

УДК 629.526

DOI: 10.37890/jwt.vi77.413

Стендовые испытания шумоизолирующих материалов

М.Н. Покусаев

К.Е. Хмельницкий

А.А. Хмельницкая

А.А. Кадин

Б.С. Айдынбеков

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия

Аннотация. Группа сотрудников научно-учебно-производственной лаборатории «Подвесные лодочные моторы» кафедры эксплуатации водного транспорта ФГБОУ ВО «АГТУ» достигла в борьбе с шумом определенных результатов, отраженных в ряде патентов шумоизолирующих капотов различных модификаций и публикациях на темы анализа частотного спектра шума подвесных лодочных моторов, оценки эффективности капотов подвесных моторов маломерного судна в реальных условиях эксплуатации и др.. На основе наработанных научных исследований было создано несколько прототипов многослойных средств, рекомендованных для шумоизоляции подвесных лодочных моторов. В условиях большого спектра направлений появилась потребность исследовать на свойства шумоизоляции однослойные или многослойные конструкции без формирования физической модели капота, кожуха. Связанно это с тем, что изготовление модели капота влечёт за собой сложный технологический процесс, в то время как создать образец в виде пластины из того же материала значительно выгоднее по финансовым, трудовым и временным затратам. Отталкиваясь от потребностей научной учебно-производственной лаборатории подвесных лодочных моторов в исследовании шумов, генерируемых подвесными лодочными моторами и средствами борьбы с ними, было принято решение создать стенд для оценки эффективности материалов, снижающих шум, который позволит моделировать условия натурной эксплуатации того или иного шумоизолирующего материала без применения натуральных испытаний с подвесным лодочным мотором. Созданный стенд позволяет проводить испытания в двух направлениях. Первое направление-это испытание физических моделей кожухов на предмет шумоизоляции с использованием аудио файлов, воспроизводящих шум требуемого оборудования. Второе направление-это исследование материалов на их шумоизолирующие свойства при генерации волн разной частоты.

Ключевые слова: маломерное судно, подвесной лодочный мотор, шумоизоляция, оценка эффективности, шумомер, акустический стенд, генератор шума.

Bench tests of noise-insulating materials

Mikhail N. Pokusaev

Konstantin E. Khmelnitsky

Anastasia A. Khmelnitskaya

Alexey A. Kadin

Beybulat S. Aydynbekov

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Abstract. A group of employees of the Scientific, educational and production laboratory «Outboard Boat Motors» of the Department of Water Transport Operation of the Federal State Budgetary Educational Institution «AGTU» has achieved certain results in the fight against noise, reflected in a number of patents of noise-insulating hoods of various modifications and publications on the analysis of the frequency spectrum of outboard boat

motor noise, evaluation of the effectiveness of outboard motor hoods of small-sized boats in real operating conditions, etc. Based on the accumulated scientific research, several prototypes of multilayer means recommended for sound insulation of outboard boat motors have been created. In the conditions of a large range of directions, there is a need to apply single-layer or multi-layer structures to the properties of sound insulation without forming a physical model of the hood, casing. This is due to the fact that the production of a hood model entails a complex technological process, while creating a sample in the form of a plate from the same material is much more profitable in terms of financial, labor and time costs. Based on the needs of the scientific educational and production laboratory of outboard boat motors in the study of noise generated by outboard boat motors and means of combating them, it was decided to create a stand to assess the effectiveness of noise-reducing materials, which will allow modeling the conditions of natural operation of a noise-insulating material without the use of full-scale tests with outboard by motor. The created stand allows testing in two directions. The first direction is the testing of physical models of casings for noise insulation using audio files reproducing the noise of the required equipment. The second direction is the study of materials for their noise-insulating properties at wave generation of different frequencies.

Keywords: small vessel, outboard boat motor, noise insulation, efficiency assessment, noise meter, acoustic stand, noise generator.

Введение

На морских и речных судах источниками шума и вибрации являются главные и вспомогательные двигатели внутреннего сгорания (ДВС), виброактивные механизмы судовых энергетических установок (СЭУ). При этом, например, известный специалист в области судовых ДВС Возницкий И. В. [1] отмечал, что шум и вибрация вносят до 40 % от общего ущерба биосфере от СЭУ. Он опирается на следующие факты: изменяются места постоянного обитания и нереста рыб, гнездования птиц; ухудшается рост растений водной флоры; отмечается крайне негативное влияние на здоровье экипажа судна, описываются такие симптомы, как повышенная утомляемость, приводящая к возникновению потенциально опасной ситуации. Патентный поиск показал, что стенды акустических испытаний существуют, однако они требуют трудозатратой оклейки внутренней поверхности акустической камеры. [2]. В результате разработки направления борьбы с шумовым загрязнением на базе Научно-Учебно-Производственной лаборатории «Подвесные лодочные моторы» был разработан собственный стенд для акустических испытаний на шумоизоляционную эффективность различных материалов и многослойных конструкций. Расчеты дают лишь приблизительную картину отражающую эффективность проектируемых капотов и без натуральных испытаний сложно определить, как поведет себя многослойная конструкция капота в реальных условиях. Согласно исследованиям [3], многослойные шумоизолирующие конструкции более эффективны, чем однослойные, но создание физической модели многослойного капота требуются большие временные затраты, так как требуется проектирование, формование изделия и адаптация его под конструкцию реального подвесного лодочного мотора в то время как эффективность конструкции можно исследовать, создав лишь не большой фрагмент. Стенд стилизован под подвесной лодочный мотор не только для наглядности, но и по причине компактного размещения судовой энергетической установки, включающей органы управления, гребной вал, гребной винт, дейдвуд, транец, систему пуска, зоны генерации шума, охватывающие диапазон уровней звука подвесного лодочного мотора эксплуатируемого в реальных условиях [4]. Так же стенд включает в себя и вибро-генератор модулирующий вибрацию в диапазоне частот вибрации реального подвесного лодочного мотора. Вибро-генератор состоит из электродвигателя встроенного в корпус дейдвуда стенда, на оси которого

установлен металлический груз, который не совпадает с осью цилиндра, позволяющий вибрировать при вращении. Данная функция даёт возможность проводить исследования согласно ГОСТ 28556–2016 [5], в рамках лабораторных работ при обучении студентов.

Описание стенда акустических испытаний

Стенд представляет собой дейдвуд от подвесного лодочного мотора (далее ПЛМ), установленный на транцевой доске, размещенной в верхней части штатива, который выполнен из труб овального сечения с раздвижными ножками (рис. 1)



Рис. 1. Общий вид стенда акустических испытаний.

В верхней части дейдвуда установлена конструкция, по форме имитирующая моторную головку подвесного лодочного мотора. Муляж моторной головки выполнен из вибродемпфирующего фольгированного материала послойно наклеенного на основание из фанеры и обшита шумоизолирующим синтетическим нетканым полотном «карпет». В верхней части муляжа моторной головки выполнено

углубление для размещения в нем громкоговорителя со встроенным усилителем, выполняющим функции генератора шума. Сигнал требуемой частоты и интенсивности генерируется тонгенератором который является программным продуктом для ЭВМ [6] установленным на планшетный компьютер (рис.2)



Рис. 2. Вид планшетного компьютера в составе стенда акустических испытаний.

Так же на данном стенде возможна имитация шума подвесного лодочного мотора. Муляж моторной головки со встроенным в нее громкоговорителем накрывается шумоизолированным кожухом тем самым создавая акустическую камеру имеющую один акустический мостик в виде отверстия круглого сечения диаметром 7см. При испытании на эффективность шумоизолирующих свойств, испытываемым материалом, закрывается отверстие акустического мостика, плотность прилегания обеспечивается двумя прокладками из вспененной резины и прижимной текстолитовой шайбой, которая притягивается к кожуху резьбовыми соединениями.

Таким образом данная конструкция позволяет вставлять пластины из различных испытуемых материалов между двумя мягкими прокладками и плотно их обжать, чем обеспечивается отсутствие зазоров в данном соединении. Для удобства использования планшетного компьютера и размещения микрофона шумомера над отверстием акустического мостика предусмотрен выдвижной кронштейн и пантограф с крепёжными элементами (Рис 2;3).



Рис. 3. Вид расположения микрофона на пантографе над отверстием акустического мостика с испытуемым образцом.

Выдвижной кронштейн для пантографа способен принимать положение обеспечивающее измерение уровня шума в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 14509-3-2015 [7]

Электропитание стенда акустических испытаний (рис. 4) осуществляется по средством аккумуляторной батареи расположенной в корпусе редуктора дейдвуда. Постоянный ток от аккумулятора, проводами подается к планшетному компьютеру, генератору звука, электродвигателю вращающему гребной винт.

Описание стенда для оценки эффективности материалов, снижающих шум

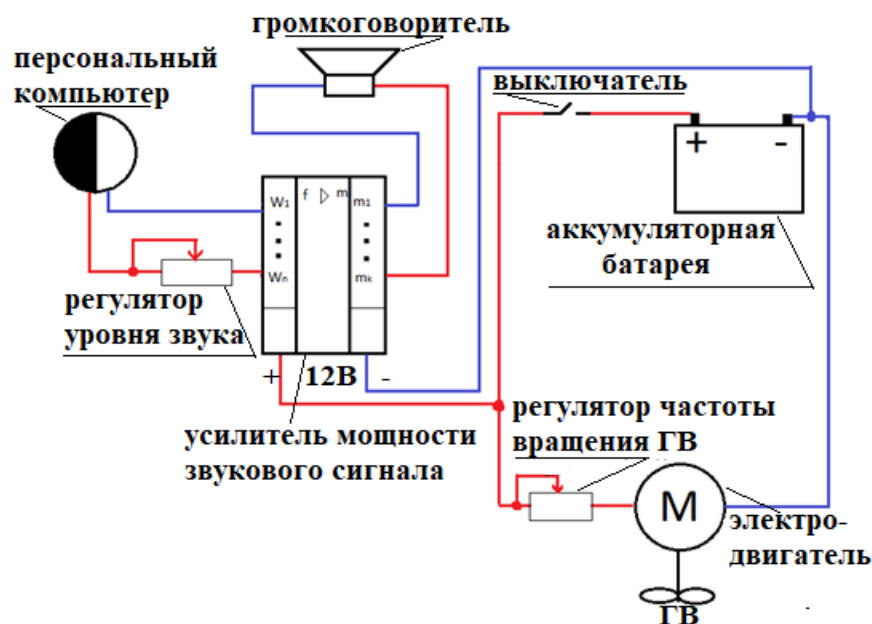


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема стенда

Для имитации запуска двигателя ПЛМ ручным стартером на стенде установлен шнур ручного пускового устройства, являющийся выключателем для системы электроснабжения. На усилитель звука, сигнал подается с планшетного компьютера через переменный резистор встроенный в ручку румпельного управления дроссельной заслонкой, что позволяет посредством ее вращения регулировать громкость звука, модулирующего звук подвесного лодочного мотора.

Испытуемый материал

При проведении эксперимента проводилась оценка эффективности шумо-виброзащитного покрытия «GROSS»-акустик производства компании «Астратек», город Волгоград. [8] По заявлению производителя - это высокоэффективное покрытие, предназначенное для нанесения на поверхности различной геометрической формы. Представляет собой упруго - эластичное покрытие поглощающее энергию звуковых волн путем ее перевода в тепло и рассеивания в окружающее пространство. Перевод энергии звуковых волн в тепло происходит за счет того, что испытуемый материал состоит из эластомерной основы в которую введены частицы тяжелых минералов, чешуйки которых воспринимают как парус на себя давление звуковой волны, а упругая среда, в которую они включены работает как демпфер гася при этом колебания тяжелых частиц.

Шумо-виброзащитное покрытие, называемое на официальном сайте компании «GROSS»-акустик может применяться на всех внутренних поверхностях шумо-виброактивных поверхностях, в том числе: на обшивке корпусов морских, речных судов и плавучих сооружений, а также в элементах кузовов всех видов авто и железнодорожного транспорта. Данный материал так же эффективен при шумо-виброизоляции промышленного оборудования, трубопроводов, грохотов,

вентиляционных коробов, пневмотранспортных элеваторных систем. Пастообразная консистенция позволяет нанести покрытие на 100% площади виброактивного оборудования в отличие от рулонных аналогов. Испытуемое звукопоглощающее шумо-виброзащитное покрытие по заявлению производителя позволяет снизить уровень шума и вибрации до комфортных значений; незначительно увеличивая при этом вес конструкции. Нанесённое покрытие при эксплуатации не откалывается, и не растрескивается при расширении или деформации изолируемой поверхности, обладает стойкостью к смазочным материалам, топливу и нейтрально к большинству применяемых в производствах химически активных веществ. Покрытие при высыхании образует твердую эластичную поверхность; экономит полезный объем, время и трудозатраты на устройство шумо-виброизоляции. Так же производитель указывает что производимый ими шумо-виброизолирующий материал нетоксичен, и изготовлен на водной основе.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики шумо-виброзащитного покрытия «GROSS»-акустик производства компании «Астратек», город Волгоград приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики шумо-виброзащитного покрытия «GROSS»-акустик

| Наименование показателя | Значение показателя |
|--|---|
| Внешний вид | Однородное матовое покрытие |
| Цвет | серобежевый, оттенок не нормируется, возможна колеровка |
| Массовая доля нелетучих веществ, % | 70 |
| Рекомендуемая толщина наносимого мокрого слоя, мм | 0,5 |
| Рекомендуемая температура нанесения, °С | 10-35 |
| Расход кг/м ² при толщине готового покрытия 0,5 мм (без учета потерь при нанесении) | 1 |

Рекомендации по нанесению

1. Подготовка поверхности. Поверхность должна быть сухой, чистой, обеспыленной, обезжиренной. Ржавчина должна быть удалена механическим либо химическим способом. При нанесении на ранее окрашенную поверхность, необходимо снять старое покрытие в местах шелушений и отслоений.
Рекомендуется придать поверхности небольшую шероховатость при помощи наждачной бумаги средней и крупной зернистости.
Для обезжиривания рекомендуется использовать технические моющие средства на водной основе типа «ТМС Унивеко» либо его аналоги, или органические растворители (уайт-спирит, Р-4, Р-646).
2. Грунтование поверхности. Поверхность из черных металлов рекомендуется предварительно загрунтовать с помощью специальной грунтовки (на акриловой, эпоксидной либо полиуретановой основе). На поверхность

- из цветных металлов покрытие можно наносить без предварительного грунтования.
3. Оборудование для нанесения. Безвоздушный распылитель с производительностью не менее 2,9 л/мин и диаметром поддерживаемых сопел не менее 0,025 дюйма. Диаметр шланга — не менее 3/8 дюйма. При длине шланга более 15 метров рекомендуется использовать шланг с диаметром 1/2 дюйма. Давление не менее 175 бар. Необходимо удалить все фильтры из пистолета и аппарата. На небольшие участки покрытие можно наносить кистью.
 4. Меры предосторожности и утилизация. Покрытие GROSS-Акустик изготовлено на основе водной полимерной дисперсии, оно пожаробезопасно и взрывобезопасно, не содержит растворителей, не требует специальных мер предосторожности в обращении с ним. При производстве работ необходимо использовать спецодежду и резиновые перчатки, а также защитные очки и полумаску с фильтром от пыли. Проводить работы в проветриваемом помещении. Хранить в недоступном для детей месте. Остатки материала после высыхания утилизировать как бытовой мусор. Материал является водорастворимым, добавление органических растворителей не допускается.
 5. Хранение и транспортировка. Покрытие GROSS-Акустик следует хранить в плотно закрытой таре при температуре от + 5°C до + 35°C, вдали от воздействия прямых солнечных лучей.

Подготовка образцов для испытания

В качестве основы для нанесения испытуемого материала использовался лист бумаги размером 200x200 мм, плотностью 72-80 +/- 2-3 г/м², на который с каждой стороны было нанесено покрытие толщиной по 0,5 мм. В общей сложности толщина готового материала составила в среднем 1 мм. После полимеризации материала в нем были произведены отверстия, для крепления его к кожуху стенда акустических испытаний через резьбовые соединения. Так же был изготовлен образец из аналогичного листа бумаги, той же серии производства, для сравнительных испытаний без покрытия.

Используемый прибор

Точность результатов эксперимента достигается применением современных, сертифицированных и поверенных средств измерения, в частности, шумомера-виброметра «Экофизика-110».

Основное измерение шума производилось при помощи измерительного комплекса «Экофизика - 110» (исполнение «Белая»), (рис. 5). «Экофизика - 110» – это трехканальный виброметр, шумомер, анализатор спектра, предназначенный для оценки вибрации и шума. Номер в Госреестре средств измерения РФ: 48433-11.



Рис. 5. Общий вид измерительного комплекса «Экофизика – 110а», в работе на акустическом стенде

Согласно паспорту ПКДУ.411000.001.02ПС на измерительный комплекс «Экофизика – 110», [9] при использовании прибора в качестве шумомера достигаются следующие технические характеристики:

- 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.

В состав измерительного комплекса также входит микрофонный предусилитель P200; акустический калибратор АК-1000; микрофонный капсюль ВМК-205; программное обеспечение «Signal+3G Light».

Ход эксперимента

Перед началом испытаний была проведена калибровка шумомера. В результате калибровки эталонным уровнем звукового давления 114 дБ, измеренный уровень составил 114,1 дБ, что находится в пределах допустимой погрешности.

После проведения калибровки были проведены три серии испытания на акустическом стенде:

1. с открытым отверстием акустического мостика.
2. с закрытым отверстием акустического мостика образцом из бумаги.
3. с закрытым отверстием акустического мостика образцом с покрытием «GROSS»-акустик.

Результаты измерения уровня звукового давления (дБА) на октавных частотах приведены в диаграмме. рис 6.

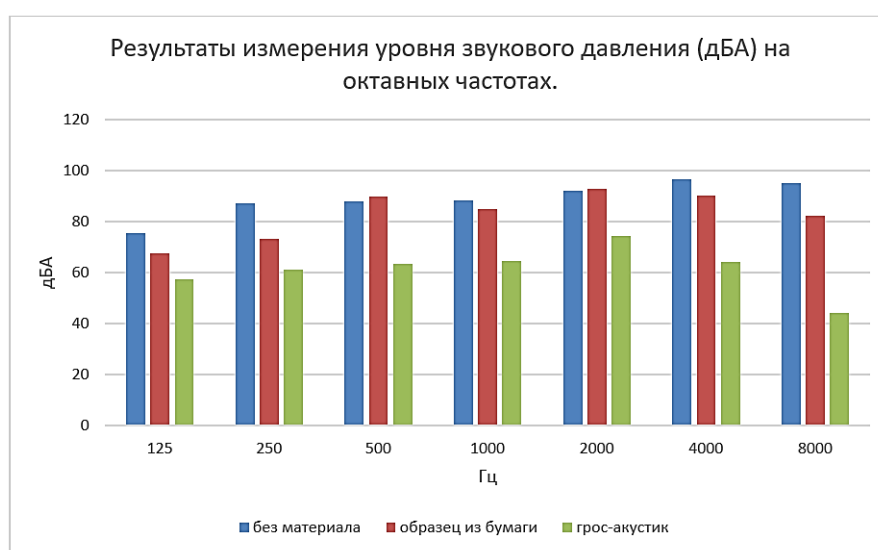


Рис. 6. Результаты измерения уровня звукового давления (дБА) на октавных частотах.

В таблице 2 отображены данные о эффективности образцов из бумаги и образца «GROSS»-акустик по отношению к испытанию с открытым отверстием звукового мостика.

Таблица 2

Данные эффективности образцов

| Частота Гц | Эффективность образца «GROSS»-акустик | Эффективность образца из бумаги |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 125 | 18,4 | 8,2 |
| 250 | 26,3 | 14 |
| 500 | 24,6 | -1,9 |
| 1000 | 23,8 | 3,3 |
| 2000 | 18,1 | -0,4 |
| 4000 | 32,5 | 6,7 |
| 8000 | 50,8 | 12,8 |

Заключение

В результате проведенных работ, в Научно-Учебно-Производственной лаборатории ФГБОУ ВО «АГТУ» кафедры «эксплуатации водного транспорта» было создано оборудование, позволяющее проводить тестовые испытания шумоизолирующих материалов и многослойных конструкций, в лабораторных условиях, без создания физических моделей капотов, так как это требует большие трудовые и временные затраты [10]. Данный стенд планируется использовать как в научной деятельности лаборатории, так и в учебном процессе для дисциплин экологической направленности.

Результаты экспериментальных работ по определению эффективности шумо-виброзащитного покрытия «GROSS» говорят о том, что, не смотря на толщину в 1мм, покрытие справляется с поставленной задачей на всех частотах требуемого диапазона. Особенно заметно, что покрытие хорошо справляется с шумом на средних частотах 250 Гц на 26,3 дБА; 500 Гц на 24,6 дБА; 1000 Гц на 23,8 дБА, и на высоких частотах 4000Гц на 32,5 дБА до 8000 на 50,8 дБА. Примечательно, что образец из бумаги на частотах 500Гц и 2000 Гц входил в резонанс с генератором шума стенда тем самым увеличивая уровень шума.

Список литературы

1. Возницкий, И. В. Судовые дизели и их эксплуатация / И. В. Возницкий, Е.Г. Михеев – Москва: Транспорт, 1990. – 361 с.-Текст: непосредственный.
2. Патент № 2650846 С1 Российская Федерация, МПК G01M7/04 . Стенд акустических испытаний шумопоглощающих панелей: № 2017108729: заявл. 2017.03.2016г. опубл. 16.03.2017/ Кочетов О.С.
3. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом / Н. И. Иванов. – Москва : Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с. Текст: непосредственный.
4. Хмельницкий К.Е. Покусаев М.Н., Ильина Е.Г. Оценка эффективности капотов подвесных моторов маломерного судна в реальных условиях эксплуатации // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2020. №3 (44). с. 87 – 92
5. ГОСТ 28556–2016. Моторы лодочные подвесные. Общие требования безопасности: издание официальное: взамен ГОСТ 28556—90 дата введения 2017-01,01./ межгосударственный стандарт. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 5 с.
6. Каталог приложений под управлением ОС Android. сайт/ URL:<https://apkpure.com/ru/frequency-sound-generator/com.boedec.hoel.frequencygenerator> (дата обращения 28.04.2023 г.) Режим доступа: свободный.
7. ГОСТ ISO 14509-3–2015. Суда малые. Измерение шума малых моторных прогулочных судов. Часть 3. Оценка шума при помощи расчетов и измерений. Межгосударственный стандарт: издание официальное: введен впервые: дата введения 2016-11-01. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 14 с.
8. Патент № 142712 U1 Российская федерация, МПК E04B 1/88(2006.01) Многослойная полимерная звуко и теплоизоляционная система: № 2013149907/03: заявл. 07.11.2013. опубл. 2014.06.27. Шило М.А. Воробьев Е.Н. Таранов В.Ф. Потапов А.Ю.
9. Эксплуатационная документация на средства измерений сайт/ URL: <https://www.octava.info/documents/> (дата обращения 10.04.2023 г.) Режим доступа: свободный.
10. Патент № 194855 U1 Российская Федерация, МПК B63N 21/00(2006.01) Шумоизолирующий капот для подвесного лодочного мотора: №2019131228: заявл. 01.10.2019 г. опубл. 25.12.2019// Покусаев М.Н. Хмельницкий К.Е.

References

1. Voznitsky, I. V. Ship diesel engines and their operation / I. V. Voznitsky, E.G. Mikheev – Moscow: Transport, 1990. pp 361.-Text: direct.
2. Patent No. 2650846 C1 Russian Federation, IPC G01M7/04 . Acoustic test stand of noise-damping panels: No. 2017108729: application 2017.03.2016, publ. 16.03.2017/ Kochetov O.S.
3. Ivanov, N. I. Engineering acoustics. Theory and practice of noise control / N. I. Ivanov. – Moscow : University Book, Logos, 2008. pp 424. Text: direct.
4. Khmel'nitsky K.E. Pokusaev M.N., Ilyina E.G. Evaluation of the effectiveness of the hoods of small-sized vessel under-weight engines in real operating conditions // Bulletin of the Engineering School of the Far Eastern Federal University. 2020. No.3 (44). pp. 87 – 92
5. GOST 28556-2016. Outboard boat motors. General safety requirements: official publication: instead of GOST 28556-90 date of introduction 2017-01,01./ interstate standard. - Moscow: Standartinform, 2016. pp 5.
6. Catalog of applications running Android OS. website/ URL:<https://apkpure.com/ru/frequency-sound-generator/com.boedec.hoel.frequencygenerator> (accessed 28.04.2023) Access mode: free.
7. GOST ISO 14509-3-2015. Small vessels. Noise measurement of small motor pleasure craft. Part 3. Noise estimation using calculations and measurements. Interstate standard: official publication: introduced for the first time: date of introduction 2016-11-01. – Moscow: Standartinform, 2016. pp 14.
8. Patent No. 142712 U1 Russian Federation, IPC E04B 1/88(2006.01) Multilayer polymer sound and thermal insulation system: No. 2013149907/03: application 07.11.2013. publ. 2014.06.27. Shilo M.A. Vorobyev E.N. Taranov V.F. Potapov A.Yu
9. Operational documentation for measuring instruments website/ URL: <https://www.octava.info/documents/> (accessed 10.04.2023) Access mode: free.
10. Patent No. 194855 U1 Russian Federation, IPC B63H 21/00(2006.01) Noise-insulating hood for outboard boat motor: No.2019131228: application 01.10.2019, publ. 25.12.2019// Pokusaev M.N. Khmel'nitsky K.E.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Покусаев Михаил Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация водного транспорта», Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «АГТУ»), 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: evt2006@rambler.ru

Хмельницкая Анастасия Александровна – кандидат технических наук; доцент кафедры эксплуатации водного транспорта и промышленного рыболовства; Астраханский государственный технический университет; 414056, Астрахань, ул. Татищева, 16; evt2006@rambler.ru

Хмельницкий Константин Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации водного транспорта и промышленного рыболовства; Астраханский государственный технический университет; 414056, Астрахань, ул. Татищева, 16; chuchera80@mail.ru

Кадин Алексей Алексеевич- аспирант кафедры эксплуатации водного транспорта и

Mikhail N. Pokusaev, Doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department «Operation of water transport», Astrakhan State Technical University, 16, Tatisheva st., Astrakhan, 414056

Anastasia A. Khmel'nitskaya – Candidate of Technical Sciences; Docent of the Department of Operation of Water Transport and industrial fishing; Astrakhan State Technical University; 414056, Astrakhan, Tatisheva str., 16; evt2006@rambler.ru

Konstantin E. Khmel'nitsky – Candidate of Technical Sciences; Docent of the Department of Water Transport Operation and industrial fishing; Astrakhan State Technical University; 414056, Astrakhan, 16 Tatisheva str.; chuchera80@mail.ru

Alexey A. Kadin - post-graduate student of the Department of Operation of Water Transport and

промышленного рыболовства; Астраханский государственный технический университет; 414056, Астрахань, ул. Татищева, 16; alexeik1@mail.ru

Industrial Fishing; Astra-khan State Technical University; 414056, Astrakhan, ul. Ta-tishcheva, 16; alexeik1@mail.ru

Айдынбеков Бейбулат Сабирович – магистрант кафедры эксплуатации водного транспорта и промышленного рыболовства; Астраханский государственный технический университет; 414056, Астрахань, ул. Татищева, 16; bejbulat@list.ru

Beybulat S. Aydynbekov– Master's student of the Department of Water Transport Operation and industrial fishing; Astrakhan State Technical University; 414056, Astrakhan, Tatishcheva str., 16; bejbulat@list.ru

Статья поступила в редакцию 01.06.2023; опубликована онлайн 20.12.2023.
Received 01.06.2023; published online 20.12.2023.