

Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе: сб. материалов Всерос. (Нап) науч.-прект. междунар. участием, посв. 60-летию создания кафедры технического сервиса (ремонта машин и технологии конструкционных материалов). Чебоксары, 26 января 2024 года. / ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ – Чебоксары, 2024. – С. 208–211.

2. Гаркуша, А.В. Особенности герметизации кабины МСХТ / А.В. Гаркуша [и др.]. // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол. : В.В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 23–26.

3. Иванов, Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : Учебник. – М. : Университетская книга. Логос, 2008. – 424 с.

4. Фесина, М.И. Об используемых типах автомобильных звукоизоляционных материалов и некоторых приемах их модификационного структурирования / М.И. Фесина, А.В. Краснов // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 9. – С. 10–16.

**Summary.** The article presents materials devoted to reducing the impact of noise and vibration on the body of the operator of mobile agricultural machinery. An analysis of the protective equipment that is used in the cabs of agricultural machinery is carried out, which makes it possible to increase comfort in the cabs of tractors and preserve the health of the worker.

УДК 331.45

**Кунаш М.В.**, аспирант;

**Позняков Д.М.**, студент;

**Белохвостов Г.И.**, кандидат технических наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

## **МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП КОНСТРУИРОВАНИЯ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ТРАКТОРОВ**

**Аннотация.** Рассмотрен модульный принцип конструирования глушителей шума тракторов и типовых элементов глушителя в терминах матриц передачи: прямооточных труб, расширительного глушителя, перфорированных неровностей канала, перфорированной решетки.

**Abstract.** The designs of typical muffler elements from the transmission matrix point of view are considered: straight pipes, expansion muffler, perforated channel bumps, perforated grille.

**Ключевые слова.** Борьба с шумом, глушители шума, экспериментальные исследования, труба Вентури, лучевой эффект, конусные перфорированные обтекатели.

**Keywords.** Noise control, noise mufflers, experimental studies, Venturi tube, radiation effect, cone perforated fairings.

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 [1].

Из всех экологических факторов шум – самый массовый. В настоящее время эта проблема приобретает угрожающий характер. Расходы на борьбу с шумом составляют сотни миллиардов в год, но несмотря на эти очень солидные цифры проблема остаётся актуальной и по данным зарубежных специалистов эти расходы должны быть увеличены не менее чем в 2–3 раза. Проблема борьбы с шумом, в первую очередь, экономическая.

Тракторы – это неотъемлемый элемент городов и технологической базы комплекса сельскохозяйственного оборудования. Они широко распространены у коммунальщиков для обслуживания прилегающих территорий предприятий, городских улиц и парков, а также выполняют множество функций в сельском хозяйстве.

Одним из негативных факторов при эксплуатации тракторов является повышенный шум, который создается их выхлопной системой [2].

Основными источниками шума при работе колёсного трактора признаны: выпускная система, корпус двигателя, вентилятор системы охлаждения и трансмиссия. Причём, наибольший уровень звука имеет выпускная система – 100–120 дБА, что на 15–35 дБА превышает допустимый уровень [3].

Перед нами стоит задача снизить уровень шума именно этого источника с помощью глушителей.

В настоящее время существует несколько классификаций глушителей. Согласно ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998) «Руководство по снижению шума глушителями» [4] в соответствии с преобладающим механизмом ослабления глушители могут быть [5] классифицированы по принципу действия:

- диссипативные глушители;
- реактивные глушители, включая резонаторные и отражательные;
- комбинированные глушители.

В диссипативных глушителях снижение шума достигается за счёт потерь акустической энергии на трение в звукопоглощающих материалах (волоконистых или пористых поглотителях, сетках, перфорированных листах и т.п.), расположенных на пути распространения звука.

В реактивных глушителях снижение шума обеспечивается за счёт отражения части звуковой энергии в сторону источника. Звуковые волны,

попадая в полость реактивного глушителя, возбуждают в нём собственные колебания, что приводит к ослаблению звука в одних частотных областях и усилению в других.

Комбинированные глушители содержат в себе как реактивные, так и диссипативные элементы. Любой глушитель является комбинированным, так как имеет место частичное отражение звуковых волн от диссипативных элементов, а в реактивных энергия колебаний при отражении волн переходит в тепловую.

К глушителю шума выпуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) предъявляются следующие требования:

1. Акустическая эффективность – обеспечение требуемого снижения звукового давления в широком диапазоне частот ( $\Delta L$ , дБ).
2. Минимально возможное гидросопротивление, выраженное в потерях давления при прохождении газов по аэродинамическому тракту ( $\Delta p$ , Па).
3. Минимально возможные габаритные размеры.
4. Применение материалов, стойких к коррозии и тепловым нагрузкам.
5. Конструктивная и технологическая простота [3].

Разработка глушителей шума выпуска – важное направление шумозащиты транспортных машин. Над проектированием и производством глушителей работают множество фирм и специалистов. В этой области отсутствует сколько-нибудь серьезная унификация, почти к каждой новой транспортной машине создается свой глушитель. Несмотря на многообразие технических решений, до настоящего времени не создана единая научно обоснованная методика расчета геометрических параметров перфорации внутренних элементов глушителя, что существенно усложняет их разработку [5].

Проектирование глушителей проводится на основе экспериментальных исследований, включающих изготовление опытных образцов и их стендовые испытания, по результатам которых выбирается лучший вариант. Такой подход связан со значительными материальными затратами и далеко не всегда приводит к желаемому результату, вследствие чего подготовленные к производству глушители в большинстве случаев нуждаются в дальнейшей доработке.

В результате наших теоретических и экспериментальных исследований обоснованы конструкции типовых элементов глушителя в терминах матриц передачи:

- прямооточных труб (входного и выходного патрубка с внутренней перфорацией);
- расширительного глушителя (расширительной камеры);
- перфорированных решеток (рисунок 1);
- перфорированных неровностей канала (сужения, в виде конфузора, прямого участка - горловины, расширения – диффузора) (рисунок 2).

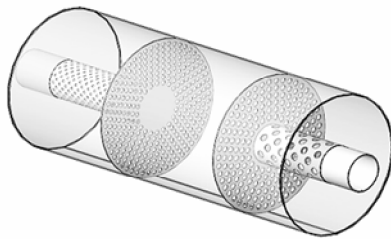


Рисунок 1 – Макет инновационной конструкции глушителя шума поршневых двигателей внутреннего сгорания на основе теории чисел [6]

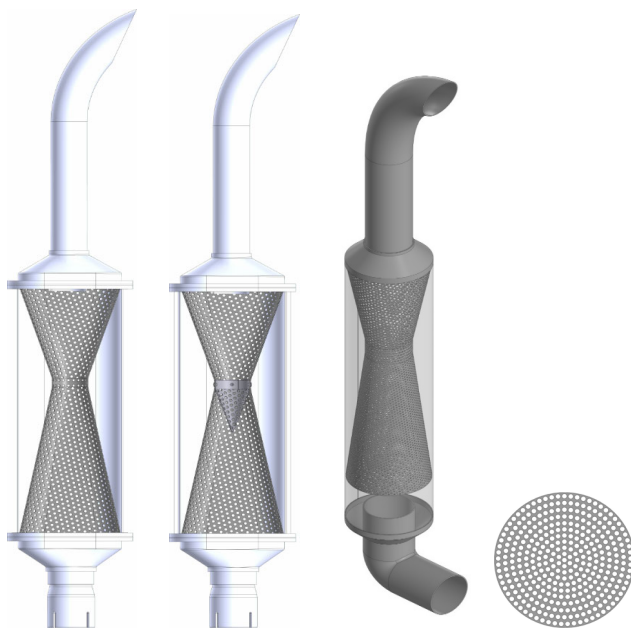


Рисунок 2 – Макет инновационных конструкций глушителей шума серии 800 и 3522

Глушители шума серии 800 (для тракторов с ДВС, мощностью 130–140 л.с.) представляют собой полые расширительные камеры в виде корпуса глушителя эллипсоцилиндрической формы с входными и выходными патрубками. Внутри расширительных камер размещаются вставочные модули, с помощью которых осуществляется последовательная фрикция газового потока. Перфорированные вставки - модули выполнены по типу

трубы Вентури с горловиной и представляют собой последовательно установленный конфузор, горловину и диффузор по ходу движения потока отработавших газов.

С целью последовательного равномерного дробления газового потока на более мелкие струи, минимизации отрывных течений, размеры деталей, диаметры отверстий перфорации взаимосвязаны между собой особым образом, с использованием теории предпочтительных чисел.

Для исключения влияния "лучевого эффекта" из-за небольшой длины глушителей, предложены конструкции конусных перфорированных обтекателей, установленных внутри горловины (рисунок 2).

Кроме того, для устранения данного явления, в глушителях серии 3522 с расширительной камерой цилиндрической формы, перед вставкой-модулем на выходе газового потока из поворота устанавливается перфорированная решетка (рисунок 2).

Модульный принцип конструирования глушителей шума тракторов является наиболее перспективным.

#### **Список использованной литературы**

1. Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции / Г.И. Белохвостов [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции : сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, 23–25 ноября 2022 г. / редкол. : Н.М. Дерканосова [и др.]. – Воронеж, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022 – С. 56–64.

2. Кунаш, М.В. Повышение производственной безопасности работающих путём снижения внешнего шума сгорания / М.В. Кунаш, Г.И. Белохвостов / VI Международная научно-практическая конференция «Безопасный и комфортный город», 21–23 марта 2023 г. – Орёл : ОГУ имени И.С. Тургенева, 2023. – С. 576–580.

3. Прохоренко, А.А. Новационная конструкция глушителя шума выпуска тракторного дизеля / А.А. Прохоренко, И.В. Парсаданов, Д.Е. Самойленко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – № 1. – С. 61–65.

4. Шум. Руководство по снижению шума глушителями : ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998).

5. 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.

6. 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.

**Summary.** The modular design principle of tractor noise mufflers is considered.