

возникновения заболеваний и улучшения условий труда работающих. Обеспечение здоровых, безопасных и высокопродуктивных условий труда становится важным фактором функционирования сельскохозяйственных организаций в условиях рыночной экономики.

Список литературы

1. Сечко Л.К. Наиболее травмоопасные виды работ: регламентация безопасного проведения в Республике Беларусь и Российской Федерации / Л.К. Сечко // Охрана труда. – 2010, № 2. – С.39-47.
2. Сивкин В.Н. Проблемы сохранения жизни и здоровья работников при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании сельскохозяйственной техники / В.Н. Сивкин, Н.С. Студенкова // Материалы международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (Минск 19-20 октября 2010 г.) в двух томах. – 2010, т.2. – С.277-282.
3. Методические рекомендации. Система управления охраной труда. Порядок проведения работ по оценке рисков в области охраны труда. Утверждены Председателем Госстандарта В.Н. Корешковым 10 июня 2006 г. – Минск, 2007.

© Молош Т.В., Корчик С.А., 2022

УДК 621.43.065.001.57

Геннадий Иванович Белохвостов

Белорусский государственный аграрный технический университет, кафедра управления охраной труда, доцент, кандидат технических наук, Беларусь, Минск,
e-mail: gbelohvostov@gmail.com

Марина Валерьевна Бренч

Белорусский государственный аграрный технический университет, кафедра управления охраной труда, старший преподаватель, Беларусь, Минск

Марина Викторовна Кунаш

Белорусский государственный аграрный технический университет, аспирант, Беларусь, Минск

Елизавета Сергеевна Андрухович

Белорусский государственный аграрный технический университет, студент, Беларусь, Минск

Антон Романович Коженевский

Белорусский государственный аграрный технический университет, студент, Беларусь, Минск

Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции

Аннотация. Представлена классификация глушителей шума двигателей внутреннего сгорания (ДВС), основные требования к ним. Предложены инновационные модели глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания (ДВС), глушитель шума (ГШ), глушитель шума-утилизатор теплоты отработавших газов (ГШУ), отработавшие газы (ОГ), инновационные конструкции глушителей шума.

Gennady Ivanovich Belokhvostov

Belarusian State Agrarian Technical University, Department of Labor Protection Management, Associate Professor, PhD, Minsk, Belarus, e-mail: gbelohvostov@gmail.com

Marina Valeryevna Brench

Belarusian State Agrarian Technical University, Labor Protection Management Department, Senior Lecturer, Minsk, Belarus

Marina Viktorovna Kunash

Belarusian State Agrarian Technical University, post-graduate student, Belarus, Minsk

Elizaveta Sergeyevna Andrukhovich

Belarusian State Agrarian Technical University, student, Belarus, Minsk

Anton Romanovich Kozhenevsky

Belarusian State Agrarian Technical University, student, Belarus, Minsk

**Noise silencers for internal combustion piston engines:
classification, basic requirements, innovative designs**

Abstract. A classification of noise silencers for internal combustion engines (ICE) and their main requirements are presented. Innovative models of noise silencers for reciprocating internal combustion engines are proposed.

Key words: internal combustion engine (ICE), noise muffler (SM), exhaust heat recovery muffler (EGR), exhaust gases (EGR), innovative noise muffler designs.

Введение. В современных условиях шум является одним из ведущих факторов загрязнения окружающей среды, связанный с ростом городов и развитием технологий. Воздействие шума на человека становится все более актуальной проблемой. Особое место занимает шум производственного происхождения, уровень которого существенно вырос. Воздействие повышенных уровней шума на работающих обусловлено все более широким применением высокопроизводительного оборудования, увеличением скорости технологических процессов при эксплуатации промышленного оборудования.

По данным Всемирной организации здравоохранения (2002 г.), в глобальном грузе болезней по вкладу профессиональных факторов потери слуха от шума занимают 2-е место (16 %) после болей в спине (37 %). Более 12 % несчастных случаев на производстве были вызваны сочетанием высокого уровня шума (90 дБА и более) и наличием потери слуха у работника [1].

Более 30 % работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, подвергаются неблагоприятному воздействию

шума, превышающего допустимые нормы. Организм человека, неприспособленный к перманентному воздействию шума, реагирует на звуковые раздражители достаточно негативно. Отрицательное влияние шума на работоспособность проявляется даже при его небольшой интенсивности.

За 2021 г. распределение по основным нозологическим формам в группе профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием физических факторов трудового процесса: по-прежнему превалирует нейросенсорная тугоухость – 85,7% от количества всех заболеваний в данной группе [2].

Основная часть. К основным источникам шума транспортных и самоходных сельскохозяйственных машин, оборудованных ДВС, относится шум выпуска. Шум незаглушенного выпуска может достигать 140 дБА (болевого порог), что во много раз превосходит шум всех остальных источников [3]. Шум ДВС, с учетом механизмов образования его отдельных составляющих, подразделяют на аэродинамический и структурный. Изначально аэродинамический шум по своему уровню значительно превышает структурный [4]. Проблема снижения этого шума решается с помощью применения эффективных глушителей. Глушители шума должны уменьшать уровень шума и не препятствовать функционированию устройства, генерирующего шум. Кроме этого, к глушителям в зависимости от эксплуатационных особенностей предъявляются требования по габаритам, форме, массе, стоимости, использованию конструкционных и поглощающих звук материалов и т.п. Несмотря на исключительную научную направленность и экономические усилия, переход от ДВС к полностью электрическим двигателям будет долгим и сложным. ДВС в ближайшие годы будут по-прежнему играть фундаментальную роль, как в качестве традиционных двигателей, так и в составе гибридных силовых агрегатов. Поэтому, совершенствование конструкций ГШ или ГШУ является важной народнохозяйственной задачей .

ГШ – специально разработанные устройства, предназначенные для преобразования энергии потока ОГ, обеспечивая его свободный проход и блокируя распространение акустической волны от источника к окружающей среде. Они могут

подразделяться на глушители ослабления шума впуска и выпуска двигателей внутреннего сгорания (глушители транспортных и самоходных сельскохозяйственных машин), глушители аэродинамического шума (ГШ компрессоров, пневмоустройств, вентиляции и т.п.) и глушители звука выстрела (оружейные глушители).

ГШУ - теплообменник, совмещенный конструктивно с ГШ транспортного средства и утилизирующий тепловую энергию ОГ ДВС (среднепотенциальные ВТЭР) для использования в отопительных системах специальных обогреваемых транспортных средств, передвижных пунктов питания и автомагазинов [5].

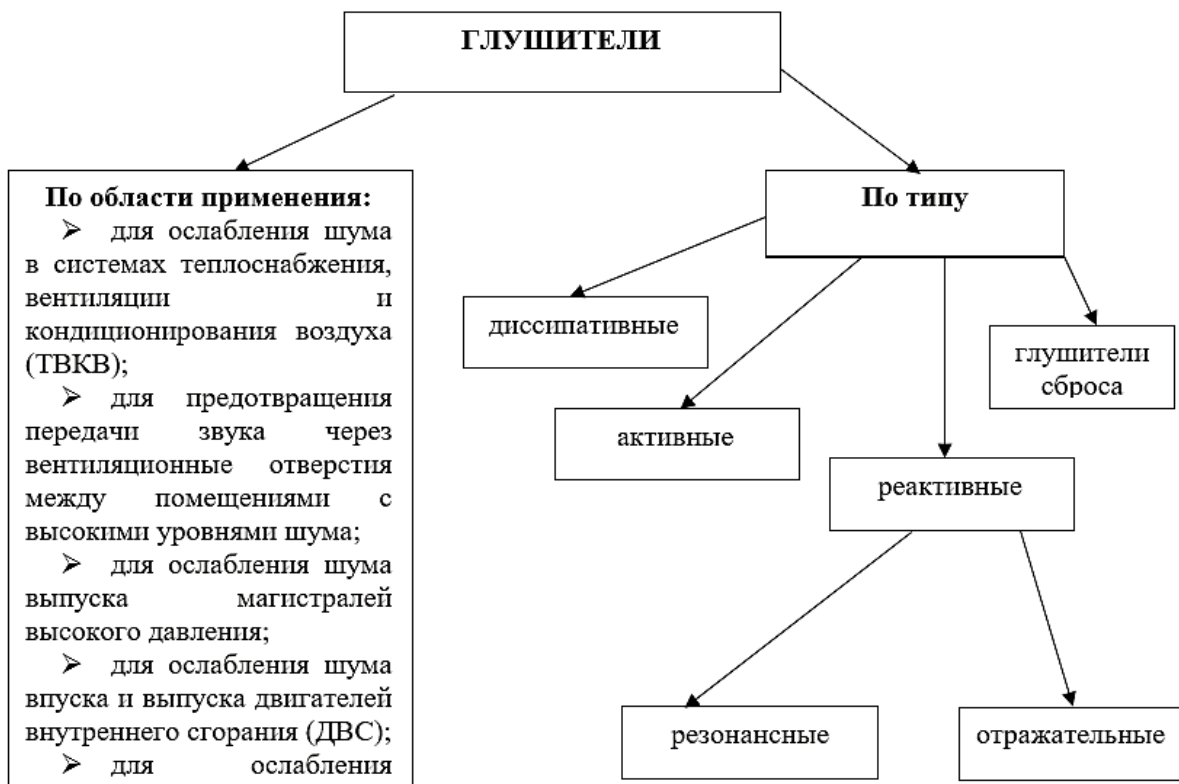


Рисунок 1 – Классификация глушителей по ГОСТ 31328-2006 [7, 8]

В настоящее время существует несколько классификаций глушителей [6-7]. Согласно ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998) «Руководство по снижению шума глушителями» [7] в соответствии с преобладающим механизмом ослабления

глушители (рисунок 1) могут быть классифицированы следующим образом:

- диссипативные глушители;
- реактивные глушители, включая резонаторные и отражательные;
- глушители сброса;
- активные глушители [8].

По процессу утилизации (отбора) энергии отработанных газов в выпускных трактах ДВС: глушители-утилизаторы (встроенные утилизационные теплообменники самых разных конструкций: пластинчатые, трубчатые, змеевиковые, «греющие рубашки» и др., и связаны, прежде всего, с внешним воздействием на газовый поток $q_{вн}$ ($dq_{вн} < 0$), с диссипацией части механической энергии и превращением её в теплоту трения ($dq_{тр} > 0$) и с возникновением в газовом потоке вследствие химических экзотермических реакций окисления оксидов азота NO_x внутреннего источника теплоты $q_{хим}$ ($dq_{хим} > 0$)) [8-9].

ГШ поршневых ДВС должен отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать минимально возможное аэродинамическое сопротивление при максимально возможном снижении уровня шума выпуска ОГ ДВС;
- иметь простую конструкцию, минимальное количество внутренних деталей, небольшую массу, улучшенную производственную технологичность конструкции по размерам и формам поверхности внутренних деталей, сокращению числа технологических операций и их унификацию, снижение затрат труда на изготовление и сборку;
- обладать технологической и конструктивной преемственностью, возможностью унификации основных деталей ГШ и создания параметрического ряда ГШ семейства машин заданного класса.

Требования к ГШУ:

- заданная тепловая эффективность на всех режимах работы двигателя;
- малое аэродинамическое сопротивление как со стороны отработавших газов, так и со стороны подогреваемого воздуха;
- механизм регулирования тепловой нагрузки;

- небольшая масса при развитой поверхности нагрева.
- технологичность при изготовлении и нетрудоемкость при техническом обслуживании [5].

По результатам исследований предложены инновационные модели ГШ, которые могут быть использованы в системах выпуска ОГ поршневых ДВС транспортных и самоходных сельскохозяйственных машин [10-13].

В ОАО «Минский тракторный завод» проходит испытания новая конструкция глушителя шума. ЗАО «Амкодор-Пинск» готовится к изготовлению опытных образцов глушителей шума.

Заключение. Представлена классификация глушителей шума двигателей внутреннего сгорания (ДВС), основные требования к ним. Предложены инновационные модели глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания, опытные образцы которых успешно проходят испытания на предприятиях-изготовителях самоходной сельскохозяйственной техники.

Список литературы

1. Рыбина, А. Л. Шум как физический фактор. Влияние на организм и профилактика на производстве / А. Л. Рыбина, И. П. Семенов // Охрана труда. Технологии безопасности. — 2021. — № 7. — С. 74—79.
2. Микулич, И.В. Профессиональная заболеваемость в 2021 году / А.Л. Микулич // Охрана труда. Технологии безопасности. — 2022. — № 4. — С. 21—27.
3. Дробаха, М. Н. Снижение внешнего шума транспортных машин глушителями (на примере трактора МТЗ-82): дис. ... канд. техн. наук / М. Н. Дробаха. – СПб., 2004. – 148с.
4. Шатров, М. Г. Шум автомобильных двигателей внутреннего сгорания / М. Г. Шатров, А. Л. Яковенко, Т. Ю. Кричевская. — М.: МАДИ, 2014. — 68 с.
5. Выбор оптимальной конструкции глушителя шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Белохвостов, М.В. Бренч, С.В. Акуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: сборник научных статей II Международной научно-практической конференции, 9-10 июня 2022 г. / редкол.: А.В. Миранович [и др.].

- Минск, БГАТУ, 2022. – С. 422—426.

6. Кузнецов, А. Н. Разработка системы активного шумоподавления в глушителях тракторов сельскохозяйственного назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. Н. Кузнецов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I. — Воронеж, 2015. — 18 с.

7. Шум. Руководство по снижению шума глушителями: ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998). Введ. 01.04.2007. - М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. - 66 с.

8. Классификация и особенности эксплуатации глушителей шума выпуска отработанных газов самоходной сельскохозяйственной техники / А. А. Пинчук [и др.] // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы междунар. студенч. науч.-практ. конф., 16 февр. 2022 г. [Рецензируемое научное издание]. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева», 2022. - С. 348-352.

9. Влияние процессов утилизации энергии отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания на газодинамические и акустические характеристики глушителей шума / В. Я. Груданов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. фізіка-тэхнічных навук. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 307-317.

10. Новые направления в конструировании глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / В. Я. Груданов [и др.] // Вестник БАРГУ. Сер. технические науки. – 2022. – № 2 (12). – С. 74-84.

11. Инновационная конструкция глушителя шума поршневых двигателей с улучшенными гидравлическими и акустическими характеристиками на основе теории чисел // Каталог ярмарки «Инновации в машиностроении»; рук. разработки В. Я. Груданов, Г. И. Белохвостов. — Бобруйск: БелИСА, 2019. — С. 18—19.

12. Ткачева, Л. Т. Совершенствование конструкций глушителей шума двигателей внутреннего сгорания / Л. Т. Ткачёва, Г.И. Белохвостов, М.В. Бренч // Переработка и управление качеством

сельскохозяйственной продукции: сборник статей V Международной научно-практической конференции (Минск, 25-26 марта 2021 года) / под общ. ред. В.Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 177-180.

13. Пинчук, А.А. Анализ существующих методов защиты от шума и современные направления их совершенствования / А.А. Пинчук, Г.И. Белохвостов, Л.Т. Ткачева, М.В. Бренч // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилёв, 21-22 апреля 2022 г.: в 2-х т. / УО "Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий"; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.), 2022. – Т.2. - С. 324-325.

© Белохвостов Г.И., Бренч М.В., Кунаш М.В., Андрухович Е.С., Коженевский А.Р., 2022

УДК 331.45

Виктор Владимирович Русских

Белорусский государственный аграрный технический университет, магистрант, Беларусь, Минск,
e-mail: viktrussk@yandex.ru

Геннадий Иванович Белохвостов

Белорусский государственный аграрный технический университет, кафедра управления охраной труда, доцент, кандидат технических наук, Беларусь, Минск,
e-mail: gbelohvostov@gmail.com

Применение визуализирующего оборудования для измерения расстояний до линий электропередач

Аннотация. Представлены статистические данные. Предложено к использованию инновационное визуализирующее оборудование различных типов.

Ключевые слова: охрана труда, линии электропередач (ЛЭП), фотокамера, изображение, объект, техническое решение.