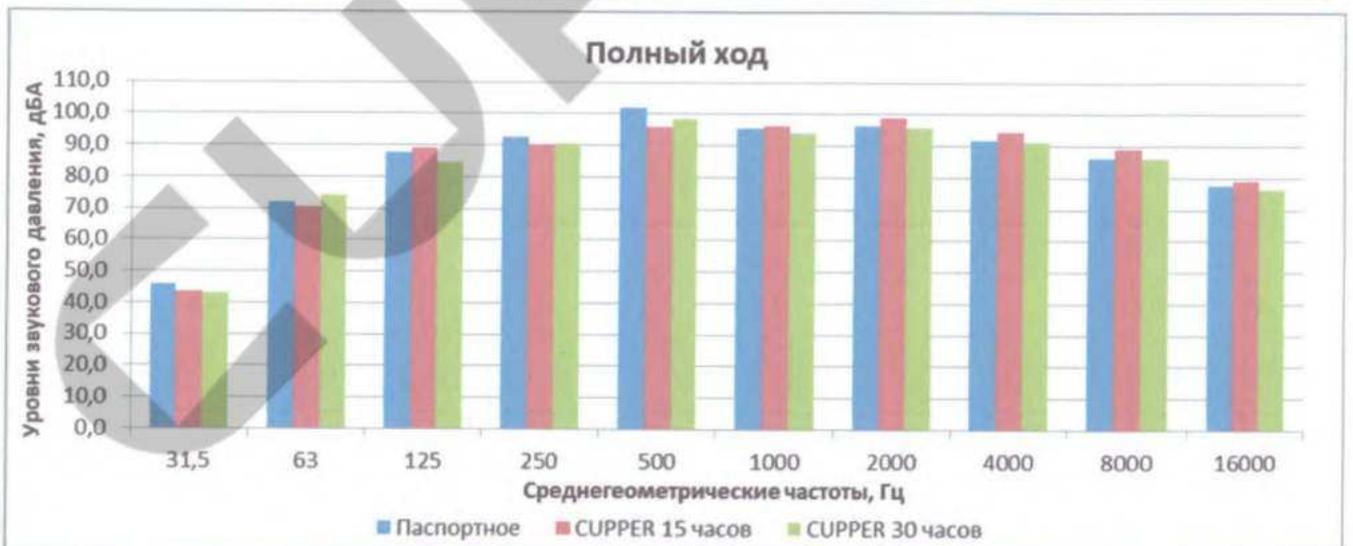
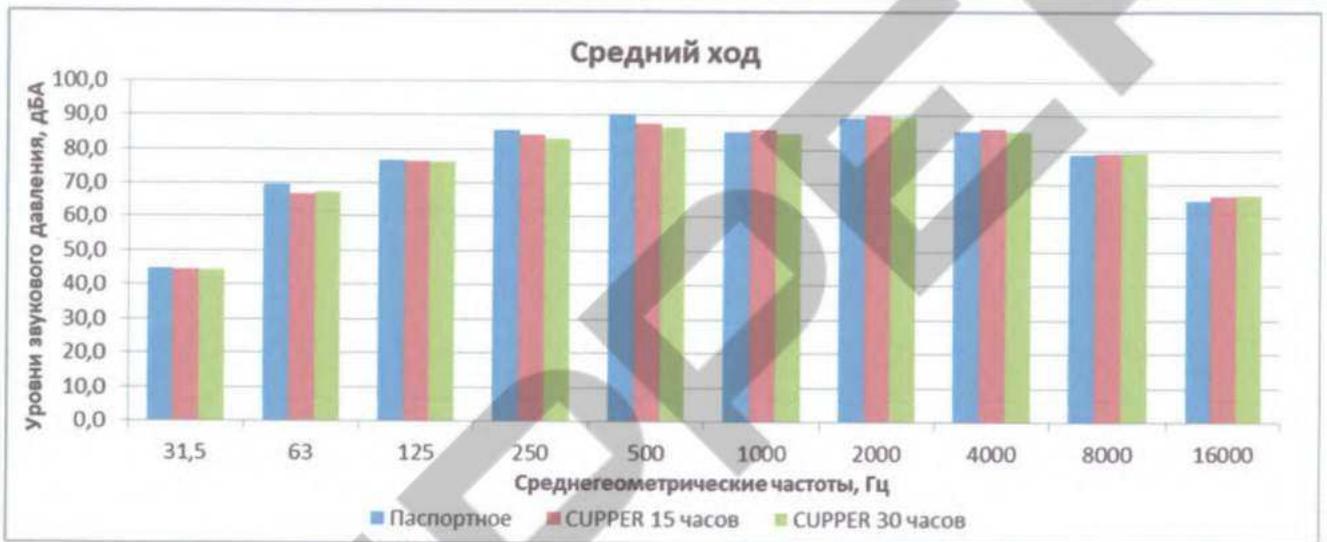
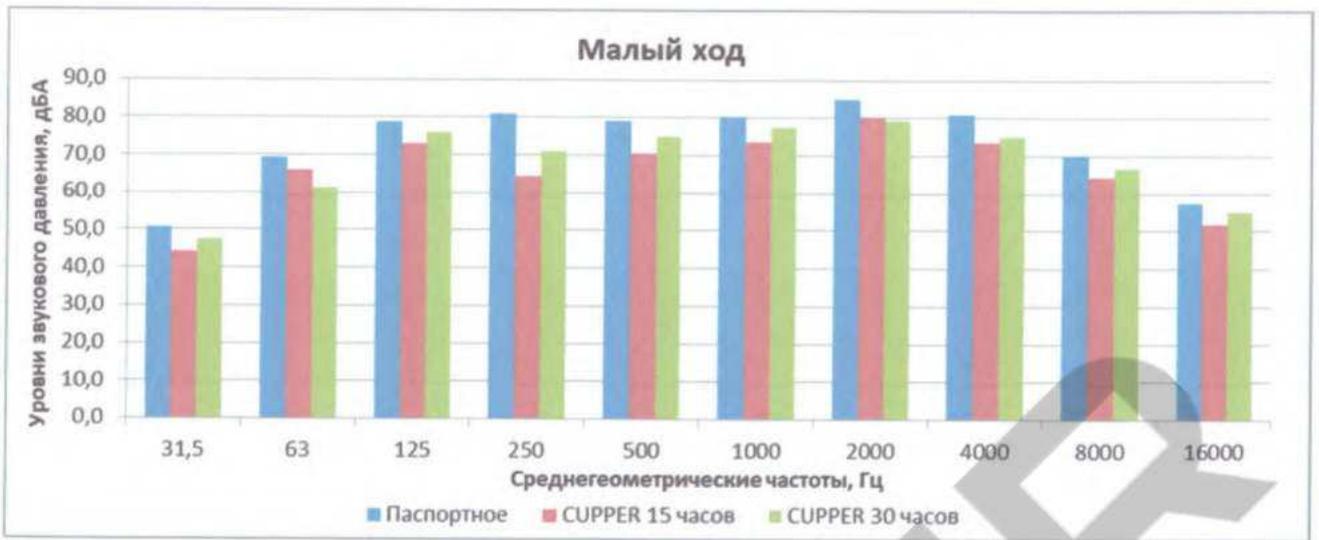


Рисунок 15 – Влияние масла «CUPPER» на снижение уровней звукового давления (дБА) шума при работе ПЛМ «Yanmar D27»

Выводы по проведенному эксперименту:

1. При работе ПЛМ на паспортном масле уровень шума выше, как по уровням звукового давления в октавных частотах, так и по уровню звука.
2. Наибольший эффект по снижению шума получен после наработки ПЛМ в течении 15 часов на масле «CUPPER» на малом ходу. Максимальное снижение 16,6 дБА при этом достигнуто на частоте 250 Гц, а на холостом ходу на 11,3 дБА на этой же октавной частоте.
3. Наибольшее снижение уровня звука 6,6 дБА достигнуто на малом ходу.
4. При наработке в 30 часов на масле «CUPPER» параметры шума также ниже, чем при использовании паспортного масла, с улучшением показателей относительно наработки 15 часов на масле «CUPPER» на отдельных режимах работы и по отдельным октавным частотам.
5. Отмечена четкая тенденция снижения уровней звукового давления на частотах до 500 Гц на всех режимах работы ПЛМ при использовании масла «CUPPER». На холостом и среднем ходу эта тенденция характерна для всех частот диапазона от 31,5 Гц до 16000 Гц.

3.5 Оценка максимальной и минимальной частоты вращения

Для оценки эффективности применения моторного масла «CUPPER» были произведены испытания на развитие минимальной и максимальной устойчивой частоты вращения коленчатого вала ПЛМ во время наработки 15 и 30 часов, результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Испытания на минимальную и максимальную устойчивую частоту вращения ПЛМ «Yanmar D27» при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Вид масла	Минимальная частота вращения, об/мин	Максимальная частота вращения, об/мин
«ПАСПОРТНОЕ»	1030	4345
«CUPPER», после наработки 15 часов	1020	4660
«CUPPER», после наработки 30 часов	933	4640

Выводы по эксперименту:

1. После наработке на масле «CUPPER» минимальная устойчивая частота вращения снизилась до 933 об/мин на холостом ходу.
2. Максимальная частота вращения при наработке на масле «CUPPER» по сравнению с паспортным маслом увеличилась до 4660 об/мин или на 7,3%.
3. При использовании паспортного масла на холостом ходу были отмечены нестабильная работа ПЛМ и неконтролируемые остановки двигателя.

3.6 Оценка мощности и упора

При испытаниях была проведена оценка средней мощности и упора ПЛМ «Yanmar D27» при использовании как «паспортного» масла, так и «CUPPER» на различных режимах работы. Результаты приведены в таблице 11 и на рисунке 16.

Для расчета мощности ПЛМ были учтены параметры гребного винта:

- диаметр 266,7 мм;
- шаг гребного винта: 304,8 мм.

Таблица 11 – Результаты измерения упора и мощности ПЛМ «Yanmar D27» при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Вид масла	Режим работы	Частота вращения, об/мин	Упор, кН	Мощность, кВт	Мощность, л.с.
«Паспортное» масло	Малый ход	1400	0,25	1,78	2,43
	Средний ход	2250,00	0,42	4,93	6,70
	Полный ход	4250,00	0,90	19,93	27,09
	Максимальный ход	4345,00	0,97	21,92	29,81
«CUPPER» после наработки 15 часов	Малый ход	1380,00	0,20	1,41	1,91
	Средний ход	2400,00	0,45	5,63	7,65
	Полный ход	4350,00	0,93	21,06	28,64
	Максимальный ход	4660,00	1,01	24,46	33,26
«CUPPER» после наработки 30 часов	Малый ход	1310,00	0,26	1,74	2,36
	Средний ход	2420,00	0,45	5,67	7,71
	Полный ход	4500,00	1,01	23,62	32,12
	Максимальный ход	4640,00	1,07	25,78	35,05

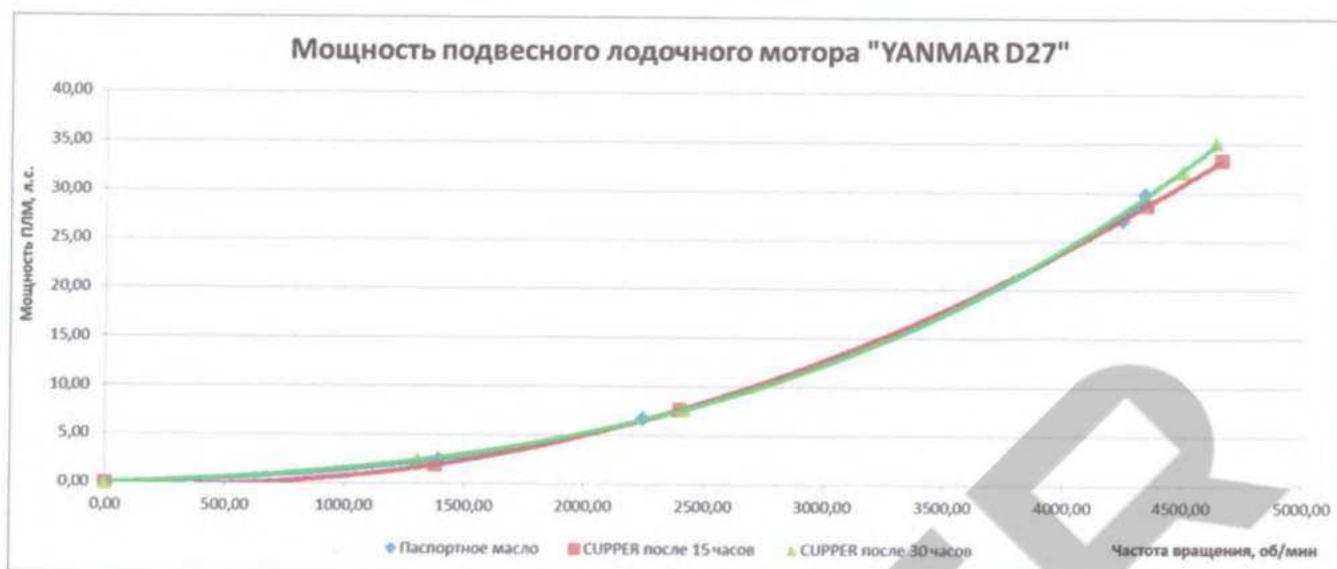


Рисунок 16 - Результаты измерения мощности ПЛМ «Yanmar D27»

Выводы по эксперименту:

1. При работе на масле «CUPPER» повышается как частота вращения коленчатого вала, так и мощность ПЛМ.
2. После наработки 15 часов на масле «CUPPER» частота вращения коленчатого вала ПЛМ на полном ходу возрастает на 2,35% по сравнению с работой на «паспортном» масле, а при наработке 30 часов на 5,9%.
3. После наработки 15 часов на масле «CUPPER» мощность ПЛМ на полном ходу возрастает на 5,7% по сравнению с работой на «паспортном» масле, а при наработке 30 часов на 18,6%.
4. Максимальная частота вращения была достигнута на уровне 4640 – 4660 об/мин, а максимальная мощность ПЛМ на уровне 35 л.с.

3.7 Оценка температуры выхлопных газов

Для оценки температуры выхлопных газов использовался метод контактного измерения термометром «TESTO-905-N1» температуры потока газов при работе ПЛМ на полном ходу в воздухе (что допускается в течение не более 1 – 3 минут без охлаждения). Для сохранения теплового состояния ПЛМ, измерения про-

изводились сразу после окончания испытаний на полном ходу. Температура окружающей среды при измерениях не превышала +20 °С.

Результаты измерений температуры выхлопных газов:

1. При работе на «паспортном» масле без наработки: +70 °С;
2. После наработки в объеме 15 часов на масле «CUPPER»: +64,5 °С;
3. После наработки в объеме 30 часов на масле «CUPPER»: +49,5 °С.

Выводы по эксперименту:

1. Температура выхлопных газов при работе ПЛМ на «паспортном» масле на 5,5 °С выше, чем при работе на «CUPPER» масле при наработке 15 часов;
2. Нарботка на масле «CUPPER» в 30 часов дает снижение температуры выхлопных газов на 20,5 °С по сравнению со значением при работе на паспортном масле.

3.8 Оценка вибрации

В ходе исследования также оценивалось изменение уровня виброускорения (м/с^2) на опорной частоте 1000 Гц на румпеле ПЛМ «Yanmar D27» (рисунке 14) и на корпусе МОБ при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER». Результаты измерений при использовании «паспортного» масла и масла «CUPPER» без наработки и после наработки в 15 и 30 часов приведены в таблицах 12, (величина снижения виброускорения выделено жирным шрифтом).

Таблица 12 – Результаты измерения виброускорения (м/с^2) на элементах ПЛМ «Yanmar D27» и МОБ при работе на «паспортном» масле и масле «CUPPER»

Виброускорение, м/с^2		
Вид масла	На корпусе МОБ	На румпеле
Паспортное масло без наработки		
Холостой ход	3,9	6,2
Малый ход	3,6	6,3
Средний ход	5	9,3
Полный ход	16,3	21,5

Продолжение таблицы 12

Масло «CUPPER» с наработкой в 15 часов		
Холостой ход	2,3	5,4
Малый ход	2,2	6,3
Средний ход	5,8	9,9
Полный ход	15,5	16,6
Масло «CUPPER» с наработкой в 30 часов		
Холостой ход	2,2	4
Малый ход	3	5,9
Средний ход	6,9	7,7
Полный ход	20,1	17,6

Выводы по эксперименту:

1. Применение масла «CUPPER» дает снижение виброускорения, как на поверхности МОБ, так и на румпеле управления.
2. Максимальное снижение виброускорения на $4,9 \text{ м/с}^2$ отмечено на полном ходу ПЛМ при наработке 15 часов на масле «CUPPER».
3. При наработке 30 часов на масле «CUPPER» снижение вибрации отмечено на всех режимах работы ПЛМ, максимальное снижение происходит на полном ходу на величину $3,9 \text{ м/с}^2$.

3.9 Оценка погрешностей измерений

При обработке результатов экспериментов были произведены следующие действия для учета погрешностей измерения.

1. Учтены погрешности контрольно-измерительных приборов:
 - газоанализатор «Инфракар М3.01» имеет пределы допускаемой приведённой погрешности измерений CO_2 : $\pm 5 \%$;
 - тахометр «СЕМ» АТ-6 имеет погрешность $\pm 0,05\%$;
 - пирометр «Testo» 830-T1 имеет погрешность: $\pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ или $\pm 1,5 \%$ от изм. знач. ($+0,1 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$);
 - термометр «TESTO-905-N1» имеет погрешность: $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от -50 до $+99,9 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\pm 1\%$ от измеренного значения в остальном диапазоне;

- измерительный комплекс «Экофизика – 110» имеет погрешность в режиме измерения шума: $\pm 0,4$ дБ;

- виброметр AR63B имеет погрешность определения виброускорения $\pm 5\%$.

2. Погрешность установки приборов исключались несколькими замерами.

При использовании шумомера «Экофизика – 110» несколько замеров обеспечиваются режимом «Мультизапись», в результате чего в одном файле программы «Signal + 3G Light» может быть сформировано несколько отдельных замеров

3. Оценка погрешностей результатов экспериментов производилась при помощи оценки абсолютной и относительной погрешности.

Абсолютная погрешность измеряемого параметра δx_i оценивается по формуле:

$$\delta x_i = x_i - x, \quad (7)$$

где x_i – измеряемый параметр;

- x – истинное значение измеряемого параметра.

При небольших объемах выборки эксперимента и при неизвестности – истинного значения измеряемой величины x_i , рекомендуется для оценки абсолютной погрешности использовать в качестве x среднеарифметическую величину измеряемого параметра \bar{x} , согласно формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (8)$$

Относительная погрешность в процентах определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}}, \quad (9)$$

Для оценки относительной случайной погрешности рассчитывают среднеквадратичную погрешность s (стандартное отклонение выборки), которая является мерой разброса и характеризует случайную погрешность по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (10)$$

Стандартное отклонение среднего результата $s_{\text{ср}}$ может также оцениваться по формуле:

$$s_{\text{ср}} = \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (11)$$

Таким образом, при определении результатов измерений исключались данные, имеющие погрешность выше 5%, которые являются грубыми ошибками.

СУПРДРЕД

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи со следующими результатами.

1. Количество пленочного нефтепродукта при использовании масла «CUPPER» после наработки 15 часов снижается на $0,0279 \text{ г/м}^2$ (10,9%) по сравнению с количеством при использовании паспортного масла. После наработки 30 часов на масле «CUPPER» количество пленочного нефтепродукта наоборот, увеличилось на $0,027 \text{ г/м}^2$ (10,6%) по сравнению с количеством при использовании паспортного масла. Количество растворенного нефтепродукта при наработке 15 часов на масле «CUPPER» возрастает на $2,22 \text{ мг/дм}^3$ (на 112%), а при наработке 30 часов на масле «CUPPER» снижается на $0,907 \text{ мг/дм}^3$ (на 45,8%) по сравнению с количеством при использовании паспортного масла. Общее количество нефтепродуктов, попавших в воду увеличивается после наработки 15 часов на масле «CUPPER» по сравнению с работой на паспортном масле с 0,7950 г. до 1,4885 г. (фактически в 1,87 раза), при дальнейшей наработке общим объемом 30 часов на масле «CUPPER», общий объем нефтепродуктов снизился до 0,5220 г, что на 34,3% по сравнению с результатами при работе на паспортном масле.

2. Количество фосфат ионов при наработке 15 часов на масле «CUPPER» растет на $0,01 \text{ мг/дм}^3$ (на 20%), а при наработке 30 часов на масле «CUPPER» растет на $0,02 \text{ мг/дм}^3$ (на 40%), чем при работе ПЛМ на паспортном масле. Количество общего фосфора также возрастает, при наработке 15 часов на масле «CUPPER» на 4 мкг/дм^3 (на 20%), а при наработке 30 часов на масле «CUPPER» на 10 мкг/дм^3 (на 50%), чем при работе ПЛМ на паспортном масле.

3. Время, необходимое для нагрева воды на $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при наработке на масле «CUPPER» в течение 15 часов меньше на 8,5 мин. (12%), чем при работе на паспортном масле, а при наработке 30 часов меньше на 6,25 мин. (8,7%), чем при работе на паспортном масле. Расход топлива на нагрев воды на $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при использовании паспортного масла составил 0,869 кг, при использовании масла «CUPPER» после наработки 15 часов осталось приблизительно на том же уровне 0,873 кг,

(различие 0,5%). При наработке 30 часов на масле «CUPPER» расход топлива составил 0,817 кг, что на 6% меньше, чем при работе на паспортном масле.

4. При наработке 15 часов на масле «CUPPER» выбросы CO_2 снижаются на холостом и малом ходу, на среднем и полном ходу имеется незначительное повышение по сравнению с работой ПЛМ на паспортном масле. После наработки 30 часов на масле «CUPPER» выбросы CO_2 снижаются на всех режимах работы при фиксации результатов после 10 минут работы ПЛМ. Максимальное снижение выбросов CO_2 на 1,46% (объемное содержание CO_2 в выхлопных газах) достигнуто на полном ходу после наработки 30 часов на масле «CUPPER».

5. Наибольший эффект по снижению шума получен после наработки ПЛМ в течении 15 часов на масле «CUPPER» на малом ходу. Максимальное снижение 16,6 дБА при этом достигнуто на частоте 250 Гц, а на холостом ходу на 11,3 дБА на этой же октавной частоте. Наибольшее снижение уровня звука 6,6 дБА достигнуто на малом ходу.

6. После наработки на масле «CUPPER» минимальная устойчивая частота вращения снизилась до 933 об/мин на холостом ходу. Максимальная частота вращения при наработке на масле «CUPPER» по сравнению с паспортным маслом увеличилась до 4660 об/мин или на 7,3%.

7. После наработки 15 часов на масле «CUPPER» частота вращения ПЛМ на полном ходу возрастает на 2,35% по сравнению с работой на «паспортном» масле, а при наработке 30 часов на 5,9%. После наработки 15 часов на масле «CUPPER» мощность ПЛМ на полном ходу возрастает на 5,7% по сравнению с работой на паспортном масле, а при наработке 30 часов на 18,6%. Максимальная частота вращения составила 4660 об/мин, а максимальная мощность 35 л.с.

8. Температура выхлопных газов при работе на паспортном масле на 5,5 °С выше, чем при работе на масле «CUPPER» при наработке 15 часов. Нарботка на масле «CUPPER» 30 часов дает снижение температуры выхлопных газов на 20,5 °С по сравнению со значением при работе на паспортном масле.

9. Максимальное снижение виброускорения на 4,9 м/с² отмечено на полном ходу ПЛМ при наработке 15 часов на масле «CUPPER». При наработке 30 часов

на масле «CUPPER» снижение вибрации отмечено на всех режимах работы ПЛМ, максимальное снижение происходит на полном ходу на величину 3,9 м/с².

CUPPER

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 026/2012. О безопасности маломерных судов, 2012. – 38 с. - Текст: непосредственный.
2. ГОСТ 28556-16. Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с. - Текст: непосредственный.
3. ГОСТ ISO 8178-1-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах. М.: Стандартинформ, 2015. – 103 с. - Текст: непосредственный.
4. ГОСТ ISO 8178-4-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах. М.: Стандартинформ, 2014. – 26 с. - Текст: непосредственный.
5. Инструкция по эксплуатации дизельного четырехтактного подвесного лодочного мотора «Yanmar 27 л.с.». - Текст: непосредственный.
6. Моторы лодочные. Программа и методика измерения объемных долей оксида углерода (CO) и суммы углеводородов (CH) в отработавших газах моторов лодочных при проведении технического освидетельствования. 770020000 ПМ 28. – М., 2001. – 8 с. - Текст: непосредственный.
7. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ, 2018. – 26 с. - Текст: непосредственный.
8. ГОСТ Р 52517-2005. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2006. – 32 с. - Текст: непосредственный.
9. Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А. Малый опытовый бассейн // Патент на полезную модель RU 182049 U1, 01.08.2018. Заявка №2017140540 от 21.11.2017 г. - Текст: непосредственный.

10. Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А., Малый опытовый бассейн // Патент на полезную модель RU 196596 U1, 06.03.2020. Заявка №2019130712 от 26.09.2019 г. - Текст: непосредственный.
11. Сравнительная оценка экологических и технических параметров двухтактного подвесного лодочного мотора при использовании различных марок смазочного масла: отчет о НИР (заключительный) / ФГБОУ ВО «АГТУ»; рук. Покусаев М. Н.; исполн.: Хмельницкий К. Е., Хмельницкая А. А., Горбачев М. М., Кадин А. А. – Астрахань, 2021. – 56 с. – Библиогр.: с. 44-45. - № ГР 121071400108-9. – Инв. № 221072300042-3. - Текст: непосредственный.
12. Покусаев М.Н., Хмельницкий К.Е., Хмельницкая А.А., Сулейманов И.З., Куликов С.А. Тестмотор // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018618538, 13.07.2018. Заявка № 2018615762 от 06.06.2018 г. - Текст: непосредственный.
13. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2019. – 10 с. - Текст: непосредственный.
14. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001). Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. - М.: Стандартинформ, 2010. - 24 с. - Текст: непосредственный.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВОДЫ

ФГБУ «СевКасптехмордирекция»
Информационно – аналитический центр

Лист 1
Всего 2

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»
(ФГБУ «СЕВКАСПТЕХМОРДИРЕКЦИЯ»)**

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожняя 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15, seains@mail.ru

Информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»
Номер записи в реестре аккредитованных лиц
№ RA.RU.517668

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Информационно-аналитического
центра

Масарова Д.И.
Масарова Д.И.

22 апреля 2022 г.



ПРОТОКОЛ № 38/2022 ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ

Дата выдачи: 22 апреля 2022 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 17/22 от 13.04.2022 г.

Цель исследования проб(ы): химический анализ воды

Наименование объекта испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 11/2022 от 16.04.2022 г.; № 12/2022 от 18.04.2022 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата: 15.04.2022 г. **время:** 10:00, 11:50;

дата: 16.04.2022 г. **время:** 11:20; **дата** 17.04.2022 г. **время:** 11:30, 12:15.

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 16.04.2022 г. **время** 12:20; **дата** 18.04.2022 г. **время** 11:05

Выполнения измерений начало 18.04.2022 г. **окончание** 21.04.2022 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем проб(ы): 2,5 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке № С-БГ/08-07-2021/78128717 действительно до 07.07.2022 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № С-БГ/09-11-2021/107889733, действительно до 08.11.2022 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком.
2. Отпечатано в 2-х экземплярах: ж.з. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., ж.з. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция»
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет.
5. При расчете результаты измерений используется среднее арифметическое значение

Протокол лабораторных испытаний № 38/2022

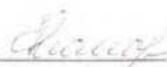
Методика проведения лабораторных испытаний:
ПНД Ф 14.1.2.4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом инфракрасной фотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.;
ПНД Ф 14.1.2.4.112-97 Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. Издание 2011 г.
РД 52.10.739-2010 Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия. Издание 2010 г.

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты ¹ , мг/дм ³	Фосфат-ионы ¹ , мг/дм ³	Фосфор общий ² , мкг/дм ³
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97	РД 52.10.739-2010
1	331	Проба 1: (контроль, отбор пробы 15.04.22)	<0,02	0,08±0,01	28±2
2	332	Проба 2: (отбор пробы 15.04.22)	1,981±0,475	0,05±0,01	20±2
3	333	Проба 3: (отбор пробы 16.04.22)	>2,00	0,06±0,01	24±2
4	334	Проба 4: (отбор пробы 17.04.22)	1,074±0,258	0,07±0,01	30±3
5	335	Проба 5: (запасная, отбор пробы 17.04.22)	>2,00	0,16±0,03	56±5

^{1,2} - количество определений (параллелей)

Проверил: нач. ИАЦ Е.Н. Макарова

подпись 

Исполнители:

Инженер-химик М.М. Бирюкова

подпись 

Инженер-химик Е.И. Низкохат

подпись 

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»
(ФГБУ «СЕВКАСПТЕХМОРДИРЕКЦИЯ»)

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15, seains@mail.ru

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Информационно-аналитического
центра

 Микарова Е. И.

22 апреля 2022 г.



ПРОТОКОЛ № 38/1/2022
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ

Дата выдачи: 22 апреля 2022 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 17/22 от 13.04.2022 г.

Цель исследования проб(ы): химический анализ воды

Наименование объекта испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 11/2022 от 16.04.2022 г.; № 12/2022 от 18.04.2022 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата: 15.04.2022 г. время: 10:00, 11:50;

дата: 16.04.2022 г. время: 11:20; дата 17.04.2022 г. время: 11:30, 12:15

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 16.04.2022 г. время 12:20; дата 18.04.2022 г. время 11:05

Выполнения измерений начало 18.04.2022 г. окончание 21.04.2022 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 2,5 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке № С-БГ/08-07-2021/78128717 действительно до 07.07.2022 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком
2. Отпечатано в 2-х экземплярах экз. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., экз. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция»
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет
5. При расчете результата измерений используется среднее арифметическое значение.

Протокол лабораторных испытаний № 38/1/2022

Методика проведения лабораторных испытаний:
ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом инфракрасной спектрофотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.;

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты (растворённые) ¹ , мг/дм ³	Нефтепродукты (плёночные) ¹ , г/м ²
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000	-
1	331	Проба 1: (контроль, отбор пробы 15.04.22)	<0,02(0,007)	-
2	332	Проба 2: (отбор пробы 15.04.22)	1,981±0,475	0,2552
3	333	Проба 3: (отбор пробы 16.04.22)	>2,00(4,204)	0,2273
4	334	Проба 4: (отбор пробы 17.04.22)	1,074±0,258	0,2822
5	335	> Проба 5: (запасная, отбор пробы 17.04.22)	>2,00(2,206)	0,1347

¹-количество определений (параллелей)

**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,8 м × 0,8 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 11/2022 для лабораторного исследования от 16 апреля 2022 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 2, 3 доставлены 16.04.22 г в 12:20.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Пробс 2: (сбор пробы 15.04.22) Пленочный нефтепродукт	- фоновый	ИКС	0,007 мг/дм ³	-
Растворенные нефтепродукты	- плёночный	ИКС	0,2552 г/м ²	-
	- растворенный	ИКС	1,981 мг/дм ³	39,67

6. Заключение о результатах анализа

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 0,2552(г/м^2) = 0,1633 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{р-т} = 0,8(м) \times 0,8(м) \times 6,5 \times (1,981 - 0,007) = 0,6317 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,6317 г + 0,1633 г = 0,7950 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил: инженер-химик ИАЦ Бирёкова М.М.

Федеральное агентство по рыболовству
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «АГТУ»)

УДК 629.5:656.6

Per. № НИОКТР 122091200031-9

Per. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НР и инновациям
ФГБОУ ВО «АГТУ», д.т.н., профессор
Максименко Ю.А.

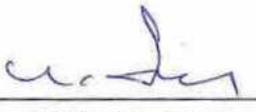
2022 г.



ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРА-
МЕТРОВ СУДНА «РК-2091» ПРОЕКТА Р-376У (ТИПА «ЯРОСЛАВЕЦ») С
ВЫСОКООБОРОТНЫМ ДИЗЕЛЕМ 6ЧСП15/18 (ЗД6) ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК СМАЗОЧНОГО МАСЛА

Руководитель НИР: д.т.н., профессор  Покусаев М.Н.
подпись, дата

Астрахань 2022

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
РЕФЕРАТ.....	3
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР.....	6
2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.....	7
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	16
3.1 Результаты измерения температуры охлаждающей воды и выхлопных газов дизеля.....	16
3.2 Результаты измерения температуры поверхности цилиндровой крыш- ки дизеля.....	18
3.3. Результаты измерения вибрации двигателя в машинном отделении и на оси штурвала в рулевой рубке.....	22
3.4 Результаты измерения параметров шума в рулевой рубке судна.....	25
3.5 Результаты измерения шума в машинном отделении судна.....	27
3.6 Расчет и измерение крутильных колебаний.....	30
3.7 Результаты измерений вредных выбросов в атмосферу.....	38
3.8 Результаты измерения вредных сбросов в гидросферу.....	40
3.9 Результаты измерения расхода топлива.....	
3.10 Оценка погрешностей измерений.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВРЕДНЫХ СБРОСОВ В ГИДРОСФЕРУ.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ.....	58

РЕФЕРАТ

Отчет 63 с., 37 рис., 32 таб., 7 источн., 2 прил.

СМАЗОЧНОЕ МАСЛО, СУДОВОЙ ДИЗЕЛЬ, МАЛОМЕРНОЕ СУДНО, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ, ВРЕДНЫЕ СБРОСЫ В ГИДРОСФЕРУ, ШУМ, ВИБРАЦИЯ, КРУТИЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.

Объектом исследования является высокооборотный дизель 6ЧСП15/18 (ЗД6)

Цель - дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты), вредных выбросов в атмосферу (показатели: С, СО, NO, NO₂), шума, вибрации, крутильных колебаний и других технических параметров дизеля ЗД6 при использовании различных марок смазочных масел.

В процессе работы проведены сравнительные испытания судового дизельного двигателя 6ЧСП15/18 (ЗД6) с применением моторного масла производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER») и моторного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующее техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого дизеля и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для дизельных двигателей.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

Руководитель НИР:
д.т.н., профессор

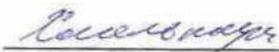


(подпись дата)
21.09.2022

Покусаев М.Н.
(введение, разделы: 2, 3,
заключение)

Исполнители НИР:

к.т.н, доцент



(подпись дата)
21.09.2022

Хмельницкая А.А.
(введение, разделы: 1, 2, 3,
заключение)

к.т.н, доцент



(подпись дата)
21.09.2022

Горбачев М.М.
(введение, разделы: 1, 2, 3,
заключение)

к.т.н., ассистент



(подпись дата)
21.09.2022

Хмельницкий К.Е.
(введение, разделы: 1, 2, 3,
заключение)

аспирант



(подпись дата)
21.09.2022

Кадин А.А.
(раздел: 3)

нормоконтроль



(подпись дата)
21.09.2022

Мажитова Д.А.

ВВЕДЕНИЕ

Судовые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются источниками загрязнения окружающей среды и снижение их вредного воздействия на биосферу является актуальной и необходимой задачей. Главные двигатели маломерных судов, в качестве которых используются не только подвесные лодочные моторы, но и стационарные дизели и бензиновые двигатели, часто используют отвод выхлопных газов в воду для снижения шума и обеспечения комфорта пассажиров и экипажа, что приводит к загрязнению гидросферы продуктами сгорания топлива. Одним из способов снижения вредных сбросов в гидросферу, выбросов в атмосферу и других экологических параметров (шум, вибрация и т.д.) является применение инновационных смазочных масел, имеющих минимальное содержание вредных веществ и требует проведения сравнительных испытаний на реальном судовом дизеле, что осуществляется в данной НИР.

Цель НИР: дать количественную оценку вредных сбросов в воду (показатели: общий фосфор, фосфат ионы, нефтепродукты), вредных выбросов в атмосферу (показатели: С (сажа), СО, NO, NO₂, NO_x), шума, вибрации, и других технических параметров дизеля ЗД6 при использовании различных марок смазочных масел.

Задачи НИР:

- осуществить сравнительные испытания судового дизельного двигателя 6ЧСП15/18 (далее ЗД6) с применением моторного масла производства ООО «КУППЕР» (далее по тексту – масло «CUPPER») и моторного масла (далее по тексту – «паспортное» масло), соответствующее техническому паспорту (инструкции по эксплуатации) испытуемого мотора и имеющего доминирующее положение на рынке смазочных масел для дизельных двигателей;
- провести обработку результатов испытаний, сделать выводы;
- оформить научно-технический отчет о проделанной НИР.

1. НОРМАТИВНАЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НИР

При проведении НИР были учтены требования следующих действующих нормативных, технических и методических документов:

1. РД 31.21.29-85. Методика испытаний судовых дизельных энергетических установок в условиях эксплуатации, [1].

2. ГОСТ 21792-89. Установки дизельные судовые. Приемка и методы испытаний на судне, [2].

3. ГОСТ 10448-2014. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приемка. Методы испытаний, [3].

4. ГОСТ ISO 8178-1-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах, [4].

5. ГОСТ ISO 8178-4-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах, [5].

6. Вершинина В.Ф., Трумуль З.С. Судовые дизели типа 3Д6 и 7Д6. Приложение к книге «Дизели типа Д6», [6].

7. Правила классификации и постройки судов. Российский речной регистр, 2019, [7].

2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для обеспечения работы по НИР использовалось следующее оборудование и контрольно-измерительные приборы (КИП).

Судовой дизель 3Д6 (6ЧСП15/18):

Дизель 3Д6 (рис. 1) - четырехтактный, высокооборотный, с непосредственным впрыском топлива, жидкостным охлаждением, без наддува. Расположение цилиндров - рядное вертикальное.

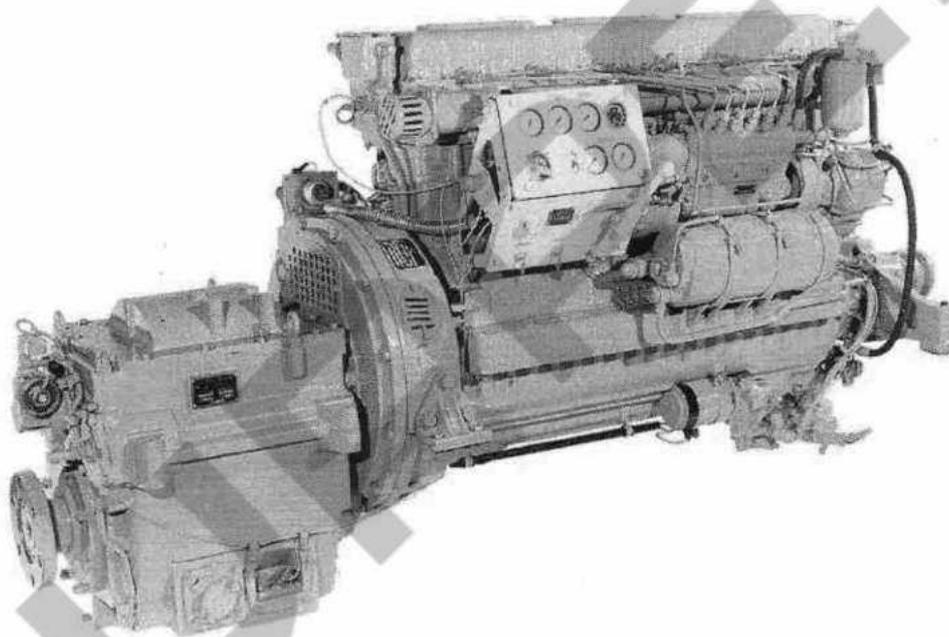


Рисунок 1 – Общий вид дизеля 3Д6

Дизель 3Д6 имеет следующие технические характеристики:

- номинальная мощность 110 кВт (150 л.с.);
- число цилиндров: 6 шт.;
- номинальная частота вращения КВ: 1500 об/мин;
- минимально-устойчивая частота вращения КВ: 500 об/мин;
- диаметр цилиндра: 150 мм;
- ход поршня: 180 мм;

- рабочий объем цилиндров: 191 л;
- удельный эффективный расход топлива: 240 г/(кВт*ч) $\pm 5\%$;
- удельный расход масла: не более 12,2 г/(кВт*ч);
- реверс-редуктор.

Речное маломерное судно «РК-2091»:

Дизель 3Дб установлен на речном маломерном судне «РК-2091» проекта Р-376У (разъездной катер типа «Ярославец»), рис. 2.



Рисунок 2 – Общий вид маломерного судна «РК-2091»

Технические характеристики маломерного судна «РК-2091»:

- длина: 21 м;
- ширина: 3,98 м;
- водоизмещение в грузу: 46,9 т;
- осадка средняя в грузу: 1,27 м;
- автономность: 5 сут.;
- количество пассажиров: 11 чел.;
- экипаж на вахте: 2 чел.

В состав судового машинно-двигательного комплекса входят: дизель 3Дб; реверс-редуктор; гребной вал; гребной винт фиксированного шага.

Шумомер-виброметр «Экофизика - 110» (исполнение «Белая»):

Измерение шума и вибрации производилось при помощи шумомера-виброметра «Экофизика - 110» (рис. 3), он включает в себя анализатор спектра шума и вибрации.



Рисунок 3 – Общий вид шумомера-виброметра «Экофизика - 110»

Технические характеристики шумомера-виброметра «Экофизика - 110»:

- Класс 1 по МЭК 61260;
- Наименование встроенного программного обеспечения: EPH-V;
- Набор фильтров: октавные, 1/3-октавные фильтры;
- Номинальные среднегеометрические частоты октавных фильтров: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- Погрешность измерения: 0,4 дБ;
- Минимальный уровень измеряемого шума: 22 дБА;
- Максимальный уровень измеряемого шума: 139 дБА.

Для обеспечения экспериментов по шуму использовалось дополнительное оборудование: микрофонный предусилитель P200; акустический калибратор АК-

1000; микрофонный капсюль ВМК-205 и лицензионное программное обеспечение «Signal+3G Light».

Виброметр AR63B с выносным датчиком:

Для оценки среднеквадратичных уровней виброскорости мм/с на частоте колебаний 1000 Гц, применялся виброметр AR63B с выносным датчиком (рис. 4).



Рисунок 4 – Общий вид виброметра AR63B с выносным датчиком

Виброметр AR63B с выносным датчиком имеет следующие технические характеристики при измерении виброускорения:

- диапазон измерений: 0,1..199,9 м/с²;
- разрешение: 0,1 м/с²;
- погрешность измерения: ±5%;
- частотный диапазон: 10 Гц - 1 кГц (низкочастотный диапазон), 1 кГц - 15 кГц (высокочастотный диапазон).

Пирометр «Testo» 830-T1:

Для контроля температуры внешних поверхностей дизеля использовался пирометр «Testo» 830-T1 (рис. 5) со следующими техническими характеристиками:

- Инфракрасный термометр с 1-точечным лазерным целеуказателем, настройкой предельных значений температуры и функцией подачи сигнала тревоги;

- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);
- Номер в ГРСИ РФ: 48507-11;
- Разрешение оптики: 10:1;
- Диапазон измерений температуры: -30 ... +400 °С;
- Погрешность:
 - составляет $\pm 1,5$ °С или $\pm 1,5$ % от изм. знач. (+0,1 ... +400 °С);
 - составляет ± 2 °С или ± 2 % от изм. знач. (-30 ... 0 °С), учитывается большее значение.



Рисунок 5 – Общий вид пирометра «Testo» 830-T1

Контактный термометр типа «TESTO-905-N1»:

Для контроля температуры окружающей среды, охлаждающей воды, выхлопных газов дизеля и поверхностей МОБ использовался термометр стик-класса «TESTO-905-N1» (рис. 6) со следующими техническими характеристиками:

- Тип зонда: тип К;
- Диапазон измерений температуры: -50 ... +350 °С;
- Кратковременная максимальная температура: +500 °С;
- Погрешность измерений: ± 1 °С в диапазоне температур от -50 до +99,9 °С и $\pm 1\%$ от измеренного значения в остальном диапазоне;
- Разрешение: 0,1 °С;
- Внесен в Государственный реестр средств измерений РФ (ГРСИ РФ);
- Номер в ГРСИ РФ: 38736-08.



Рисунок 6 - Общий вид контактного термометра типа «TESTO-905-N1»

Оборудование для измерения вредных сбросов в гидросферу:

Для анализа сбросов пробы воды были переданы в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования ФГБУ «Северо-каспийская дирекция по техническому обеспечению надзора на море» (номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.517668), (Приложение А к отчету).

Средства измерений: концентратомер КН-3 свидетельство о поверке №С-БГ/07-07-2022/169305231 действительно до 06.07.2023 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке №С-БГ/09-11-2021/107889733, действительно до 08.11.2022 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Концентратомер КН-3 предназначен для измерения массовых концентраций нефтепродуктов, жиров, неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ) в природных объектах, включая пробы питьевых, природных, сточных и очищенных сточных вод.

Технические характеристики КН-3 в области измерений нефтепродуктов в воде:

- определяемые значения массовых концентраций веществ в природных объектах нефтепродуктов в водах: 0,02 - 1 000 мг/дм³;

- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности прибора, при соблюдении нормальных условий для нефтепродуктов: $\pm(0,5 + 0,05 \cdot C_x)$, мг/дм³, где C_x - измеряемое значение массовой концентрации вещества в экстрагенте;

- объём измерительной кюветы: 2,8 мл.

Спектрофотомер ПЭ-5400ВИ используется для экологического контроля в том числе воды.

Технические характеристики спектрофотомера ПЭ-5400ВИ:

- Спектральный диапазон: 315 - 1000 нм;
- Спектральная ширина щели: 4 нм;
- Погрешность установки длины волны: не более ± 1 нм;
- Воспроизводимость установки длины волны: $\pm 0,5$ нм;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении спектральных коэффициентов направленного пропускания: $\pm 0,5$ %Т;
- Диапазон измерений:
 - а) оптическая плотность: от 3,000 до 0,000;
 - б) коэффициент направленного пропускания: от 0,0 до 100,0%.

Оборудование для измерения вредных выбросов в атмосферу:

Измерение вредных выбросов в атмосферу производилось на оборудовании ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по южному федеральному округу» (ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»), Астраханский филиал, (Приложение Б к отчету).

Оборудование для проведения измерений:

- метеометр МЭС-200 А, свидетельство о поверке №С-БГ/14-03-2022/142261259, действительно до 13.03.2023 г.;
- аспиратор ПУ-4Э, свидетельство о поверке №С-БИ/23-09-2021/97419706, действительно до 22.09.2022 г.;
- аспиратор ПУ-4Э, свидетельство о поверке №С-БИ/15-12-2021/118920896, действительно до 14.12.2022 г.;

- фотометр КФК-3, свидетельство о поверке №С-БГ/24-11-2021/115504532, действительно до 23.11.2023 г.;

- весы лабораторные ВЛА-220М, свидетельство о поверке №С-БГ/18-04-2022/149604624, действительно до 17.04.2023 г.;

- хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000», свидетельство о поверке №С-БГ/22-12-2021/119524312, действительно до 21.12.2022 г.;

- термометр контактный ТК-5.04, свидетельство о поверке №С-БГ/07-10-2021/100718789, действительно до 06.10.2022 г.

Тахометр лазерный «СЕМ» АТ-6:

Для измерения частоты вращения коленчатого вала и гребного винта использовался тахометр «СЕМ» АТ-6 (рис. 7, табл. 1).

Таблица 1 - Технические характеристики тахометра «СЕМ» АТ-6

Параметр	Значение
ЖК-дисплей	5 разрядов
Диапазон измерения частоты вращения	2...99999 об/мин
Разрешение	0,1 об/мин (от 2 до 9999,99 об/мин) 1 об/мин (более 10000 об/мин)
Точность	±0,05%
Дальность бесконтактного измерения	50...500 мм
Габаритные размеры	200x60x40 мм
Вес	220 г



Рисунок 7 - Общий вид лазерного тахометра «СЕМ» АТ-6

Тензометрический комплекс «Астеч Электроникс»:

Для измерения крутящего момента и крутильных колебаний планируется использовать тензометрический комплекс «Астеч Электроникс» производства Великобритании (рис. 8).

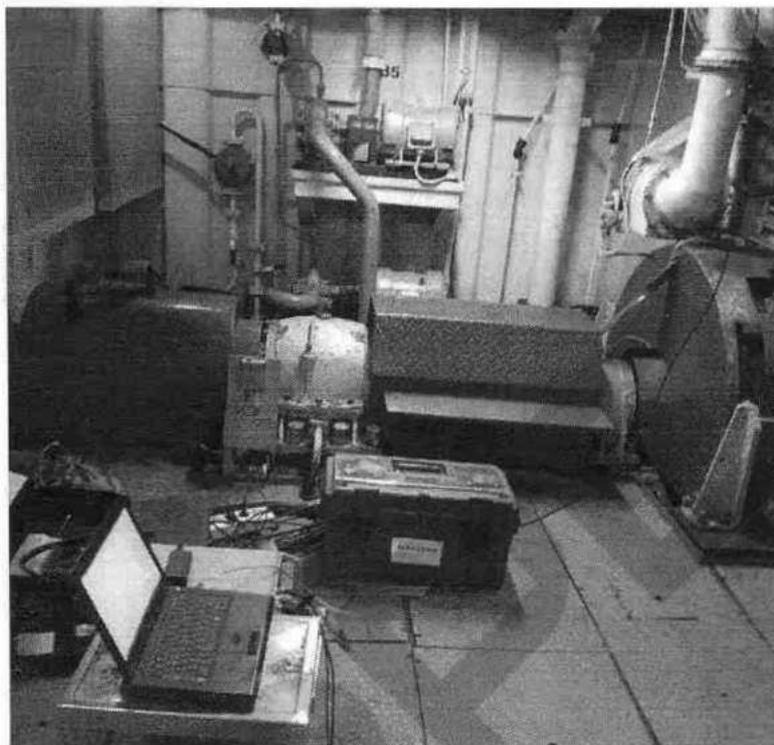


Рисунок 8 – Тензометрический измерительный комплекс «Астеч Электроникс»

Судовые КИП для измерения параметров дизеля 3Д6:

Для измерения параметров дизеля также использовались штатные приборы, которые входят в систему контроля параметров на судне «РК-2061».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение четырех дней с 29.07.2022 г. по 01.08.2022 гг. Непосредственно измерения параметров производились 29.07.2022 г. и 01.08.2022 г при условиях окружающей среды, приведенных в табл. 2. Нарботка в 30 часов на масле «CUPPER» производилась в период с 29.07.2022 г. по 30.07.2022 г.

Таблица 2 - Условия окружающей среды при проведении измерений

Параметр / Дата	29.07.2022 г.	01.08.2022 г.
Температура окружающей среды, °С	34	32
Атмосферное давление, мм.рт.ст.	764	763
Относительная влажность воздуха, %	34	38

3.1 Результаты измерения температуры охлаждающей воды и выхлопных газов дизеля

Результаты измерения температуры охлаждающей воды и выхлопных газов дизеля ЗДб приведены в табл. 3 - 4 и на рис. 9 – 11.

Таблица 3 – Результаты измерений температуры охлаждающей воды и выхлопных газов при использовании «паспортного» масла

Частота вращения гребного вала, об/мин	Температура охлаждающей воды в расширительном баке, град. С	Температура воды в рубашке охлаждения, град. С	Температура выхлопных газов, град. С
0	33,7	35,7	84,4
343	38,6	44	120
430	42,9	49	131,5
565	46,2	82	300
729	54,7	88	365

Таблица 4 – Результаты измерений температуры охлаждающей воды и выхлопных газов при использовании масла «CUPPER»

Частота вращения гребного вала, об/мин	Температура охлаждающей воды в расширительном баке, град. С	Температура воды в рубашке охлаждения, град. С	Температура выхлопных газов, град. С
0	37,7	54	84,4
397	44,6	62	122,3
450	47	67	154
585	54,6	75	209
730	59,4	80	274

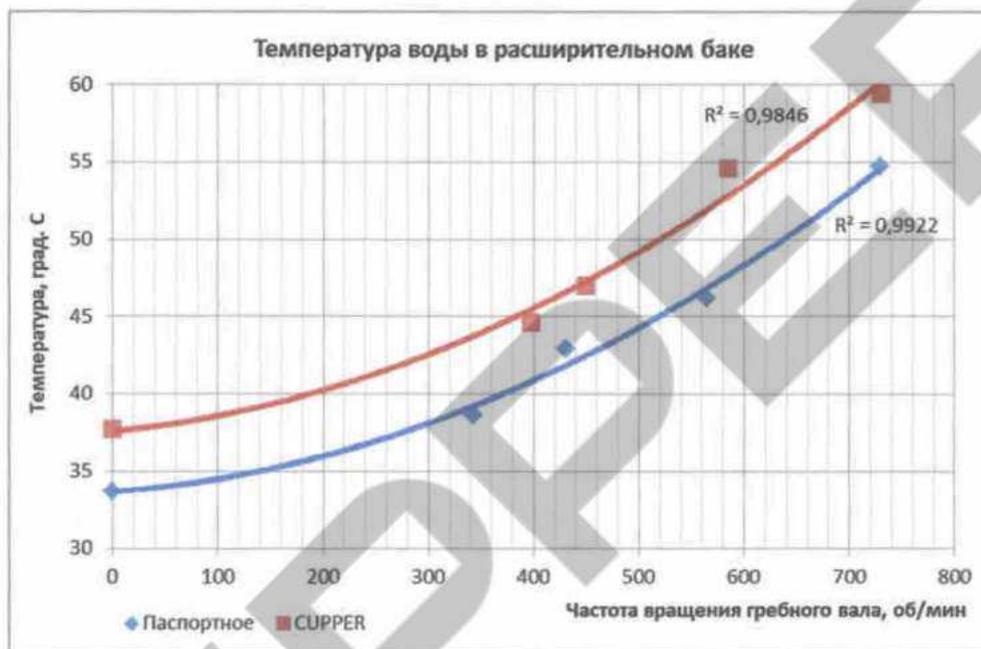


Рисунок 9 – Температура воды в расширительном баке дизеля

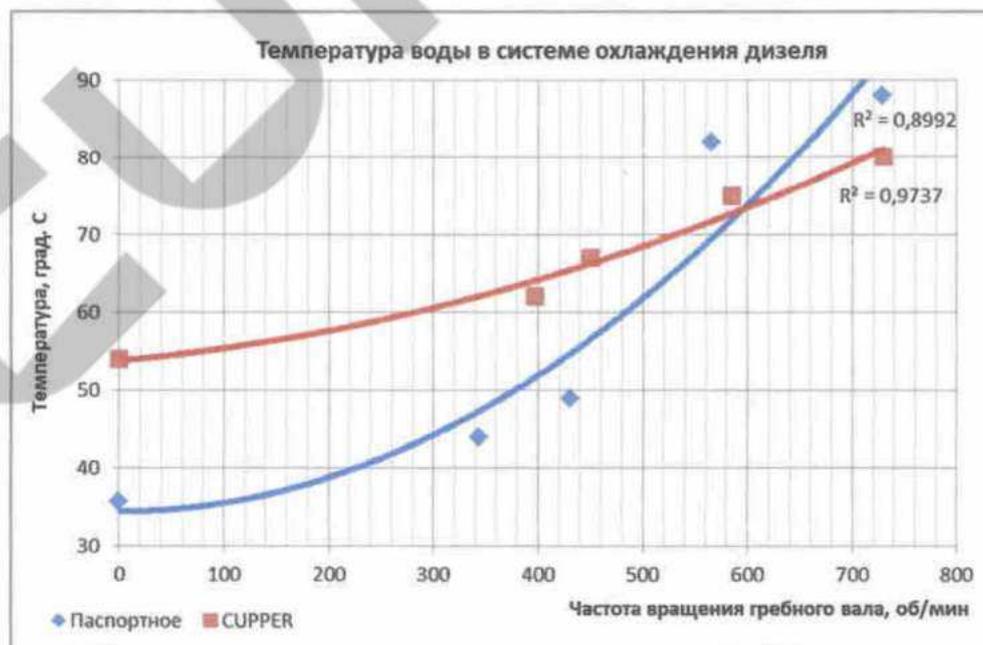


Рисунок 10 – Температура воды в системе охлаждения дизеля

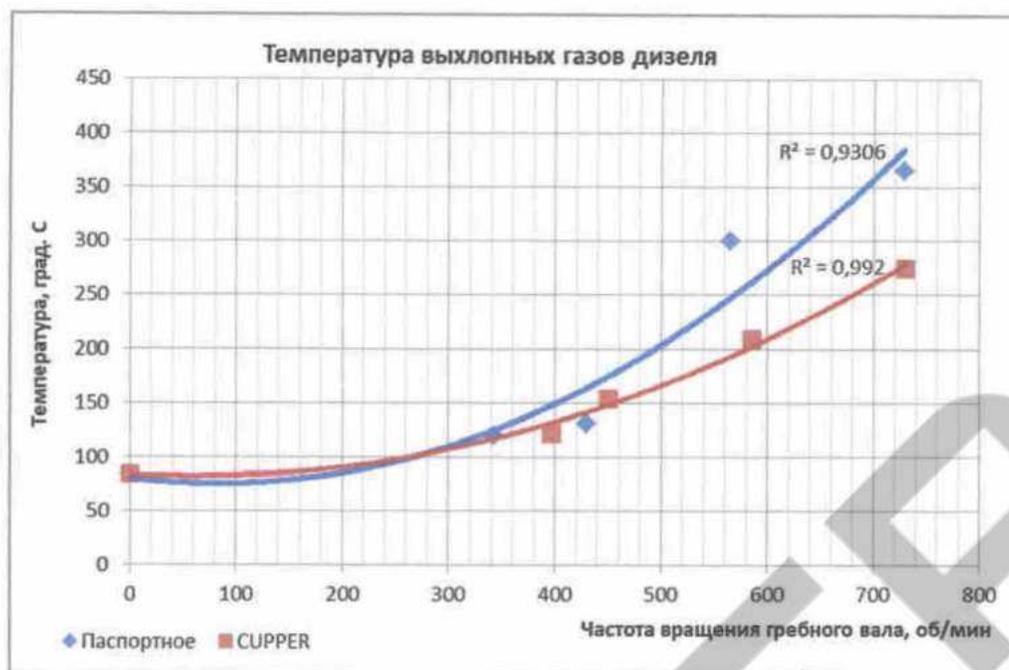


Рисунок 11 – Температура выхлопных газов дизеля

Выводы по результатам измерений:

1. Температура охлаждающей воды в расширительном баке при использовании масла «CUPPER» выше в среднем на 5°C , чем при использовании на «паспортном» масле.

2. Температура охлаждающей воды при использовании масла «CUPPER» растет с меньшей интенсивностью, чем при использовании масла на «паспортном» масле.

При частоте вращения гребного вала 730 об/мин температура охлаждающей воды при использовании масла «CUPPER» меньше на 8°C , чем при использовании «паспортного» масла.

3. При частоте вращения гребного вала 730 об/мин температура выхлопных газов при использовании масла «CUPPER» меньше на 91°C , чем при использовании «паспортного» масла.

3.2 Результаты измерения температуры поверхности цилиндрической крышки дизеля

Для контроля степени неравномерности нагрева поверхности цилиндрической крышки дизеля согласно схемы на рис. 12 использовался периодический контроль

температуры пирометром (в точках №1, 2, 3) и постоянный мониторинг температуры отдельной измерительной системой с бесконтактным датчиком (датчик был постоянно расположен в измерительной точке №2). Процессы измерения приведены на рис. 13 – 14, результаты на рис. 15 – 16.

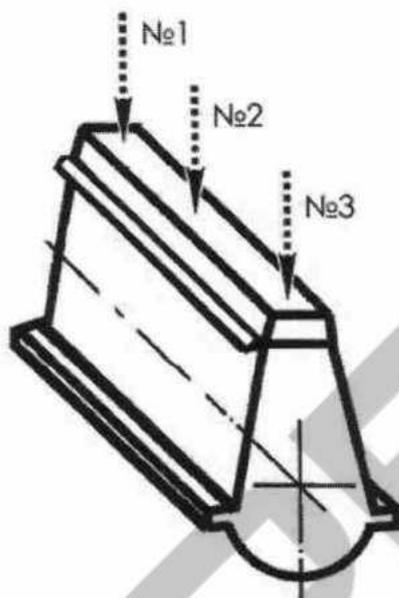


Рисунок 12 – Схема измерения температуры поверхности цилиндровой крышки дизеля

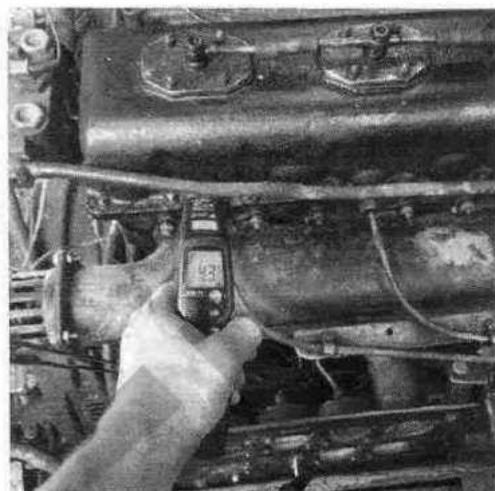


Рисунок 13 – Измерение температуры поверхности цилиндровой крышки пирометром

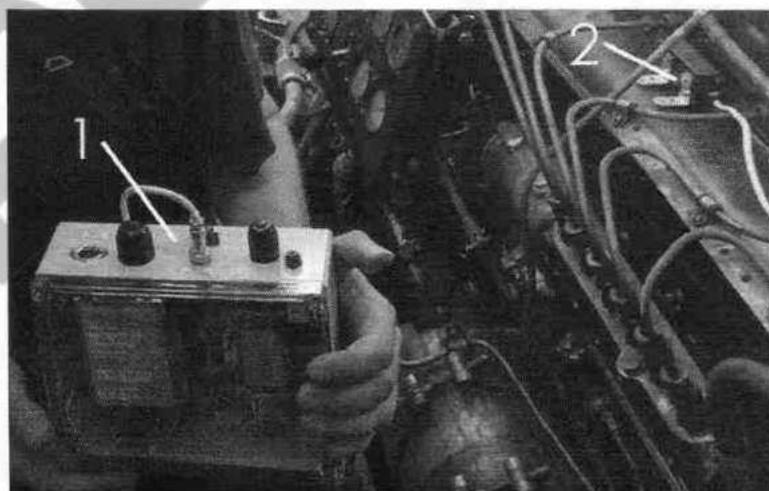


Рисунок 14 – Постоянный мониторинг температуры поверхности цилиндровой крышки: 1 – измерительный блок с SD-картой; 2 – измерительный датчик температуры

Результаты измерения температуры поверхности цилиндровой крышки приведены в табл. 5 – 8.

Таблица 5 – Результаты измерения температуры поверхности цилиндровой крышки дизеля, при использовании «паспортного» масла

Частота вращения гребного вала, об/мин	Измерительные точки			
	1	2	3	Среднее значение
0	42	38,2	38,3	39,5
343	46,6	45,6	45,7	46,0
430	51,7	51,3	48,8	50,6
565	60	59,9	51,8	57,2
729	72,5	73,2	72,6	72,8

Таблица 6 – Отклонение температуры поверхности цилиндровой крышки в точках измерения относительно среднего значения, при использовании «паспортного» масла

Частота вращения гребного вала, об/мин	Измерительные точки		
	№1	№2	№3
0	2,5	-1,3	-1,2
343	0,6	-0,4	-0,3
430	1,1	0,7	-1,8
565	2,8	2,7	-5,4
729	-0,3	0,4	-0,2

Таблица 7 – Результаты измерения температуры поверхности цилиндровой крышки дизеля, при использовании масла «CUPPER»

Частота вращения гребного вала, об/мин	Измерительные точки			
	1	2	3	Среднее значение
0	43,1	43,2	42,7	43,0
397	51,1	51,7	51,9	51,6
450	58,6	58,9	59,1	58,9
585	66,5	67,7	68,3	67,5
730	78,2	77,1	77,4	77,6

Таблица 8 – Отклонение температуры поверхности цилиндровой крышки в точках измерения относительно среднего значения (при использовании масла «CUPPER»)

Частота вращения гребного вала, об/мин	Измерительные точки		
	№1	№2	№3
0	0,1	0,2	-0,3
397	-0,5	0,1	0,3
450	-0,3	0,0	0,2
585	-1,0	0,2	0,8
730	0,6	-0,5	-0,2

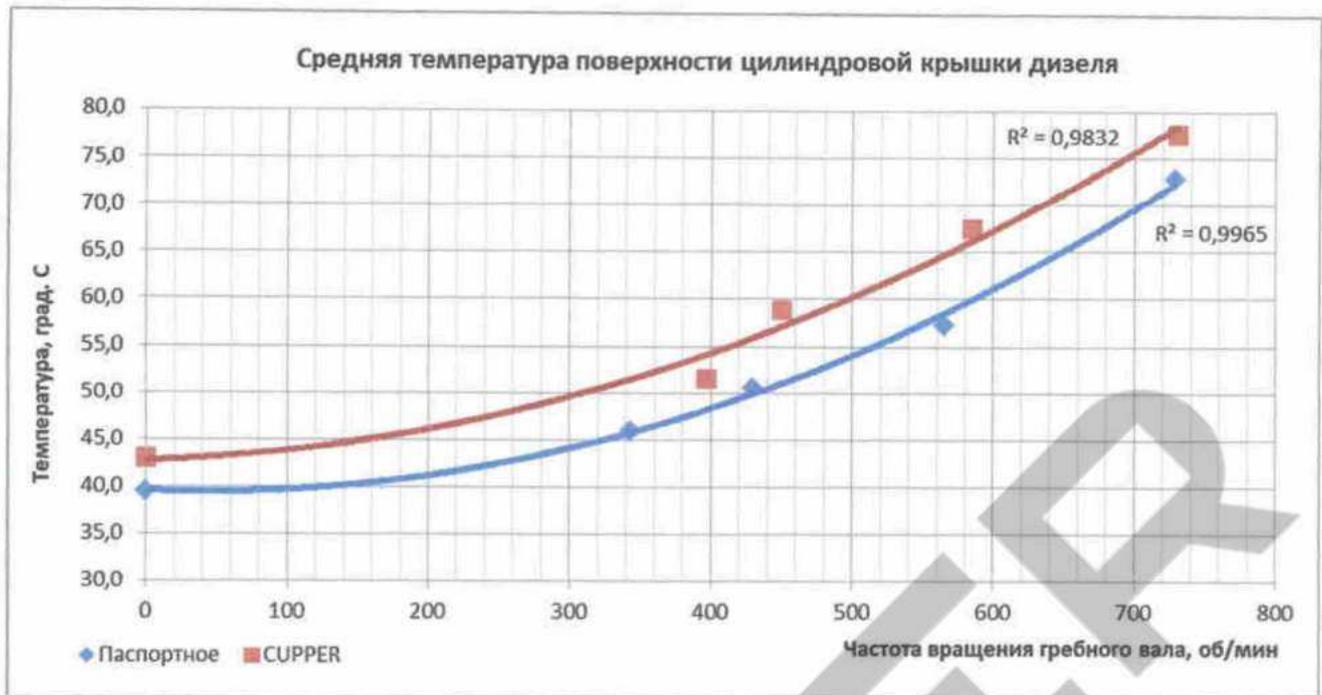


Рисунок 15 – Средняя температура поверхности цилиндровой крышки при периодическом контроле



Рисунок 16 – Средняя температура поверхности цилиндровой крышки при постоянном мониторинге (длительность мониторинга более 86 минут, 13890 измерительных точек)

Выводы по результатам измерений:

1. При использовании масла «CUPPER» температура поверхности цилиндровой крышки отличается в измерительных точках не более чем на 1 °С, а при использовании «паспортного» масла различие составляет 5,4 °С, то есть температура распределяется на «паспортном» масле более неравномерно.

2. По результатам периодического контроля определено, что при использовании масла «CUPPER» средняя температура поверхности выше на 5°C , чем при использовании «паспортного» масла.

3. По результатам мониторинга определено, что при максимальных оборотах температура поверхности цилиндровой крышки при использовании «паспортного» масла растет быстрее, чем при работе на масле «CUPPER».

3.3. Результаты измерения вибрации двигателя в машинном отделении и на оси штурвала в рулевой рубке

Для оценки технической вибрации дизеля использовалась схема размещения измерительных точек (№1 - 4), изображенная на рис. 17, согласно Правил Российского речного регистра (РРР). Для оценки санитарной вибрации, действующей на рулевого (несущего постоянную вахту в рулевой рубке), использовалась измерительная точка на оси штурвала. Для оценки вибрации, согласно Правил РРР измерялась виброскорость (мм/с).

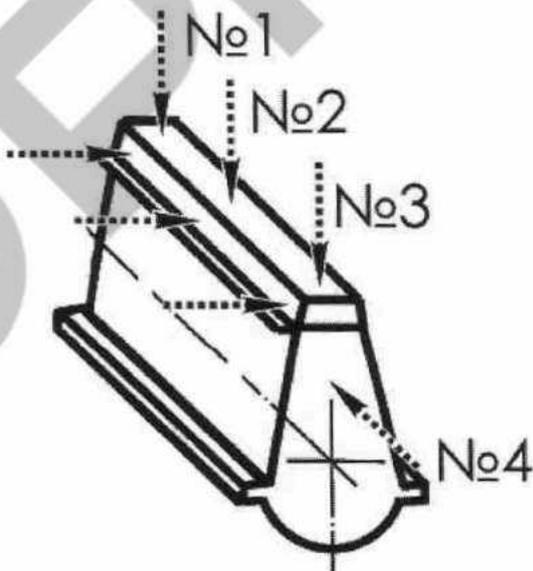


Рисунок 17 – Схема измерения вибрации на двигателе

Процедура проведения измерения вибрации на двигателе и на штурвале, приведены на рис. 18 – 19.

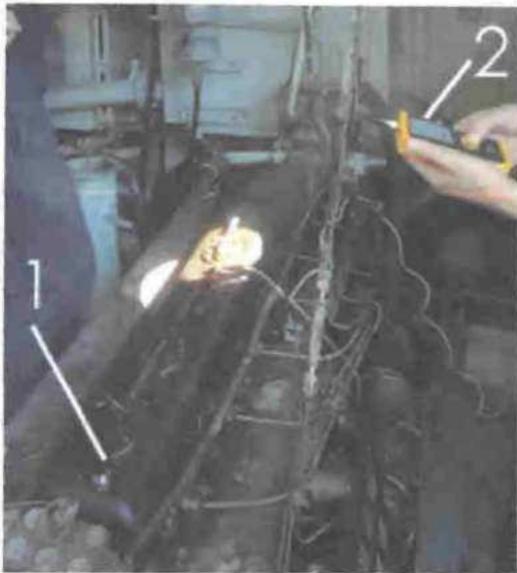


Рисунок 18 – Процесс измерения вибрации на двигателе: 1 – измерительный датчик; 2 - виброметр



Рисунок 19 – Процесс измерения вибрации на штурвале: 1 – измерительный датчик; 2 - виброметр

Результаты измерения вибрации приведены в табл. 9 – 10 и на рис. 20 - 21.

Таблица 9 – Результаты измерения виброскорости (мм/с) при использовании «паспортного» масла

Частота вращения гребного вала, об/мин	Измерительные точки и направление							
	1		2		3		4	Штурвал
	верт.	гориз.	верт.	гориз.	верт.	гориз.	осевое	осевое
0	6,6	29,4	5,7	32,3	7,1	34,7	5,9	4,3
343	14,1	36,9	7,6	42,4	15,3	45,4	15,9	4,4
430	12,8	39,6	7,8	47	10,1	49,1	13,8	1,8
565	9,6	21	8,1	20,4	9,5	21,9	5,9	0,8
729	9,1	20,7	8,4	17,5	14,4	15,5	9,3	1,1

Таблица 10 - Результаты измерения виброскорости (мм/с) при использовании масла «CUPPER»

Частота вращения гребного вала, об/мин	Измерительные точки и направление							
	1		2		3		4	Штурвал
	верт.	гориз.	верт.	гориз.	верт.	гориз.	осевое	осевое
0	5,7	20,9	4	23	4,4	23,6	4,3	1
397	13,3	46,3	9,3	46,5	12,2	44,2	13,1	1,2
450	12,5	41	7,7	45	9,8	49	13	1,9
585	7,3	27,7	7,6	25,5	11	27,6	9	0,9
730	6,7	21,7	5,6	21,2	10,2	21,6	8,5	0,9

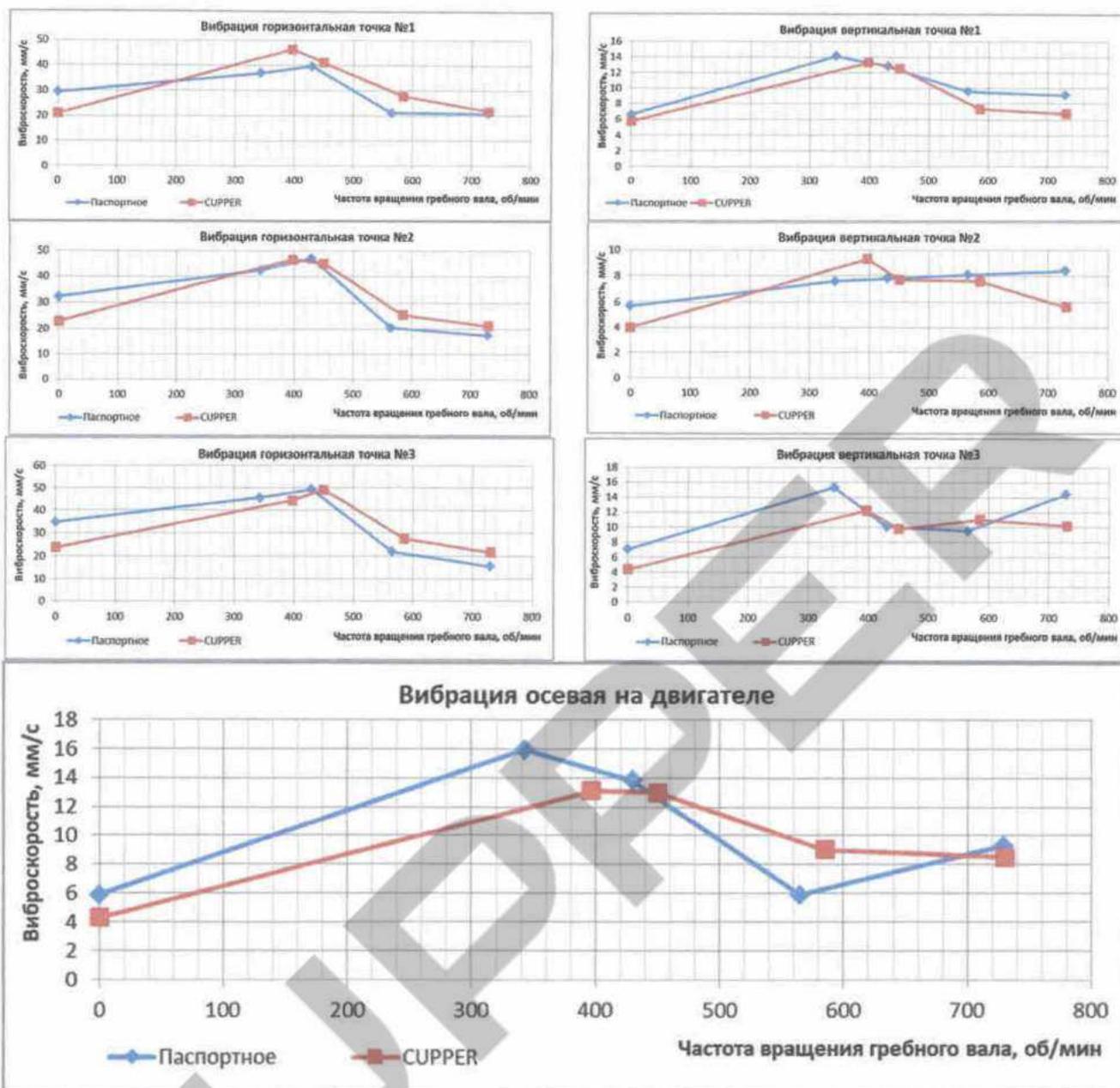


Рисунок 20 – Результаты измерения вибрации двигателя



Рисунок 21 – Результаты измерения вибрации на штурвале

Выводы по результатам измерений:

1. Вибрация на штурвале в рулевой рубке при использовании масла «CUPPER» снижается максимально на 3,3 мм/с.

2. Осевая вибрация на двигателе при использовании масла «CUPPER» снижается практически на всех режимах работы двигателя, с максимальным снижением на 4 мм/с. Повышение вибрации при использовании масла «CUPPER» отмечено в диапазоне частоты вращения гребного вала от 450 до 700 об/мин с максимальным повышением на 4 мм/с (при частоте вращения 480 об/мин).

3. Вертикальная вибрация двигателя при использовании масла «CUPPER» на долевых режимах работы энергетической установки меньше, чем при работе на «паспортном» масле, максимальная величина снижения отмечена на режиме холостого хода двигателя (максимум на точке №3 – 3 мм/с), а далее, отмечены отдельные измерительные точки, в которых имеется повышение вибрации (максимум на точке №2 - 1,3 мм/с), но при приближении к номинальному режиму происходит снижение вибрации на всех измерительных точках (максимум на точке №3 на 4,2 мм/с).

4. Горизонтальная вибрация двигателя при использовании масла «CUPPER» на долевых режимах работы энергетической установки меньше (максимум на точке №3 – 11,1 мм/с), чем при использовании «паспортного» масла, а далее при приближении к номинальному режиму происходит повышение вибрации (максимум на точке №3 – 7,5 мм/с).

3.4 Результаты измерения параметров шума в рулевой рубке судна

Параметры шума в рулевой рубке судна измерялся для оценки его воздействия на рулевого, несущего постоянную вахту в рулевой рубке. Результаты измерения шума приведены в табл. 11 – 12 и на рис. 22.

Таблица 11 – Результаты измерения уровня звука в рулевой рубке судна при использовании «паспортного» масла

Частота вращения гребного вала, об/мин	Уровень звука, дБА в РР
0	64,10
343	68,90
430	72,70
565	64,30
729	67,00

Таблица 12 – Результаты измерения уровня звука в рулевой рубке судна при использовании масла «CUPPER»

Частота вращения гребного вала, об/мин	Уровень звука, дБА в РР
0	61,20
397	71,10
450	68,60
585	65,20
730	64,70

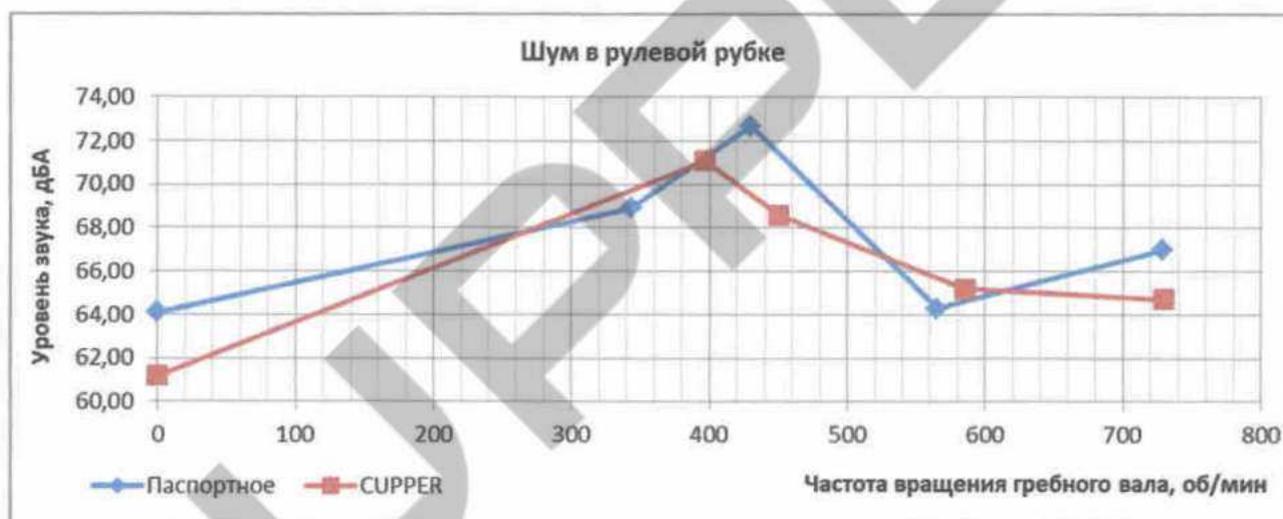


Рисунок 22 – Результаты измерения уровня звука в рулевой рубке судна

Выводы по результатам измерений:

1. Уровень звука в рулевой рубке практически на всех режимах работы энергетической установки при работе на масле «CUPPER» снижается на максимальную величину 2,9 дБА на режиме холостого хода.

2. Максимальный зафиксированный уровень звука в диапазоне частоты вращения от 400 до 440 об/мин при работе на масле «CUPPER» составляет 71,1 дБА, а при работе на «паспортном» масле составляет 72,7 дБА (то есть на 1,6 дБА выше).

3. Незначительное повышение уровня звука отмечено в диапазоне частоты вращения от 270 до 400 об/мин и от 530 до 610 об/мин с максимальной величиной 2 дБА.

3.5 Результаты измерения шума в машинном отделении судна

Для оценки уровня шума двигателя при использовании «паспортного» масла и «CUPPER» измерялись как уровень звука (дБА), так и октавные уровни звукового давления (дБА) на стандартных звуковых частотах. Результаты измерения уровня звука (дБА) в машинном отделении приведены в табл. 13 - 14 и на рис. 23.

Таблица 13 – Результаты измерения уровня звука (дБА) в машинном отделении при использовании «паспортного» масла

Частота вращения гребного вала, об/мин	Уровень звука, дБА
0	93,60
343	98,60
430	99,30
565	99,70
729	102,70

Таблица 14 - Результаты измерения уровня звука (дБА) в машинном отделении при использовании масла «CUPPER»

Частота вращения гребного вала, об/мин	Общий уровень звука, дБА в МО
0	94,10
397	100,70
450	102,10
585	101,30
730	103,10



Рисунок 23 - Результаты измерения уровня звука (дБА)

Результаты измерения октавных уровней звукового давления (дБА) приведены в табл. 15 – 16 и на рис. 24.

Таблица 15 - Результаты измерения октавных уровней звукового давления (дБА) в машинном отделении при использовании «паспортного» масла

Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Холостой ход, частота вращения гребного вала, 0 об/мин	45,8	62,8	73,2	75,7	83,4	90,6	88,5	82,4	75,9	59,5
Малый ход, частота вращения гребного вала, 343 об/мин	45	67,8	80,1	90,1	89,6	94,4	93,4	85,7	77,5	60,6
Средний ход, частота вращения гребного вала, 430 об/мин	50,1	69,5	78,1	88,8	91,1	95,3	94,1	86,6	79,5	63,1
Промежуточный ход, частота вращения гребного вала, 565 об/мин	58,7	69,3	77,7	86,8	91,2	95,3	94,8	89,2	83	67,5
Полный ход, частота вращения гребного вала, 729 об/мин	48,9	67,1	84,2	92	95,9	97,9	97,3	92,1	85,4	71

Таблица 16 - Результаты измерения октавных уровней звукового давления (дБА) в машинном отделении при использовании масла «CUPPER»

Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Холостой ход, частота вращения гребного вала, 0 об/мин	46,2	66,8	73,7	79,9	86,4	90,3	88,5	83,4	74,8	58,3
Малый ход, частота вращения гребного вала, 397 об/мин	56,5	71,5	81,8	89,5	93,5	96,8	95,1	88,3	79,8	63,6

Продолжение таблицы 16

Средний ход, частота вращения гребного вала, 450 об/мин	57,4	75,4	85,3	89,7	94,9	98	96,4	90,3	82,4	66,4
Промежуточный ход, частота вращения гребного вала, 585 об/мин	61,7	69,2	81,6	89,9	92	97,4	96,2	90,1	83,9	68,2
Полный ход, частота вращения гребного вала, 730 об/мин	45,9	68,8	89,6	91,7	94,5	98,7	98,2	91,9	84,2	69,3

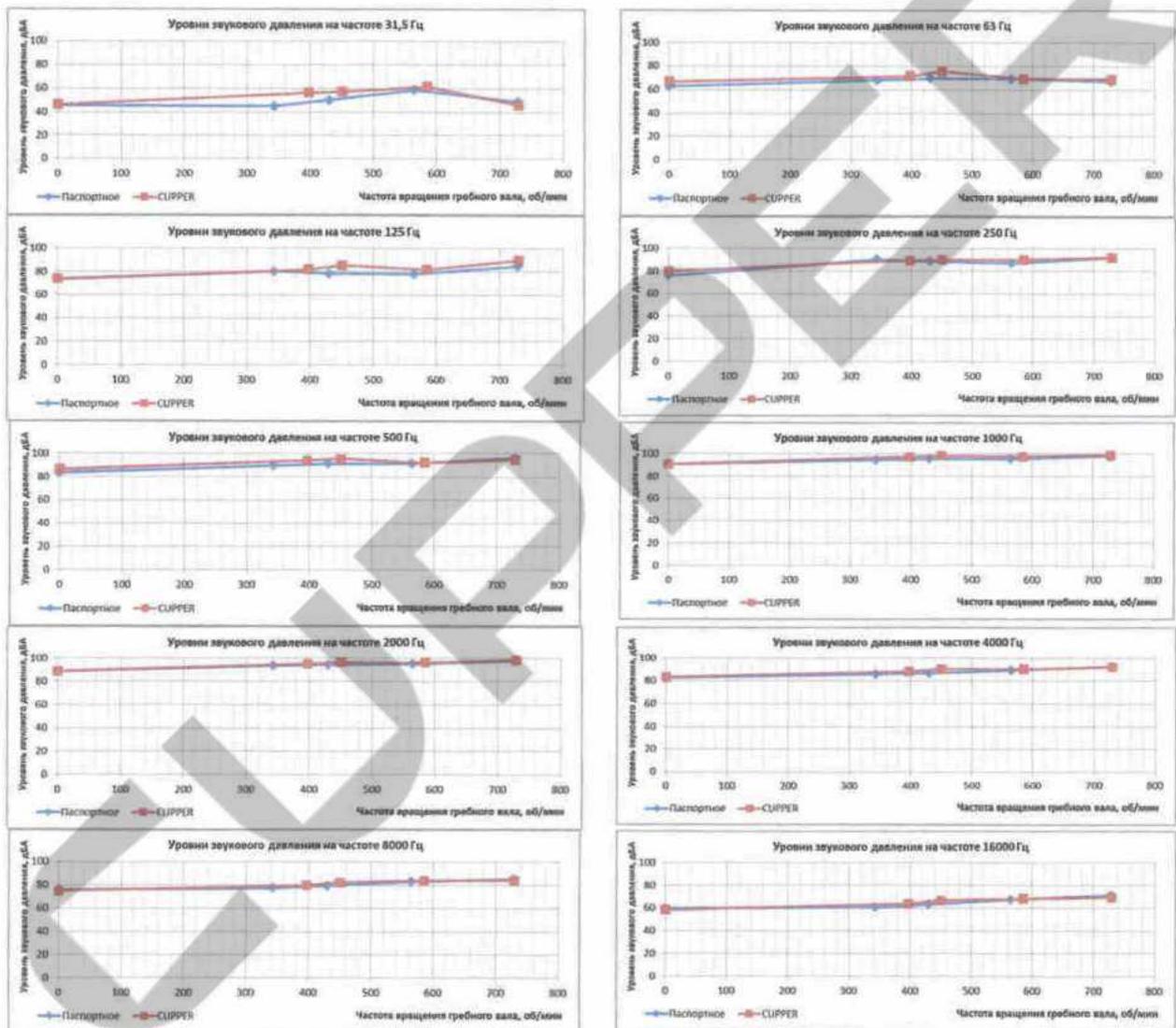


Рисунок 24 – Результаты измерения октавных уровней звукового давления шума в машинном отделении

Выводы по результатам измерений: 1. Общий уровень звука (дБА) в машинном отделении при использовании масла «CUPPER» выше, чем при использовании «паспортного» масла с максимальным превышением 2,6 дБА.

2. Октавные уровни звукового давления при использовании масла «CUPPER» на некоторых режимах работы выше, чем при работе на «паспортном» масле.

3. Однозначной оценки по влиянию масла «CUPPER» на характер шума в машинном отделении дать нельзя, поскольку это может быть связано с плохой акустикой помещения, где установлен главный двигатель.

4. Проведенная калибровка перед проведением испытаний 29.07.2022 г. и 01.08.2022 г. показала, что отклонения показаний шумомера «Экофизика-110» от шума генерируемого калибратором составили не более 0,2 дБА, что не превышает допустимой величины 0,5 дБА. Это говорит об идентичности настройки шумомера при проведении обоих испытаний.

3.6 Расчет и измерение крутильных колебаний

Для измерения крутильных колебаний использовался отдельный тензометрический комплекс «Астеч Электроникс», состоящий из автономного блока трансмиттера на гребном валу (рис. 25) и измерительного блока с ноутбуком (рис. 26), располагаемого вне машинного отделения на палубе судна.



Рисунок 25 – Автономный блок трансмиттер, размещаемый на гребном валу

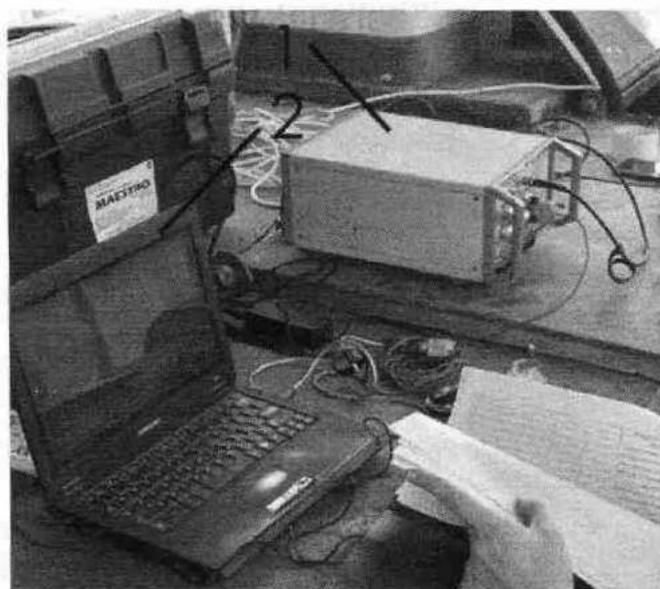


Рисунок 26 – Измерительный блок с ноутбуком для регистрации крутильных колебаний

Для определения параметров крутильных колебаний был произведен расчет в соответствии с требованиями РРР, РМРС и общепринятой методикой Терских В.П.

Таблица 17 - Исходные данные для расчета

Наименование параметра	Величина
Марка двигателя (ГД)	ЗД6 (6ЧСП15/18)
Момент инерции коленвала ГД	1,45 кгс*см*с ²
Податливость коленвала ГД	45*10 ⁻⁹ 1/(кгс*см)
Момент инерции маховика ГД	77,65 кгс*см*с ²
Минимальная и максимальная частота вращения	500 об/мин – 1500 об/мин
Номинальная мощность ГД	150 л.с., 110 кВт
Передаточное отношение реверс редуктора на перед. ход	1,4
Параметры валов:	
наименование	гребной
диаметр	80 см
длина	595,4 см
материал	сталь 35, временное сопротивление 510 МПа
Параметры гребного винта	
Диаметр	82 см
Число лопастей	4
Шаг	120 см
Дисковое отношение	0,5
Материал винта	Бронза
Материал коленчатого вала ГД	Высококачественная сталь 18ХНВА, временное сопротивление 780 МПа
Рамовая и шатунная шейки коленчатого вала (диаметры)	d _{шш} = 8,5 см d _{рш} = 9,5 см

Таблица 18 – Результаты расчета момента инерции гребного винта и присоединенной к нему воды

Параметр	Значение
Плотность материала винта g, кг*см ⁻³	0,00785
Диаметр винта D, см	82
Дисковое отношение a	0,5
Момент инерции самого винта q _м , кг*см*с ²	14,26
Число лопастей z	4
Шаг винта, см	120
Шаговое отношение h	1,46
Момент инерции присоединенной воды q _в , кг*см*с ²	7,73
Момент инерции винта q _м , кг*см*с ²	21,99

Таблица 19 - Моменты инерции крутильной схемы

Массы	кгс*см*с ²	Относит.	Редуц.
1 цилиндр	1,450	1,000	1,000
2 цилиндр	1,450	1,000	1,000
3 цилиндр	1,450	1,000	1,000
4 цилиндр	1,450	1,000	1,000
5 цилиндр	1,450	1,000	1,000
6 цилиндр	1,450	1,000	1,000
маховик	77,640	53,545	53,545
входная шестерня редуктора	0,927	0,639	0,639
выходная шестерня редуктора	7,640	5,269	2,688
соед. муфта и пол. гребного вала	8,822	6,084	3,104
гребной винт и пол. греб вала	22,950	15,828	8,076

Таблица 20 - Податливости валов и соединений крутильной схемы

Валы	1/кгс*см	Относит.	Редуц.
1 цил. - 2 цил.	0,0000000450	1,0000	1,0000
2 цил. - 3 цил.	0,0000000450	1,0000	1,0000
3 цил. - 4 цил.	0,0000000450	1,0000	1,0000
4 цил. - 5 цил.	0,0000000450	1,0000	1,0000
5 цил. - 6 цил.	0,0000000450	1,0000	1,0000
6 цил. - маховик	0,0000000388	0,8620	0,8620
маховик - редуктор	0,0000000752	1,6700	1,6700
редуктор	0,0000000000	0,0000	0,0000
редуктор - гребной вал	5,36E-08	1,1900	2,332
гребной вал	1,83E-06	40,6417	79,659

Таблица 21 - Полярные моменты сопротивления валов

Полярный момент инерции, см ³	
Коленчатый вал	111
Вал маховик - редуктор	106
Гребной вал	100
Вал редуктор - маховик	143

Таблица 22 - Результаты расчета форм колебаний, амплитуд колебаний, усилий, масштабов напряжений

Одноузловая форма 1528											
Амплитуды колебаний											
№ массы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Значение	1,0000	0,9983	0,9950	0,9900	0,9833	0,9750	0,9665	0,8056	0,8056	0,5705	-7,6965
	1 цил	2 цил	3 цил	4 цил	5 цил	6 цил	маховик	вход. Шест. Ред.	вых. Шест. Ред.	муфта	гр. Винт
Амплитуды усилий											
№ участка	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	
Значение	-0,0017	-0,0033	-0,0050	-0,0067	-0,0083	-0,0099	-0,0963	-0,0972	-0,1008	-0,1038	
	1 цил - 2 цил.	2 цил. - 3 цил.	3 цил. - 4 цил.	4 цил. - 5 цил.	5 цил. - 6 цил.	6 цил. - маховик	мах. - ред.	редуктор	ред. - греб. вал	гр. Вал	
Масштабы напряжений на Astech											
№ участка	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	
σ/σ ₀ -11	0,01609	0,03216	0,04817	0,06410	0,07992	0,09561	0,92838	0,93666	0,97151	1,00000	
M ₀ МПа/МПа	0,01450	0,02897	0,04339	0,05775	0,07200	0,08614	0,87583	93,66596	0,67937	1,00000	
Двухузловая форма 9391											
Амплитуды колебаний											
№ массы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Значение	1,0000	0,9369	0,8147	0,6411	0,4270	0,1860	-0,0319	-0,2741	-0,2741	-0,4781	0,0120
	1 цил	2 цил	3 цил	4 цил	5 цил	6 цил	маховик	вход. Шест. Ред.	вых. Шест. Ред.	муфта	гр. Винт
Амплитуды усилий											
№ участка	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	
Значение	-0,0631	-0,1222	-0,1736	-0,2141	-0,2410	-0,2527	-0,1450	-0,1340	-0,0875	0,0062	
	1 цил - 2 цил.	2 цил. - 3 цил.	3 цил. - 4 цил.	4 цил. - 5 цил.	5 цил. - 6 цил.	6 цил. - маховик	мах. - ред.	редуктор	ред. - греб. вал	гр. Вал	
Масштабы напряжений на Astech											
№ участка	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	
σ/σ ₀ -11	-10,25583	-19,86453	-28,21981	-34,79447	-39,17365	-41,08104	-23,56944	-21,77343	-14,21838	1,00000	
M ₀ МПа/МПа	-9,23949	-17,89597	-25,42325	-31,34637	-35,29158	37,00994	22,23532	2177,34310	9,94292	1,00000	
Масштабы усилий											
№ участка	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	
W _i	111	111	111	111	111	111	106	1	143	100	
W _{i0} -11W _i	0,900900901	0,900900901	0,900900901	0,900900901	0,900900901	0,900900901	0,943396226	100	0,899300699	1	

Таблица 23 - Расчет допускаемых напряжений по правилам Российского речного регистра

Частота вращения коленчатого вала, об/мин.	255	510	785	1500
Диаметр коленчатого вала, мм	85	85	85	85
Допустимые напряжения, МПа	39,10	36,89	34,51	28,31
Диаметр гребного вала, мм	80	80	80	80
Допустимые напряжения, МПа	39,21	37,00	34,62	28,42

Таблица 24 - Результаты обработки торсиограммы на «паспортном» масле

Главный двигатель					
Частота, об/мин	255/182				
Порядок колеб.	6				
Файл	рк2091				
Среднее время, с	20	m	5		
Уч. торсиогр.	Время	Амплитуды	Откл. От ср.	Частота колеб., Гц	Откл. От ср.
Первый уч.	17,8	80	-4,466	1521	1,009
Второй уч.	18,4	87,2	-4,132	1503	0,186
Третий уч.	19,2	82,5	-1,481	1445	4,038
Четвертый уч.	20,1	86	-2,699	1533	-1,806
Пятый уч.	20,9	83	0,884	1527	1,408
	среднее	83,74	среднее	1505,8	
	к-т вариации	0,0344	к-т вариации	0,0238	
	погрешность	0,0154	погрешность	0,0106	
	верх. Предел	85,03	верх. Предел	1521,81	
	ниж. Предел	82,45	ниж. Предел	1489,79	
Главный двигатель		спектр	от ампл.		
Частота, об/мин	509/364	результат			
Порядок колеб.	3				
Файл	рк2091				
Среднее время, с	60	m	5		
Уч. торсиогр.	Время	Амплитуды	Откл. От ср.	Частота колеб., Гц	Откл. От ср.
Первый уч.	58	53,4	-1,730	1499	-0,107
Второй уч.	58,4	56,5	3,975	1534	2,226
Третий уч.	59,2	56,7	4,343	1480	-1,373
Четвертый уч.	60,1	52	-4,306	1541	2,692
Пятый уч.	61	53,1	-2,282	1449	-3,439
	среднее	54,34	среднее	1500,6	
	к-т вариации	0,0392	к-т вариации	0,0255	
	погрешность	0,0175	погрешность	0,0114	
	верх. Предел	55,29	верх. Предел	1517,68	
	ниж. Предел	53,39	ниж. Предел	1483,52	
Главный двигатель		спектр	от ампл.		
Частота, об/мин	783/559	результат			
Порядок колеб.	12				
Файл	рк2091				
Среднее время, с	360	m	5		
Уч. торсиогр.	Время	Амплитуды	Откл. От ср.	Частота колеб., Гц	Откл. От ср.
Первый уч.	359	15,2	-1,771	9574	3,606
Второй уч.	360	14,95	-3,386	8923	-3,439
Третий уч.	361	15,35	-0,801	9413	1,863
Четвертый уч.	362	16,2	4,692	8948	-3,169
Пятый уч.	363	15,67	1,267	9346	1,138
	среднее	15,474	среднее	9240,8	
	к-т вариации	0,0312	к-т вариации	0,0315	
	погрешность	0,0139	погрешность	0,0141	
	верх. Предел	15,69	верх. Предел	9370,89	
	ниж. Предел	15,26	ниж. Предел	9110,71	

№	Форма колебаний	Порядок колебаний v	Частота вращения коленчатого вала n, об/мин	Расчетная частота вращения, об/мин	Частота колебаний N, кол/мин		Разница по колебаниям (расчет и эксл.), %	Величина сигнала i	Амплитуда показаний прибора, у е	Амплитуда напряжений в торсиограф валу, МПа	Фактические напряжения τ, МПа	Допускаемые напряжения [τ], МПа	Вал
					Эксл.	Расч.							
1	Одно-узловая	3	510	509	1500,6	1528	1,79	9	54,3	0,65	0,06	36,89	Коленчатый
											0,65	37,00	Гребной
2	Одно-узловая	6	255	255	1505,8	1528	1,45	9	83,7	1,00	0,09	39,10	Коленчатый
											1,00	39,21	Гребной
3	Двух-узловая	12	785	783	9240,8	9391	1,60	9	15,5	0,19	6,85	34,51	Коленчатый
											0,19	34,62	Гребной

Таблица 25 - Результаты обработки торсиограммы на масле «CUPPER»

Главный двигатель					
Частота, об/мин	255/182				
Порядок колеб.	6				
Файл	рк2091				
Среднее время, с	70	m	5		
Уч. торсиогр.	Время	Амплитуды	Откл. От ср.	Частота колеб., Гц	Откл. От ср.
Первый уч.	70,6	69	4,672	1421	-4,759
Второй уч.	70,9	65,2	1,092	1540	-3,217
Третий уч.	71,1	63	-4,430	1565	-4,893
Четвертый уч.	71,7	66,2	-0,425	1456	2,413
Пятый уч.	73,2	66,2	-0,425	1478	-0,938
	среднее	65,92	среднее	1492	
	к-т вариации	0,0328	к-т вариации	0,0399	
	погрешность	0,0147	погрешность	0,0178	
	верх. Предел	66,89	верх. Предел	1518,61	
	ниж. Предел	64,95	ниж. Предел	1465,39	
Главный двигатель		спектр	от ампл.		
Частота, об/мин	509/364	результат			
Порядок колеб.	3				
Файл	рк2091				
Среднее время, с	160	m	5		
Уч. торсиогр.	Время	Амплитуды	Откл. От ср.	Частота колеб., Гц	Откл. От ср.
Первый уч.	159,8	76	-4,330	1552	3,674
Второй уч.	160,3	82	3,223	1535	2,538
Третий уч.	160,5	75,8	-4,582	1463	-2,271
Четвертый уч.	161,9	82	3,223	1471	-1,737
Пятый уч.	162,7	81,4	2,467	1464	-2,204
	среднее	79,44	среднее	1497	
	к-т вариации	0,0408	к-т вариации	0,0287	
	погрешность	0,0182	погрешность	0,0128	
	верх. Предел	80,89	верх. Предел	1516,22	
	ниж. Предел	77,99	ниж. Предел	1477,78	
Главный двигатель		спектр	от ампл.		
Частота, об/мин	783/559	результат			
Порядок колеб.	12				
Файл	рк2091				
Среднее время, с	238	m	5		
Уч. торсиогр.	Время	Амплитуды	Откл. От ср.	Частота колеб., Гц	Откл. От ср.
Первый уч.	237,7	43,3	2,123	9470	-0,557
Второй уч.	238,8	43,2	1,887	9693	1,785
Третий уч.	240,2	40,9	-3,538	9353	-1,785
Четвертый уч.	242,4	44,1	4,009	9699	1,848
Пятый уч.	244	40,5	-4,481	9400	-1,292
	среднее	42,4	среднее	9523	
	к-т вариации	0,0377	к-т вариации	0,0172	
	погрешность	0,0168	погрешность	0,0077	
	верх. Предел	43,11	верх. Предел	9596,05	
	ниж. Предел	41,69	ниж. Предел	9449,95	

№	Форма колебаний	Порядок колебаний γ	Частота вращения коленчатого вала n, об/мин	Расчетная частота вращения, об/мин	Частота колебаний N, кол/мин		Разница по колебаниям (расчет и эксл.), %	Величина сигнала I	Амплитуда показаний прибора, у.е	Амплитуда напряжений в торсиограф валу, МПа	Фактические напряжения τ, МПа	Допускаемые напряжения [τ], МПа	Вал
					Эксл.	Расч.							
1	Одно-узловая	3	510	509	1500,6	1528	1,79	9	54,3	0,65	0,05	36,89	Коленчатый
											0,65	37,00	Гребной
2	Одно-узловая	6	255	255	1505,8	1528	1,45	9	83,7	1,00	0,09	39,10	Коленчатый
											1,00	39,21	Гребной
3	Двух-узловая	12	785	783	9240,8	9391	1,60	9	15,5	0,18	6,84	34,51	Коленчатый
											0,18	34,62	Гребной

Таблица 26 - Нерезонансные суммарные касательные напряжения в гребном валу

Частота вращения гребного вала, об/мин	Касательные напряжения в гребном валу, МПа	
	"Паспортное" масло	Масло "КУППЕР"
200	1,02	1,03
425	0,61	1,3
525	0,69	0,32
605	0,19	0,15
685	0,11	0,14

Определение крутящего момента на гребном валу:

Таблица 27 – Крутящий момент при использовании «паспортного» масла

Время, с	Частота вращения ГВ, об/мин	Амплитуда момента, у.е.	Амплитуда момента, МПа	Крутящий момент на ГВ, Н*м
16,5-17,5	200	21,8	0,52	52,29
132-134	425	9,4	0,22	22,55
215-220	489	8,2	0,20	19,67
281-286	530	8,4	0,20	20,15
355-357	607	16,6	0,40	39,82
455-465	693	16	0,38	38,38

Таблица 28 – Крутящий момент при использовании масла «CUPPER»

Время, с	Частота вращения ГВ, об/мин	Амплитуда момента, у.е.	Амплитуда момента, МПа	Крутящий момент на ГВ, Н*м
70-71	185	20,7	0,49	49,65
160-180	390	53,6	1,28	128,57
210-225	551	46,3	1,11	111,06
260-266	685	29,4	0,70	70,52
315-320	760	70	1,67	167,91

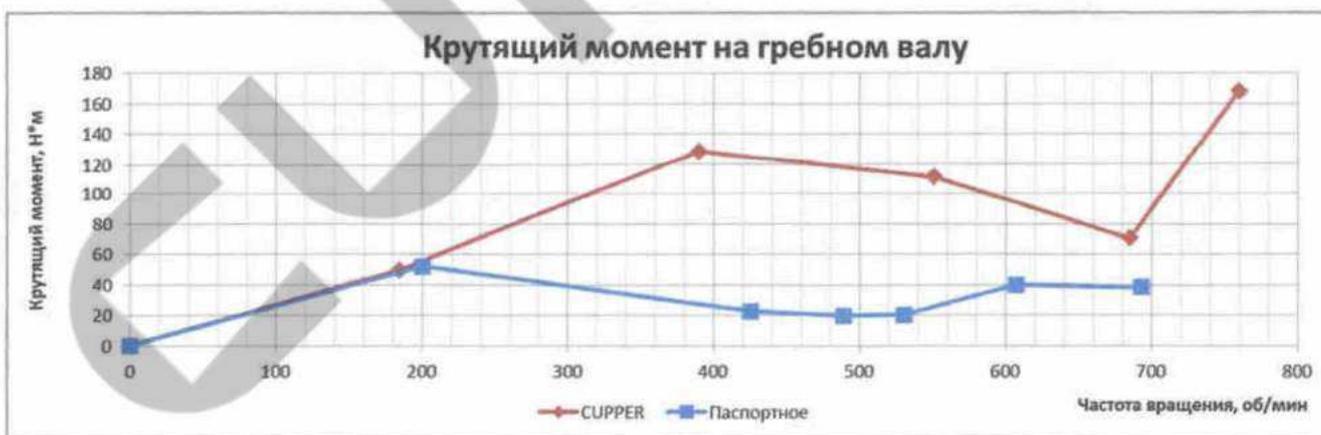


Рисунок 27 - Величина крутящего момента на участках изменения частоты вращения гребного вала

Примеры торсиограмм крутильных колебаний:

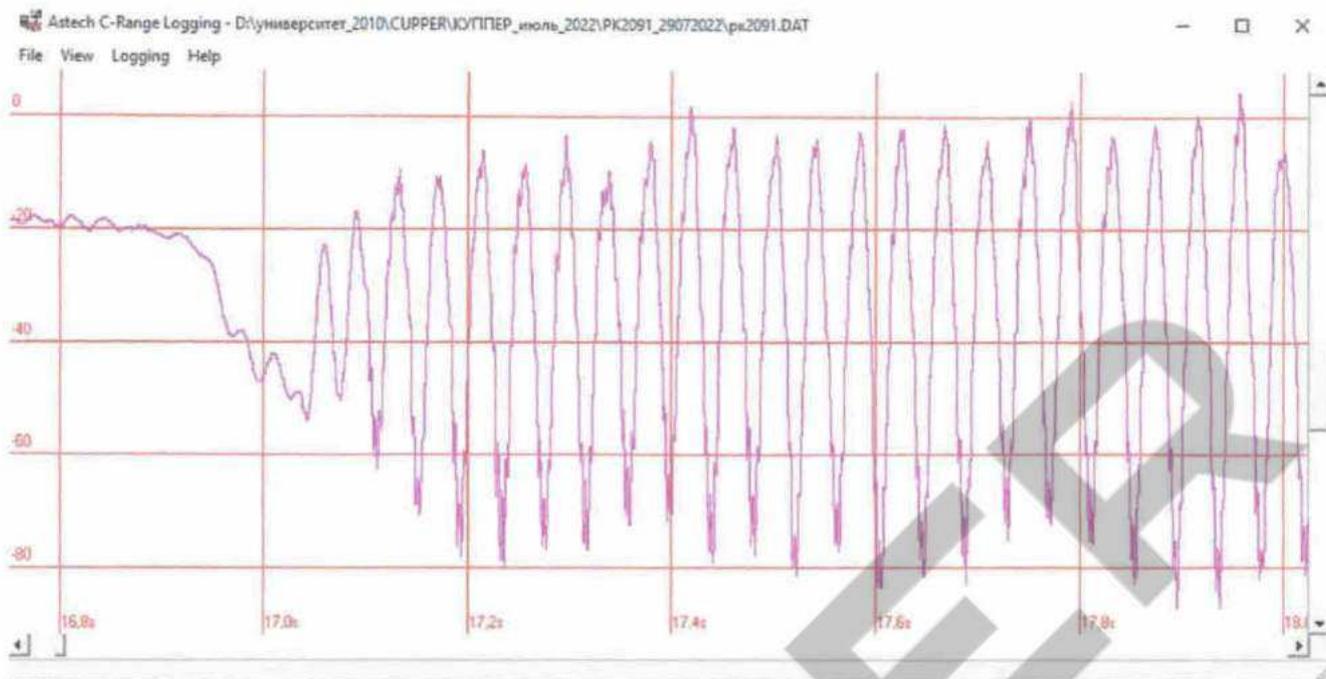


Рисунок 28 - Торсиограмма при частоте вращения гребного вала 200 об/мин при использовании «паспортного» масла

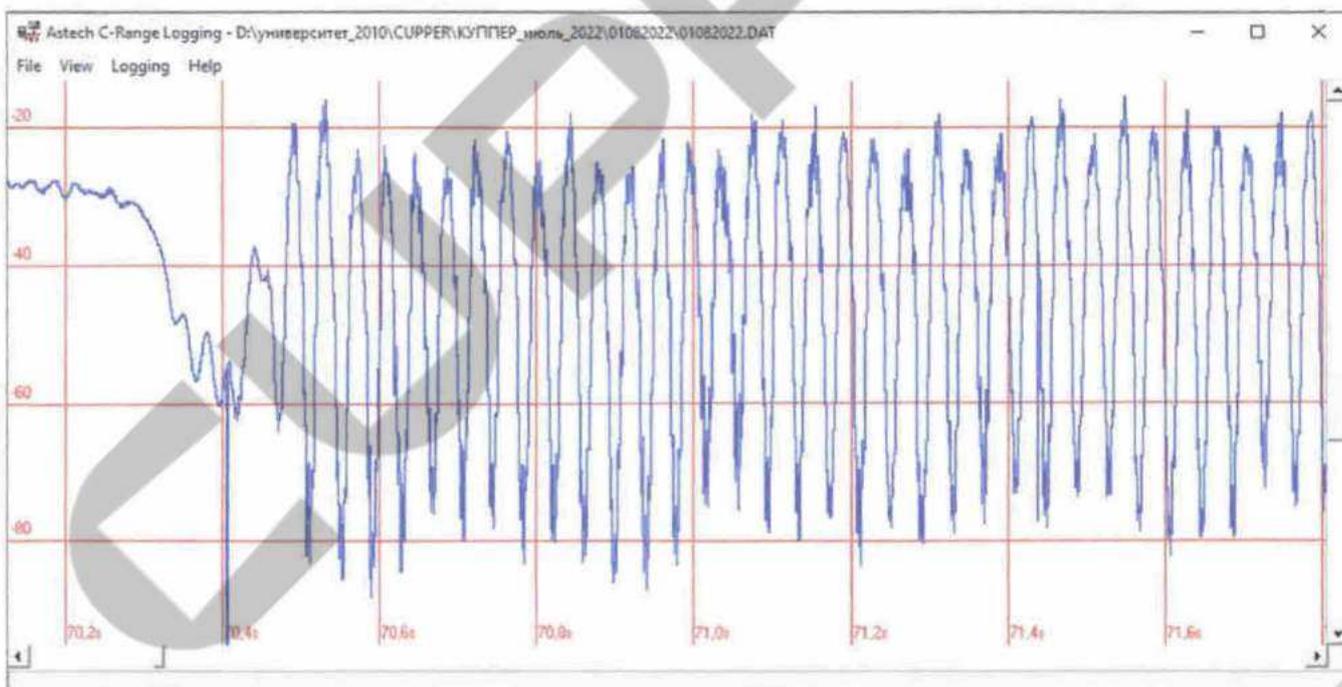


Рисунок 29 - Торсиограмма при частоте вращения гребного вала 185 об/мин при использовании масла «CUPPER»

Выводы по результатам измерений:

1. Максимальные суммарные касательные напряжения в гребном валу, зафиксированные на частоте вращения гребного вала 200 об/мин при работе на масле «CUPPER» и «паспортном» масле практически идентичны.

2. На частоте вращения гребного вала 525 об/мин касательные напряжения при работе на масле «CUPPER» ниже, чем при работе на «паспортном» масле на 0,37 МПа.

3. На частотах вращения гребного вала 605 и 685 об/мин касательные напряжения при работе на масле «CUPPER» практически идентичны напряжениям, возникающим при работе на «паспортном» масле.

4. Крутящий момент при использовании масла «CUPPER» выше, чем при использовании «паспортного» масла.

3.7 Результаты измерений вредных выбросов с атмосферу

Измерение вредных выбросов в атмосферу производилось на оборудовании ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по южному федеральному округу» (ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»), Астраханский филиал.

Результаты измерений приведены в табл. 29–30 и на рис. 30–33.

Таблица 29 – Результаты измерений вредных выбросов в атмосферу при работе дизеля на «паспортном» масле

Частота вращения гребного вала, об/мин	Диоксид азота, мг/дм ³	Оксид азота, мг/дм ³	Оксид углерода, мг/дм ³	Сажа, мг/дм ³	Температура газов, град. С
0	179,4	97,42	86,13	47,92	84
343	200,61	126,96	88,54	100,28	120
430	236,45	245,69	88,72	94,74	132
565	155,48	96,73	96,6	298,64	300
729	160,87	68,48	115,32	377,68	365

Таблица 30 – Результаты измерений вредных выбросов в атмосферу при работе дизеля на «CUPPER» масле

Частота вращения гребного вала, об/мин	Диоксид азота, мг/дм ³	Оксид азота, мг/дм ³	Оксид углерода, мг/дм ³	Сажа, мг/дм ³	Температура газов, град. С
0	56,05	48,72	80,34	63,26	84
397	104,79	92,89	82,21	87,48	122
450	174,1	133,35	92,06	81,66	154
585	183,05	161,92	94,32	194,91	209
730	206,76	198,07	108,17	486,68	274

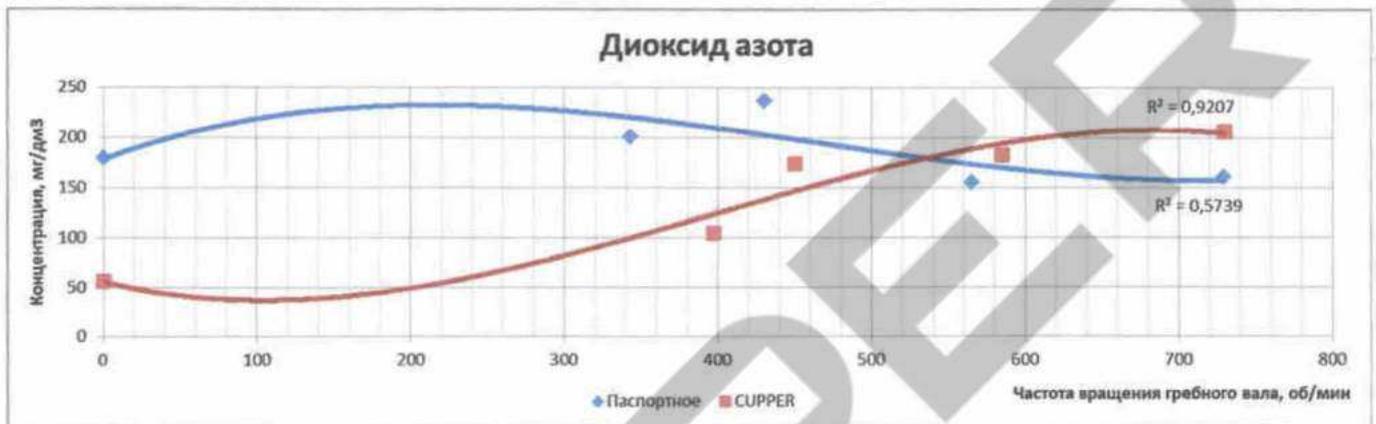


Рисунок 30 – Результаты измерения выбросов диоксида азота

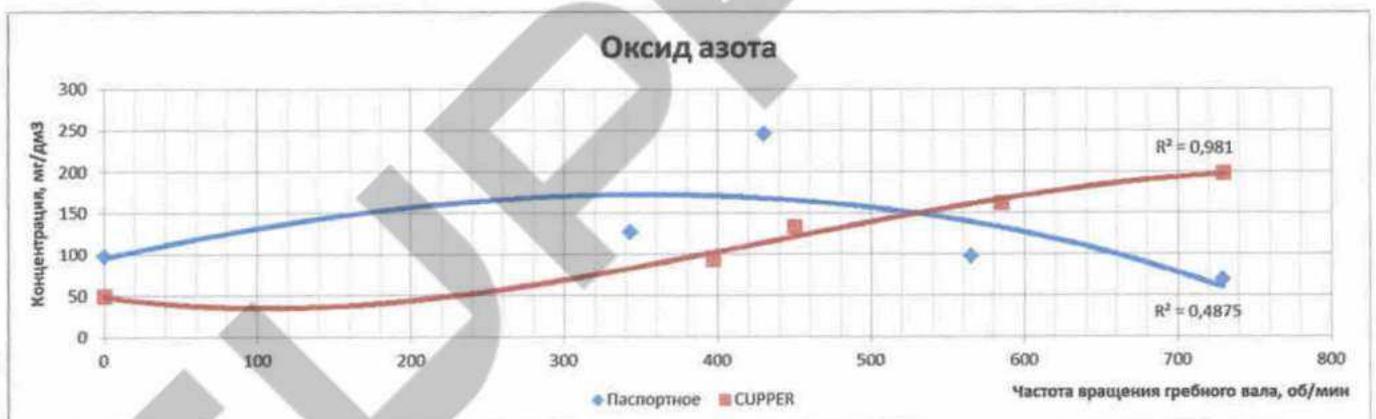


Рисунок 31 – Результаты измерения выбросов оксида азота

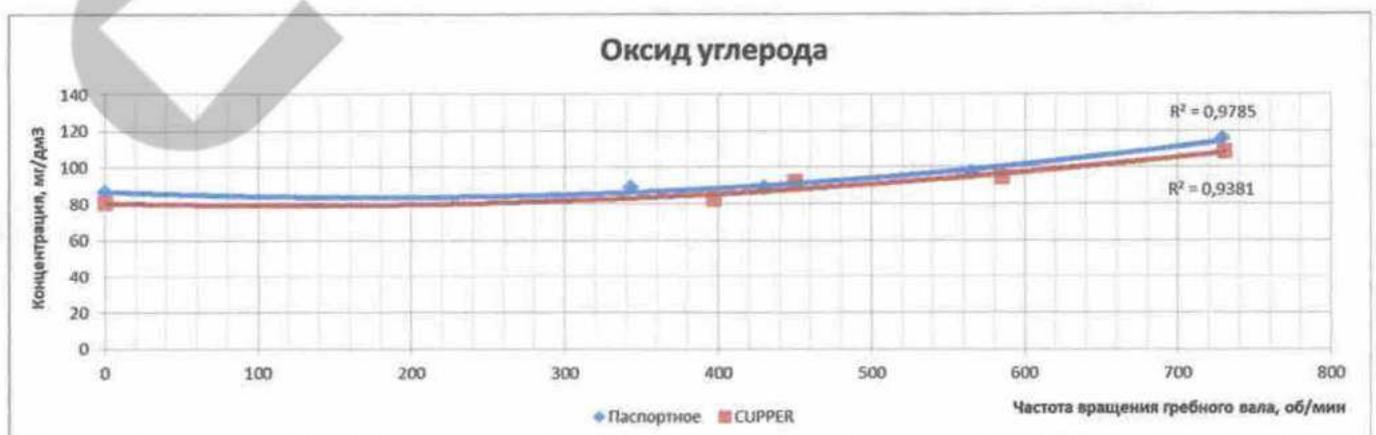


Рисунок 32 – Результаты измерения выбросов оксида углерода

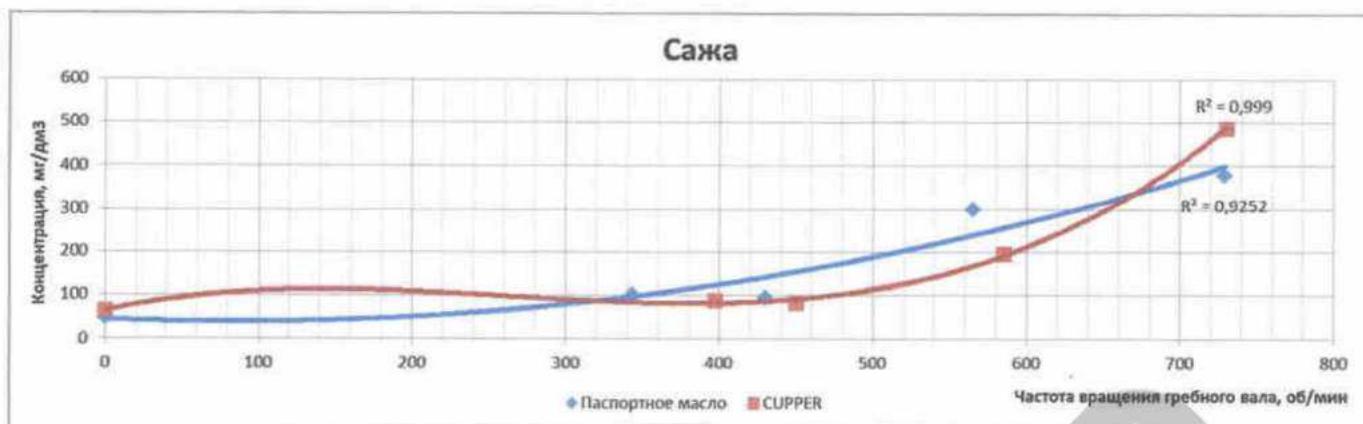


Рисунок 33 – Результаты измерения выбросов сажи

Выводы по измерениям:

1. Выбросы диоксида азота при работе двигателя на «паспортном» масле выше в диапазоне частоты вращения гребного вала от 0 до 530 об/мин, при более высокой частоте вращения концентрация более низкая, чем при работе на масле «CUPPER».

2. Выбросы оксида азота при работе двигателя на «паспортном» масле выше в диапазоне частоты вращения гребного вала от 0 до 520 об/мин, при более высокой частоте вращения концентрация более низкая, чем при работе на масле «CUPPER».

3. Выбросы оксида углерода при работе дизеля на «паспортном» масле незначительно выше (не более чем на 7%) от выбросов при работе на масле «CUPPER» практически во всем диапазоне частоты вращения гребного вала.

4. Выбросы сажи при работе двигателя на «паспортном» масле выше в диапазоне частоты вращения гребного вала от 0 до 660 об/мин, при более высокой частоте вращения концентрация более низкая, чем при работе на масле «CUPPER».

3.8 Результаты измерения вредных сбросов в гидросферу

Для анализа количества вредных сбросов в воду оценивались следующие параметры:

- пленочный нефтепродукт;

- растворенный нефтепродукт;
- фосфат ион;
- фосфор общий.

Испытания с «паспортным» маслом и маслом «CUPPER» производились в накопительном режиме. Результаты исследований приведены в табл. 31 и на рис. 34 - 37.

Таблица 31 – Результаты измерений вредных сбросов в воду

Дата эксперимента: 29.07.2022 г.			
Контроль параметров чистой воды			
Маркировка пробы лабораторией	Маркировка пробы АГТУ	Вид анализа	Величина
1677	1	Пленочный нефтепродукт, г/м ²	0,0705
		Растворенный нефтепродукт, мг/дм ³	0,081
		Фосфат ион, мг/дм ³	0,05
		Фосфат общий, мкг/дм ³	53
Дата эксперимента: 29.07.2022 г.			
Контрольные испытания с "паспортным" маслом			
1678	2	Пленочный нефтепродукт, г/м ²	0,4625
		Растворенный нефтепродукт, мг/дм ³	0,286
		Фосфат ион, мг/дм ³	0,082
		Фосфат общий, мкг/дм ³	90
Дата эксперимента: 01.08.2022 г.			
Контрольные испытания с маслом "CUPPER" после наработки 30 часов			
1684	3	Пленочный нефтепродукт, г/м ²	0,1794
		Растворенный нефтепродукт, мг/дм ³	0,912
		Фосфат ион, мг/дм ³	0,1
		Фосфат общий, мкг/дм ³	109



Рисунок 34 – Результаты измерения пленочного нефтепродукта в воде

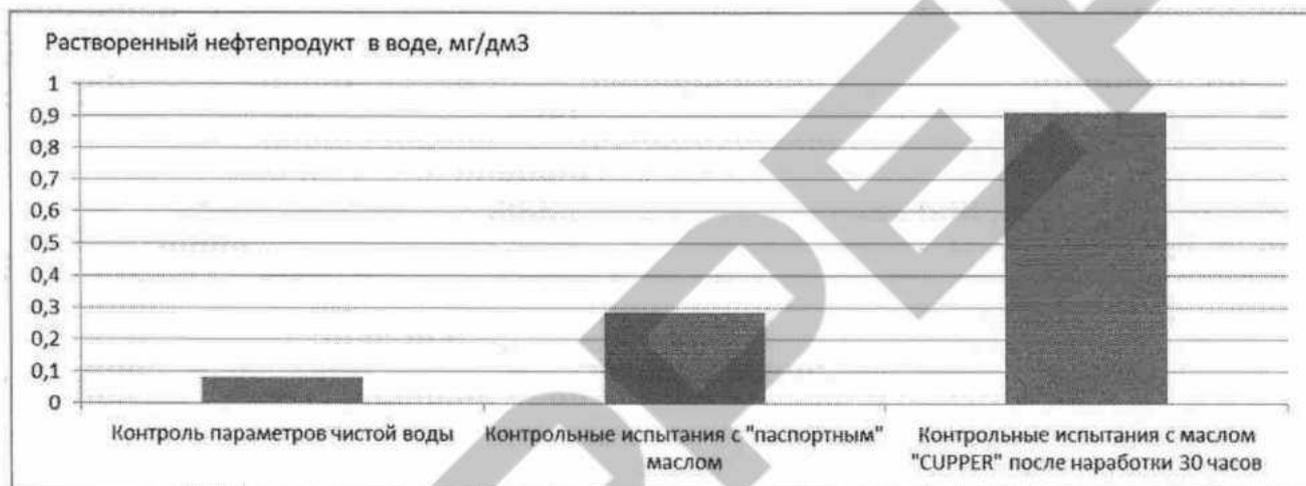


Рисунок 35 – Результаты измерения растворенного нефтепродукта в воде

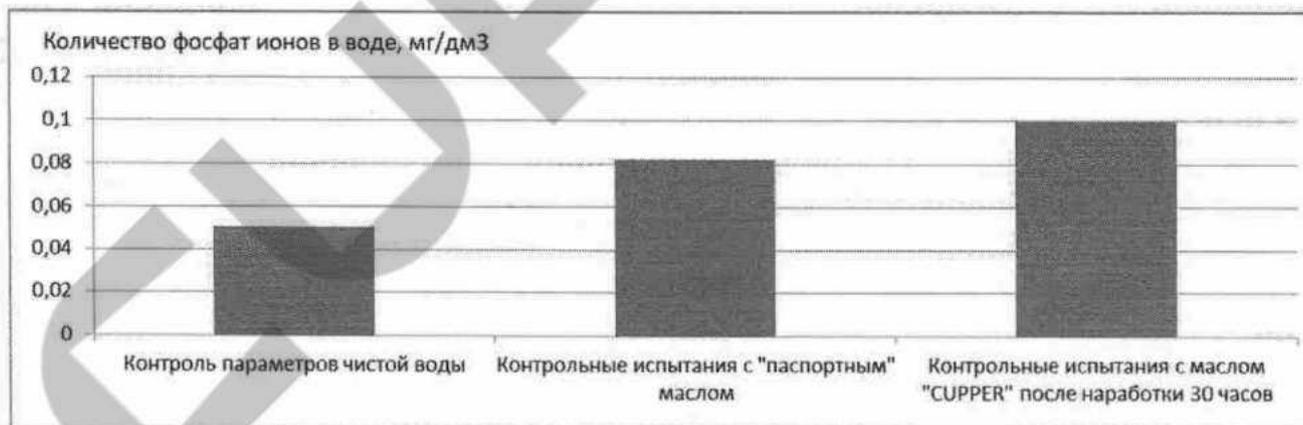


Рисунок 36 – Результаты измерения фосфат-ионов в воде

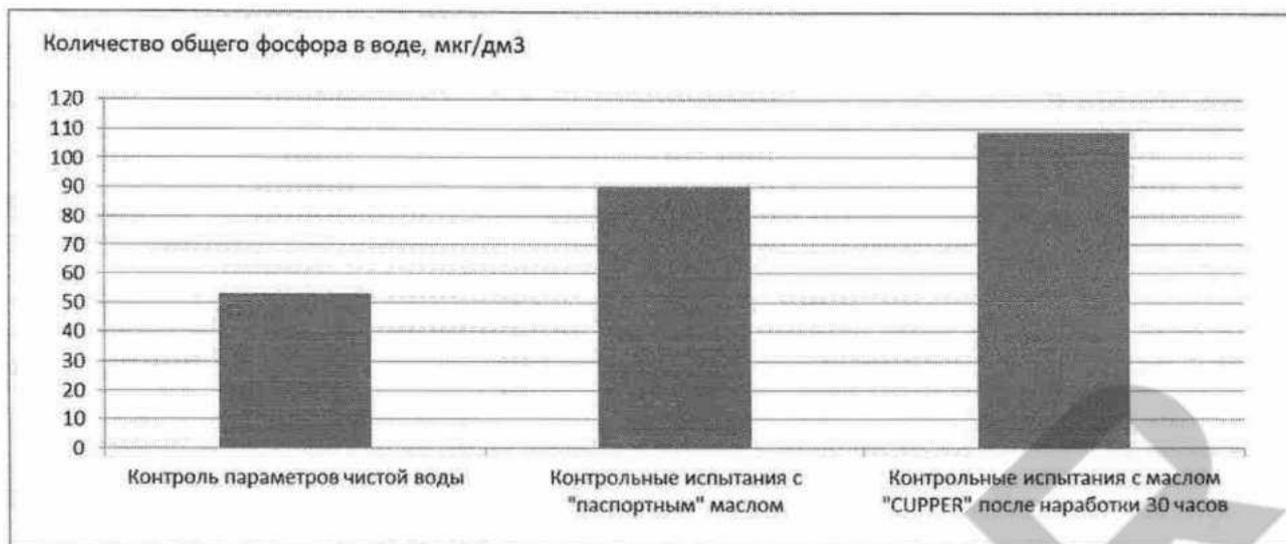


Рисунок 37 – Результаты измерения общего фосфора в воде

Выводы по измерениям:

1. Количество пленочного нефтепродукта при работе на масле «CUPPER» ниже на 61%, чем при работе на «паспортном» масле.
2. Количество растворенного нефтепродукта при работе на масле «CUPPER» выше на 218%, чем при работе на «паспортном» масле.
3. Количество фосфат ионов при работе на масле «CUPPER» выше на 22%, чем при работе на «паспортном» масле.
4. Количество общего фосфора при работе на масле «CUPPER» выше на 21%, чем при работе на «паспортном» масле.

3.9 Результаты измерения расхода топлива

Измерения при помощи мерного штрихпробера позволили определить расходы топлива на различных режимах работы дизеля 3Д6 при использовании на «паспортном» масле и на масле «CUPPER», результаты представлены в табл. 32.

Таблица 32 – Результаты измерения расхода топлива дизеля 3Д6

При работе на "паспортном" масле	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Расход топлива, мл
500 (холостой ход без нагрузки)	650,00
500 (малый ход)	875,00
797	3060,00
При работе на масле "CUPPER"	
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Расход топлива, мл
500 (холостой ход без нагрузки)	583,00
500 (малый ход)	1100,00
825	2875,00

При эксплуатации судна на масле «CUPPER» в пределах 800 об/мин прогнозируется снижение расхода топлива 6 – 10%. Общий объем израсходованного топлива на масле «CUPPER» и на "паспортном" масле за все время экспериментов имеет один порядок цифр.

3.10 Оценка погрешностей измерений

При обработке результатов экспериментов были произведены следующие действия для учета погрешностей измерения.

1. Учтены погрешности контрольно-измерительных приборов:

- тахометр «СЕМ» АТ-6 имеет погрешность $\pm 0,05\%$;
- пирометр «Testo» 830-T1 имеет погрешность: $\pm 1,5$ °С или $\pm 1,5$ % от изм. знач. (+0,1 ... +400 °С);
- термометр «TESTO-905-N1» имеет погрешность: ± 1 °С в диапазоне температур от -50 до +99,9 °С и $\pm 1\%$ от измеренного значения в остальном диапазоне;
- измерительный комплекс «Экофизика – 110» имеет погрешность в режиме измерения шума: $\pm 0,4$ дБ;
- виброметр AR63B имеет погрешность определения виброскорости $\pm 5\%$;
- погрешности оборудования для измерения вредных сбросов в гидросферу приведены в протоколах измерений (Приложение А к отчету);
- погрешности оборудования для измерения вредных выбросов в атмосферу приведены в протоколах измерений (Приложение Б к отчету);

- погрешность тензометрического комплекса «Астеч Электроникс» не превышает 5%.

2. Погрешность установки приборов исключались несколькими замера. При использовании шумомера «Экофизика-110» несколько замеров обеспечиваются режимом «Мультизапись», в результате чего в одном файле программы «Signal + 3G Light» может быть сформировано несколько отдельных замеров

3. Оценка погрешностей результатов экспериментов производилась при помощи оценки абсолютной и относительной погрешности.

Абсолютная погрешность измеряемого параметра δx_i оценивается по формуле:

$$\delta x_i = x_i - x, \quad (1)$$

где x_i – измеряемый параметр;

- x – истинное значение измеряемого параметра.

При небольших объемах выборки эксперимента и при неизвестности – истинного значения измеряемой величины x_i , рекомендуется для оценки абсолютной погрешности использовать в качестве x среднеарифметическую величину измеряемого параметра \bar{x} , согласно формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2)$$

Относительная погрешность в процентах определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}}, \quad (3)$$

Для оценки относительной случайной погрешности рассчитывалась среднеквадратичная погрешность s (стандартное отклонение выборки), которая является мерой разброса и характеризует случайную погрешность по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

Стандартное отклонение среднего результата s_{cp} может также оцениваться по формуле:

$$s_{cp} = \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (5)$$

Таким образом, при определении результатов измерений исключались данные, имеющие погрешность выше 5%, которые являются грубыми ошибками.

СУПРДРЕД

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной НИР были решены поставленные задачи со следующими результатами.

1. Температура охлаждающей воды при использовании масла «CUPPER» растет с меньшей интенсивностью, чем при использовании масла «паспортного». При частоте вращения гребного вала 730 об/мин, температура охлаждающей воды при использовании масла «CUPPER» меньше на 7°C , чем при использовании «паспортного» масла.

2. При частоте вращения гребного вала 730 об/мин температура выхлопных газов при использовании масла «CUPPER» меньше на 91°C , чем при использовании «паспортного» масла. Это подтверждается применением двух независимых термометров – «TESTO-905-N1» и ТК-5.04.

3. При использовании масла «CUPPER» температура поверхности цилиндровой крышки распределяется более равномерно, чем при использовании «паспортного» масла. При использовании масла «CUPPER» средняя температура поверхности выше на 5°C , чем при использовании «паспортного» масла, однако, необходимо учесть, что температура воздуха в машинном отделении в день испытаний на масле «CUPPER» была выше на $1 - 2.5^{\circ}\text{C}$. Дополнительно следует учесть, что температура поверхности цилиндровой крышки в начале испытаний на масле «CUPPER» была изначально выше на 3.5°C , чем при начале испытаний на «паспортном» масле. По результатам мониторинга температуры в средней части цилиндровой крышки определено, что при номинальном режиме температура при использовании «паспортного» масла растет быстрее, чем при работе на масле «CUPPER». При выходе на максимальные обороты на «паспортном» масле вода в расширительном баке достигла максимального уровня, при работе на масле «CUPPER» подобной проблемы отмечено не было.

4. Вибрация на штурвале в рулевой рубке при использовании масла «CUPPER» снижается максимально на $3,3$ мм/с при частоте вращения гребного вала ниже 350 об/мин. Осевая вибрация на двигателе при использовании масла

«CUPPER» снижается практически на всех режимах работы двигателя, с максимальным снижением на 4 мм/с. Повышение вибрации при использовании масла «CUPPER» отмечено в диапазоне частоты вращения гребного вала от 450 до 700 об/мин с максимальным повышением на 4 мм/с (при частоте вращения 480 об/мин). Осевая, вертикальная и горизонтальная вибрация дизеля при работе на масле «CUPPER» ниже при работе на холостом и долевых режимах работы. Далее, изменение вибрации при работе на масле «CUPPER» неоднозначно и в отдельных измерительных точках имеется как снижение, так и превышение по сравнению с величинами при работе на «паспортном» масле. При анализе полученных графиков развития вибрации установлено, что наиболее вибрационным режимом (с достижением максимальных значений) работы пропульсивной установки является режим с частотой вращения гребного вала в диапазоне от 350 до 450 об/мин.

5. Уровень шума в рулевой рубке практически на всех режимах работы энергетической установки при работе на масле «CUPPER» снижается на максимальную величину 2,9 дБА (уровень звука) на режиме холостого хода. Максимальный зафиксированный уровень звука в диапазоне частоты вращения гребного вала от 400 до 440 об/мин при работе на масле «CUPPER» составляет 71,1 дБА, а при работе на «паспортном» масле составляет 72,7 дБА.

6. Однозначной оценки по влиянию масла «CUPPER» на характер шума в машинном отделении дать нельзя, поскольку это может быть связано с плохой акустикой помещения, где установлен главный двигатель.

7. На резонансной частоте вращения гребного вала 525 об/мин касательные напряжения при работе на масле «CUPPER» ниже, чем при работе на «паспортном» масле на 0,37 МПа. На других резонансных частотах касательные напряжения при работе на масле «CUPPER» практически идентичны напряжениям, возникающим при работе на «паспортном» масле. При нерезонансном режиме 425 об/мин касательные напряжения при использовании масла «CUPPER» выше, чем при использовании «паспортного» масла и имеют максимальные значения 1,3 МПа. При этом, крутящий момент, рассчитанный на гребном валу при использо-

вании масла «CUPPER» выше, чем при использовании «паспортного» масла. Суммарные касательные напряжения при использовании обоих видов масла не превышают допустимых согласно правил PPP.

8. Выбросы оксида азота и диоксида азота при работе двигателя на «паспортном» масле выше в диапазоне частоты вращения гребного вала от 0 до 530 об/мин, при более высокой частоте вращения концентрация более низкая, чем при работе на масле «CUPPER». Выбросы оксида углерода при работе дизеля на «паспортном» масле незначительно выше (не более чем на 7%) от выбросов при работе на масле «CUPPER» практически во всем диапазоне частоты вращения гребного вала. Выбросы сажи при работе двигателя на «паспортном» масле выше в диапазоне частоты вращения гребного вала от 0 до 660 об/мин, при более высокой частоте вращения концентрация более низкая, чем при работе на масле «CUPPER».

9. Количество пленочного нефтепродукта при работе на масле «CUPPER» ниже, чем при работе на «паспортном» масле.

10. Количество растворенного нефтепродукта, фосфат ионов и общего фосфора при работе на масле «CUPPER» выше, чем при работе на «паспортном» масле.

11. При использовании масла «CUPPER» расход топлива снижается на 6 – 10% по сравнению с работой на «паспортном» масле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 31.21.29-85. Методика испытаний судовых дизельных энергетических установок в условиях эксплуатации.–Л., 1985.–45 с.
2. ГОСТ 21792-89. Установки дизельные судовые. Приемка и методы испытаний на судне. - М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1989.–28 с.
3. ГОСТ 10448-2014. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приемка. Методы испытаний.–М.: Стандартинформ, 2015.–21 с.
4. ГОСТ ISO 8178-1-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 1. Измерение выбросов газов и частиц на испытательных стендах.–М.: Стандартинформ, 2015.–107 с.
5. ГОСТ ISO 8178-4-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 4. Испытательные циклы для двигателей различного применения на установившихся режимах.–М.: Стандартинформ, 2014.–26 с.;
6. Вершинина В.Ф., Трумуль З.С. Судовые дизели типа 3Д6 и 7Д6. Приложение к книге «Дизели типа Д6», - В/О «Судоимпорт», 1972.–88 с.
7. Правила классификации и постройки судов. Российский речной регистр, 2019.–1545 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВРЕДНЫХ СБРОСОВ В ГИДРОСФЕРУ

ФГБУ «СевКасптехмордирекция»
Информационно – аналитический центр

Лист 1
Всего 2

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»
(ФГБУ «СЕВКАСПТЕХМОРДИРЕКЦИЯ»)**

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д.106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15, seains@mail.ru

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»
Номер записи в реестре аккредитованных лиц
№ RA.RU.517668

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Информационно-аналитического
центра

Масарова Е.Н.

16 августа 2022 г.



ПРОТОКОЛ № 90/2022 ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ

Дата выдачи: 16 августа 2022 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 44/22 от 26.07.2022 г.
Цель исследования проб(ы): химический анализ воды
Наименование объекта испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 39/2022 от 29.07.2022 г.; № 40/2022 от 01.08.2022 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата: 29.07.2022 г. время: 08:50, 12:15
дата: 01.08.2022 г. время: 11:47 – 12:00

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 29.07.2022 г. время 14:20; дата 01.08.2022 г. время 13:25
Выполнения измерений начало 29.07.2022 г. окончание 08.08.2022 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Тагитцева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 2,5 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентромер КН-3 св-во о поверке № С-БГ/07-07-2022/169305231 действительно до 06.07.2023 г., спектрофотометр ПЭ-5400ВИ св-во о поверке № С-БГ/09-11-2021/107889733, действительно до 08.11.2022 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком.
2. Отпечатано в 2-х экземплярах экз. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., экз. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция».
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ.
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет.
5. При расчете результата измерений используется среднее арифметическое значение.

Протокол лабораторных испытаний № 90/2022

Методика проведения лабораторных испытаний:

ПНД Ф 14.1.2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом инксектрофотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.;

ПНД Ф 14.1.2:4.112-97 Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. Издание 2011 г.

РД 52.10.739-2010 Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия. Издание 2010 г.

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты ¹ , мг/дм ³	Фосфат-ионы ¹ , мг/дм ³	Фосфор общий ² , мкг/дм ³
			ПНД Ф 14.1.2:4.168-2000	ПНД Ф 14.1.2:4.112-97	РД 52.10.739-2010
1	1677	Проба 1 (контроль)	0,081±0,032	0,050±0,008	53±4
2	1678	Проба 2	0,286±0,069	0,082±0,013	90±7
3	1684	Проба 3	0,912±0,219	0,100±0,016	109±11
4	1685	Проба 4	0,969±0,233	0,121±0,019	126±13

^{1,2} - количество определений (параллелей)

Проверил: нач. ИАЦ

Е.Н. Макарова

подпись Е.Н. Макарова

Исполнители:

Инженер-химик

М.М. Бирюкова

подпись М.М. Бирюкова

Инженер-химик

Е.И. Низкохат

подпись Е.И. Низкохат

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ДИРЕКЦИЯ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЗОРА НА МОРЕ»
(ФГБУ «СЕВКАСПТЕХМОРДИРЕКЦИЯ»)**

Адрес: 414018, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Дорожная 4-я, д. 106, литер строения А, помещение 5.
тел/факс (8512) 59-30-50, (8512) 59-03-15, seains@mail.ru

информационно – аналитический центр
ФГБУ «Северо-Каспийская дирекция по
техническому обеспечению надзора на море»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Информационно-аналитического
центра

Масарова Е. П.
16 августа 2022 г.



**ПРОТОКОЛ № 90/1/2022
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДЫ**

Дата выдачи: 16 августа 2022 г.

Заказчик, юридический/фактический адрес, основание на проведение КХА: Гражданка Хмельницкая Анастасия Александровна, договор на выполнение работ № 44/22 от 26.07.2022 г.

Цель исследования проб(ы): химический анализ воды

Наименование объекта испытаний: вода природная

Акт(ы) приема – передачи проб: № 39/2022 от 29.07.2022 г.; № 40/2022 от 01.08.2022 г.

Дата и время:

Отбора проб(ы) дата: 29.07.2022 г. время: 08:50, 12:15
дата: 01.08.2022 г. время: 11:47 – 12:00

Поступления проб(ы) в ИАЦ дата 29.07.2022 г. время 14:20; дата 01.08.2022 г. время 13:25
Выполнения измерений начало 29.07.2022 г. окончание 08.08.2022 г.

Место отбора проб(ы): г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16, Астраханский государственный технический университет. Экспериментальная лаборатория.

Условия проведения испытаний: указаны в журналах регистрации микроклимата (№№ 30, 33, 34) в лабораторных помещениях (№№ 2, 10, 11).

Условия отбора проб: -

Способ консервации проб(ы): в соответствии с НД

Объем пробы: 2,5 дм³

Устройство пробоотбора проб(ы): пробоотборная система

Средства измерений: концентратомер КН-3 св-во о поверке № С-БГ/07-07-2022/169305231
действительно до 06.07.2023 г.

Метод измерения: ИК-спектрометрический, фотометрический.

Примечание:

1. ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция» не несет ответственности за отбор проб, проведенный заказчиком.
2. Отпечатано в 2-х экземплярах экз. № 1 – для Гражданки Хмельницкой А.А., экз. № 2 – для ИАЦ ФГБУ «СевКасптехмордирекция».
3. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен и использован без письменного разрешения ИАЦ.
4. За качество проб, отобранных Заказчиком, ИАЦ ответственности не несет.
5. При расчете результата измерений используется среднее арифметическое значение.

Протокол лабораторных испытаний № 90/1/2022

Методика проведения лабораторных испытаний:

ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика измерений. Массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом инфракрасной фотометрии с применением концентратометров серии КН. Издание 2017 г.

Таблица № 1

№ п/п	№ рег.	Нумерация заказчика	Нефтепродукты (растворённые) ¹ , мг/дм ³	Нефтепродукты (плёночные) ¹ , г/м ²
			ПНДФ 14.1:2:4.168-2000	-
1	1677	Проба 1 (контроль)	0,081±0,032	0,0705
2	1678	Проба 2	0,286±0,069	0,4625
3	1684	Проба 3	0,312±0,219	0,1794
4	1685	Проба 4	0,969±0,233	0,0968

¹-количество определений (параллелей)

**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью $0,6 \text{ м} \times 0,85 \text{ м}$.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 39/2022 для лабораторного исследования от 29 июля 2022 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 1, 2 доставлены 29.07.2022 г в 14:20.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 2 Пленочный нефтепродукт	- фоновый	ИКС	0,081 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,4625 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	0,286 мг/дм ³	5,72

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,6(м) \times 0,85(м) \times 0,4625(г/м^2) = 0,236 \text{ г}$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раст.г} = 0,6(м) \times 0,85(м) \times 0,5 \times (0,286 - 0,081) = 0,052 \text{ г}$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,236 \text{ г} + 0,052 \text{ г} = 0,288 \text{ г}$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью $0,6 \text{ м} \times 0,85 \text{ м}$.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 40/2022 для лабораторного исследования от 1 августа 2022 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4 доставлены 01.08.2022 г в 13:25.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 3 Пленочный нефтепродукт	- фоновый	ИКС	$0,081 \text{ мг/дм}^3$	-
	- плёночный	ИКС	$0,1794 \text{ г/м}^2$	-
	- растворённый	ИКС	$0,912 \text{ мг/дм}^3$	18,24

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,6(м) \times 0,85(м) \times 0,1794(г/м^2) = 0,091 \text{ г}$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раств} = 0,6(м) \times 0,85(м) \times 0,5 \times (0,912 - 0,081) = 0,212 \text{ г}$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,091 \text{ г} + 0,212 \text{ г} = 0,303 \text{ г}$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



**РЕЗУЛЬТАТЫ
АНАЛИЗА ПРОБ, ОТОБРАННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАССЛЕДОВАНИЯ
СЛУЧАЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. В экспериментальной лаборатории Астраханского государственного технического университета установлено загрязнение водного объекта площадью 0,6 м × 0,85 м.
2. Сведения о пробах, доставленных в лабораторию: Акт приема-передачи проб № 40/2022 для лабораторного исследования от 1 августа 2022 г.
3. Дата и время доставки проб в лабораторию: в лабораторию ИАЦ пробы № 3, 4 доставлены 01.08.2022 г в 13:25.
4. Замечания по состоянию доставленных в лабораторию проб: нет.
5. Сведения о результатах количественного определения нефтепродуктов:

Наименование пятна загрязнения	Вид нефтепродукта	Метод анализа	Результат анализа	Количество ПДК
Проба 4 Пленочный нефтепродукт	- фоновый	ИКС	0,081 мг/дм ³	-
	- плёночный	ИКС	0,0968 г/м ²	-
	- растворённый	ИКС	0,969 мг/дм ³	19,38

6. Заключение о результатах анализа:

а) Масса плёночного нефтепродукта

$$M_{пл} = 0,6(м) \times 0,85(м) \times 0,0968(г/м^2) = 0,0494 г$$

б) Масса растворённого нефтепродукта

$$M_{раст.г} = 0,6(м) \times 0,85(м) \times 0,5 \times (0,969 - 0,081) = 0,2264 г$$

в) Общая масса нефтепродуктов, попавшая в воду: $M_1 = 0,0494 г + 0,2264 г = 0,2758 г$

Расчёт массы нефтепродуктов выполнил зам. начальника ИАЦ Соколова Т.Ф.



ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗОВ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТР ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
ПО ЮЖНОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ»
(ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»)**

344091, Российская Федерация, Ростовская область, город Ростов-на-Дону, улица Малиновского, дом 26А
филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области
Испытательный центр

414000, Российская Федерация, Астраханская область, город Астрахань, район Кировский, улица Бакинская,
дом 113, этаж I помещения № 7, 8, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 22, 23, 24, этаж II помещения № 48, 49, 50, 51, 53,
54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 70, 71

т/ф. (8512) 52-34-91, электронная почта: astraclati@vandex.ru

уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц РОСС RU.0001.21ЭП83

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора – руководитель испытательного центра филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области

 С.А. Иванова
« 13 » августа 20 20 г.



ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

№ 307В
Дата выдачи 23.08.2022

Заказчик, основание на проведение измерений

ООО МФ «ЭГО» Договор № 58АПВ от 27.07.2022г.

(реквизиты, номер и дата договора заказа)

- юридический адрес заказчика Астраханская область, город Астрахань, ул. Марфинская, д. 5а
- фактический адрес заказчика Астраханская область, город Астрахань, ул. Марфинская, д. 5а
- контактные данные заказчика +7(8512)511-108
- ИНН заказчика 3016063883

**Ссылка на план отбора проб/проведения измерений
Наименование обследуемого предприятия (объекта)**

План отбора № 231 от 29.07.2022

ФГБОУ ВО "Астраханский Государственный Технический Университет"
Разъездной катер (Речное судно) «РК-2091» Проекта 376, Дангатель 3Д 6

- юридический адрес г. Астрахань, ул. Гатнищева, 16
- фактический адрес (местонахождение) г. Астрахань, Балтийский пер.1
- ИНН 3016018094

главным специалистом - отдела анализа промвыбросов и атмосферного воздуха филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области И.А. Манджиевой, ведущими инженерами отдела анализа промвыбросов и атмосферного воздуха филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области А.А. Жувага, Р.Д. Мусакаевой

Отбор проб(ы) выполнен

доцента кафедры «Эксплуатация водного транспорта» ФГБОУ ВО «АГТУ» А.А. Хмельницкой

в присутствии

(должность, организация, инициалы, фамилия)

НД на отбор проб ГОСТ 17.2.4.07-90, ПНД Ф 12.1.1-99

Цель исследования проб(ы) определение концентраций загрязняющих веществ

Описание и состояние проб(ы) без особенностей

Протокол отбора (измерения) проб (акт приёма и передачи проб)

№ (ИЦ/заказчика) 231 от 29.07.2022

Дата и время:

отбора проб(ы) дата 29.07.2022 время 10:50-12:50
поступления проб(ы) в ИЦ дата 29.07.2022 время 13:30

Дата и время выполнения измерений:

начало	дата	время	окончание	дата	время
	29.07.2022	10:50		29.07.2022	12:50
	29.07.2022	13:50		29.07.2022	14:30
	01.08.2022	09:00		01.08.2022	13:00

Протокол измерений промышленных выбросов № 307В от 23.08.2022

Страница 1 из 3

Время и метеосостояние при отборе проб(ы):

время	усредненная температура воздуха, °С	усредненная относительная влажность воздуха, %	усредненное атмосферное давление, кПа	погодные условия
10:50-12:50	+33	34	101,2	ясно

Средства измерения, используемые при проведении измерений, отборе проб:

Наименование средства измерения	Заводской номер	Номер свидетельства о поверке	Окончание срока действия поверки
метеометр МЭС-200 А	3036	С-БГ/14-03-2022/142261259	13.03.2023
Аспиратор ПУ-4Э	7811	С-БИ/23-09-2021/97419706	22.09.2022
Аспиратор ПУ-4Э	8651	С-БИ/15-12-2021/118920896	14.12.2022
фотометр КФК-3	0900683	С-БГ/24-11-2021/115504532	23.11.2023
Весы лабораторные ВЛА-220М	1221-005	С-БГ/18-04-2022/149604624	17.04.2023
хроматограф "Хроматэк-Кристалл 5000"	952717	С-БГ/22-12-2021/119524312	21.12.2022
Термометр контактный ТК-5.04	1259884	С-БГ/07-10-2021/100718789	06.10.2022

Место осуществления лабораторной деятельности на площадях заказчика либо на мобильных объектах

г. Астрахань, Балтийский пер.1

414000, Российская Федерация, Астраханская область, город Астрахань, район Кировский, улица Бакинская, дом 113, этаж I помещение № 10, этаж II помещение № 65, 70

Место осуществления лабораторной деятельности

Дополнительные сведения о проведении измерений

--

Методики проведения измерений:

- № ЛПЭ-13/05 Методика раздельного определения моно- и диоксида азота в выбросах стекольного производства.
- ФР.1.31.2001.00384 Методика измерения массовой концентрации сажи в промышленных выбросах и воздухе рабочей зоны
- ПНД Ф 13.1:2:3.27-99 изд. 2005 г. Методика выполнения измерений массовых концентраций оксида углерода и метана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом реакционной газовой хроматографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Номер пробы по протоколу отбора	Номер пробы по регистрации в ИЦ	Скорость газа в газохолде, м/с	Размер газохолда, м	Температура газового потока в газохолде, °С	Температура газового потока у ротаметра, °С	Определяемый показатель	Полученная концентрация при и.у. с погрешностью при вероятности Р=0,95 или расширенной неопределенностью при коэффициенте охвата k=2, X ± Δ (U), мг/м³	НД на МИ
Номер источника, точка отбора (место отбора проб(ы)): б/и На выходе дымовой трубы двигателя ЗДб (1й режим)								
1	2651П					диоксид азота	179,40±44,85	Методика № ЛПЭ-13/05 (свидетельство об аттестации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 2420/144-2001 от 06.08.2001)
						оксид азота	97,42±24,36	
2-4	2652П-2654П			+84,0 ±2	+29 ±2	оксид углерода	86,13±19,81	ПНД Ф 13.1:2:3.27-99
5	2655П					сажа	47,92±11,98*	Методика измерения массовой концентрации сажи в промышленных выбросах и воздухе рабочей зоны (ФР.1.31.2001.00384)

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТР ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
ПО ЮЖНОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ»
(ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»)**

344091, Российская Федерация, Ростовская область, город Ростов-на-Дону, улица Малиновского, дом 26А
филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области
Испытательный центр

414000, Российская Федерация, Астраханская область, город Астрахань, район Кировский, улица Бакинская,
дом 113, этаж I помещения № 7, 8, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 22, 23, 24, этаж II помещения № 48, 49, 50, 51, 53,
54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 70, 71

т/ф. (8512) 52-34-91, электронная почта: astraclati@yandex.ru

уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц РОСС RU.0001.21ЭП83



**ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора – руководитель испытательного центра филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области

Иванова С.А. Иванова
« 13 » августа 20 22 г.

№ 308В
Дата выдачи 23.08.2022

Заказчик, основание на проведение измерений

ООО МФ «ЭГО» Договор № 58АПВ от 27.07.2022г.

(наименование, номер и дата договора заказа)

- юридический адрес заказчика Астраханская область, город Астрахань, Марфинская улица, дом 5а
- фактический адрес заказчика Астраханская область, город Астрахань, Марфинская улица, дом 5а
- контактные данные заказчика +7(8512)511-108
- ИНН заказчика 3016063883

Ссылка на план отбора

План отбора № 233 от 01.08.2022

Наименование обследуемого предприятия (объекта)

ФГБОУ ВО "Астраханский Государственный Технический Университет"
Разъездной катер (Речное судно) «РК-2091» Проекта 376, Двигатель 3Д6

- юридический адрес г. Астрахань, ул. Татищева, 16
- фактический адрес (местонахождение) г. Астрахань, Балтийский пер.1
- ИНН 3016018094
- ведущими инженерами отдела анализа промвыбросов и атмосферного воздуха филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Астраханской области А.А.

Отбор проб(ы) выполнен Жувага, Р.Д. Мусакаевой

(должность, организация, инициалы, фамилия)

Доцента кафедры «Эксплуатация водного транспорта» ФГБОУ ВО «АГТУ»

в присутствии А.А. Хмельницкой

(должность, организация, инициалы, фамилия)

НД на отбор проб ГОСТ 17.2.4.07-90, ПНД Ф 12.1.1-99

Цель исследования проб(ы) определение концентраций загрязняющих веществ

Описание и состояние проб(ы) без особенностей

Протокол отбора (измерения) проб (акт приема и передачи проб)

№ (ИЦ/заказчика) 233 от 01.08.2022

Дата и время:

отбора проб(ы) дата 01.08.2022 время 10:50-12:50

поступления проб(ы) в ИЦ дата 01.08.2022 время 13:30

Дата и время выполнения измерений:

начало	дата	время	окончание	дата	время
	01.08.2022	10:50		01.08.2022	12:50
	01.08.2022	14:00		01.08.2022	14:50
	02.08.2022	09:00		02.08.2022	13:00

Протокол измерений промышленных выбросов № 308В от 23.08.2022

Страница 1 из 3

Время и метеоусловия при отборе проб(ы):

время	усредненная температура воздуха, °С	усредненная относительная влажность воздуха, %	усредненное атмосферное давление, кПа	погодные условия
10:50-12:50	+32	38	100,9	ясно

Средства измерения, используемые при проведении измерений, отборе проб:

Наименование средства измерения	Заводской номер	Номер свидетельства о поверке	Окончание срока действия поверки
метеометр МЭС-200 А	3036	С-БГ/14-03-2022/142261259	13.03.2023
Аспиратор ПУ-4Э	7811	С-БИ/23-09-2021/97419706	22.09.2022
Аспиратор ПУ-4Э	8651	С-БИ/15-12-2021/118920896	14.12.2022
фотометр КФК-3	0900683	С-БГ/24-11-2021/115504532	23.11.2023
Весы лабораторные ВЛА-220М	3221-005	С-БГ/18-04-2022/149604624	17.04.2023
хроматограф "Хроматэк-Кристалл 5000"	952717	С-БГ/22-12-2021/119524312	21.12.2022
Термометр контактный ТК-5.04	1259884	С-БГ/07-10-2021/100718789	06.10.2022

Место осуществления лабораторной деятельности на площадях заказчика либо на мобильных объектах

г. Астрахань, Балтийский пер.1

Место осуществления лабораторной деятельности
Дополнительные сведения о проведении измерений

414000, Российская Федерация, Астраханская область, город Астрахань, район Кировский, улица Бакинская, дом 113, этаж I помещение № 10, этаж II помещения № 65.70

--

Методики проведения измерений:

- № ЛПЭ-13/05 Методика отдельного определения моно- и диоксида азота в выбросах стекольного производства,
- ФР.1.31.2001.00384 Методика измерения массовой концентрации сажи в промышленных выбросах и воздухе рабочей зоны
- ПНД Ф 13.1.2:3.27-99 изд. 2005 г. Методика выполнения измерений массовых концентраций оксида углерода и метана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом реакционной газовой хроматографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Номер пробы по протоколу отбора	Номер пробы по регистрации в ИЦ	Скорость газа в газохолде, м/с	Размер газохолда, м	Температура газового потока в газохолде, °С	Температура газового потока у ротаметра, °С	Определяемый показатель	Полученная концентрация при н.у. с погрешностью при вероятности Р=0,95 или расширенной неопределенностью при коэффициенте охвата k=2, X ± Δ (U), мг/м³	НД на МИ
Номер источника, точка отбора (место отбора проб(ы)): б/н На выходе дымовой трубы двигателя ЗД6 (1й режим)								
1	2688П			+84,0 ±2	+31 ±2	диоксид азота	56,05±14,01	Методика № ЛПЭ -13/05 (свидетельство об аттестации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 2420/144 -2001 от 06.08.2001)
						оксид азота	48,72±12,18	
2-4	2689П-2691П	--	--			оксид углерода	80,34±18,48	ПНД Ф 13.1.2:3.27-99
5	2692П					сажа	63,26±15,81*	Методика измерения массовой концентрации сажи в промышленных выбросах и воздухе рабочей зоны (ФР.1.31.2001.00384)
Номер источника, точка отбора (место отбора проб(ы)): б/н На выходе дымовой трубы двигателя ЗД6 (2й режим)								

