

*Пинчук А.А.,
Русских В.В.,
Белохвостов Г.И., к.т.н.,
Жаркова Н.Н., ст. преподаватель.
УО БГАТУ, г. Минск, РБ*

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ВЫПУСКА ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Общеизвестно, что шум является постоянным спутником всех сельскохозяйственных предприятий и зачастую является показателем эксплуатационного состояния оборудования и технической культуры предприятий [1]. Это относится как к стационарным производствам: элеваторам, крупозаводам, комбикормовым заводам, так и к самоходной сельскохозяйственной технике: тракторам, комбайнам, погрузчикам и т.п.

Шум с физиологической точки зрения – это любой нежелательный для человеческого слуха звук, который негативно действует на наше здоровье. Практически во всех системах человек находится в плотном взаимодействии с оборудованием и агрегатами, которые состоят из двух и более тел (трение взаимодействующих поверхностей, вынужденные колебания твёрдых тел, перемешивание газовых потоков при их движении с разными скоростями и т.п.), следовательно, персонал находится в зоне возможного повышенного шума [2].

Идет непрерывное ужесточение норм по внешнему шуму самоходной сельскохозяйственной техники. За последние 30 лет нормы шума разных классов тракторов снижены на 10-14 дБА, что соответственно потребовало и разработки средств, обеспечивающих требуемое снижение шума [3].

К основным источникам шума транспортных машин, оборудованных двигателями внутреннего сгорания (ДВС), относится шум выпуска. Шум незаглушенного выпуска может достигать 140 дБА (болевого порог), что во много раз превосходит шум всех остальных источников [3].

Процессы, происходящие в камерах сгорания двигателей внутреннего сгорания, порождают сложные виброакустические явления, связанные с перемещением высокоскоростного и высокотемпературного потока отработавших газов по газовыпускным системам (трубопроводы и глушитель шума выпуска). Шум на выпуске – основной источник акустического загрязнения от работы ДВС, уровни которого без глушителя достигают более 110-120 дБ. При прохождении по газовыпускному тракту с глушителем параметры шума ДВС изменяются, что приводит к уменьшению шума на выпуске [4].

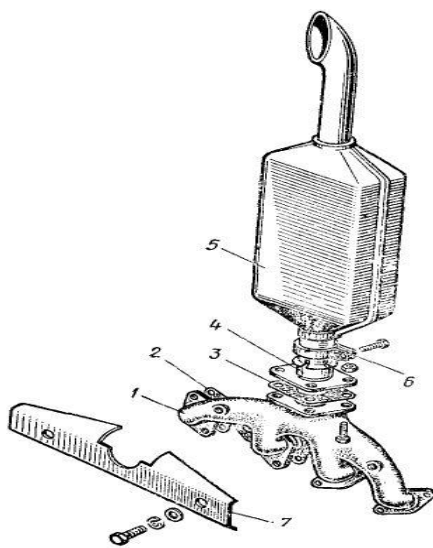
Глушители шума – специально разработанные устройства, предназначенные для преобразования энергии потока газов и обеспечивающие его свободный проход и блокирующие распространение акустической волны от источника к окружающей среде. Они могут подразделяться на глушители ослабления шума впуска и выпуска двигателей внутреннего сгорания (глушители транспортных и сельскохозяйственных машин), глушители аэродинамического шума (глушители шума компрессоров, пневмоустройств, вентиляции и т.п.) и глушители звука выстрела (оружейные глушители).

Для уменьшения шума выпуска газов, отработанных в цилиндрах дизеля, и обеспечения противопожарной безопасности на самоходной сельскохозяйственной технике чаще всего устанавливаются унифицированные глушители-искрогасители прямооточного типа и противопожарный щиток. На большинстве тракторов искрогасители объединяют в одном агрегате с глушителем. Пример конструкции глушителя трактора представлен на рис. 1.

Проблемам шума и разработки современных методов расчета и проектирования автомобильных и тракторных глушителей шума посвятили свои работы различные учёные: Груданов В.Я, Шатров М.Г., Иванов Н.И., Разумовский М. А., Безручко А.Ф., Дробаха М.В., Комкин А.И., Лубянченко А.А., Кузнецов А. Н. и др.

В настоящее время существует несколько классификаций глушителей. Согласно ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998) «Руководство по снижению шума глушителями» [5] в соответствии с превалирующим механизмом ослабления глушители могут быть классифицированы как (рис. 2):

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



1 – коллектор; 2 и 3 – прокладки; 4 – выпускной патрубков; 5 – глушитель-искрогаситель; 6 – хомут; 7 – противопожарный щиток

Рисунок 1– Конструкция глушителя трактора

В [6] приведён результат обобщения классификаций глушителей, представленных в различных литературных источниках (рис. 3).

Камерные глушители действуют как акустические фильтры, снижая звук на некоторых частотах за счет его отражения в местах сужения и расширения воздухопровода. Данный вид глушителей наиболее эффективен на низких частотах, а их акустическая характеристика может иметь широкие полосы заглушения и узкие полосы полного прохождения звука [6].



Рисунок 2 – Классификация глушителей по ГОСТ 31328-2006 [5]

Резонансные глушители представляют собой газовые полости, сообщающиеся с трубопроводом при помощи отверстия. Эти глушители обычно оформляются в виде группы резонаторов, они применяются для подавления дискретных составляющих шума.

В абсорбционных глушителях снижение шума достигается за счёт перехода звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающем элементе. Интерференционные глушители для снижения шума используют взаимное ослабление звуковых волн, прошедших через каналы разной длины и находящихся, вследствие этого, в противофазе. Применение глушителей данного типа, так же как и резонансных, наиболее эффективно, когда

требуется заглушить одну или несколько тональных составляющих в стабильном спектре шума.

Комбинированные глушители объединяют в себе несколько принципов снижения шума и могут иметь признаки всех вышеперечисленных типов глушителей. Все вышеназванные типы глушителей являются пассивными, так как не используют для снижения шума внешних источников энергии [6].

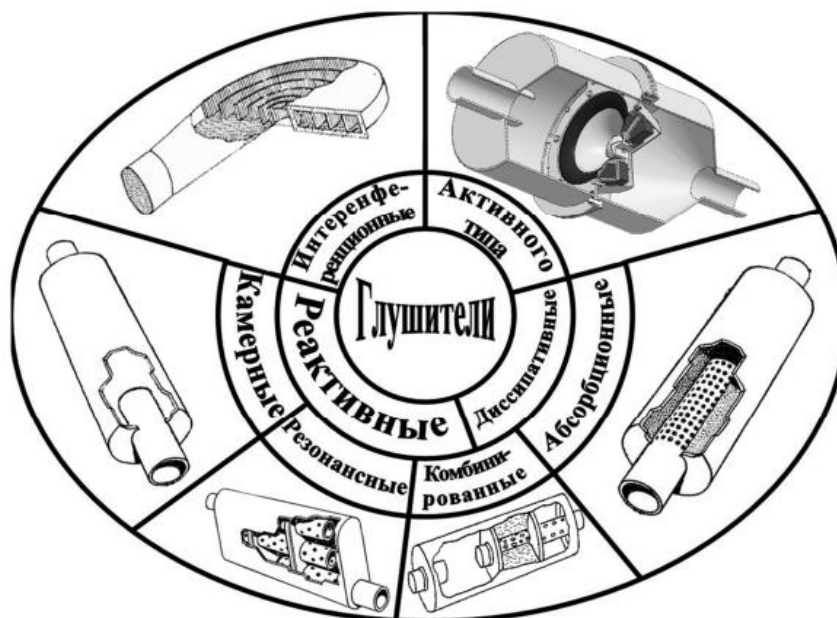


Рисунок 3 – Классификация глушителей шума процесса выпуска

Предлагаем свою начальную классификацию глушителей по шуму выпуска ДВС. По данному типу глушители подразделяются на: реактивные (основную роль в снижении шума играет интерференция); диссипативные (шум снижается за счёт поглощения специальными материалами, заполняющими внутреннее пространство глушителя); комбинированные (применяются оба решения).

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 $q_{хим}(dq_{хим} > 0)$).

По числу камер глушители подразделяют на однокамерные, двухкамерные и трехкамерные. Практический интерес представляет трехкамерный реактивный глушитель с улучшенными гидравлическими и акустическими характеристиками на основе теории чисел [7].

Несмотря на исключительную научную направленность и экономические усилия, переход от ДВС к полностью электрическим двигателям будет долгим и сложным. Двигатели внутреннего сгорания в ближайшие годы будут по-прежнему играть фундаментальную роль, как в качестве традиционных двигателей, так и в составе гибридных силовых агрегатов. Исходя из изложенного, снижение уровня шума самоходной сельскохозяйственной техники посредством совершенствования системы выпуска отработанных газов является важной народнохозяйственной задачей.

Библиографический список

1. Гайда, А. С. Шум в сельском хозяйстве и подходы к вопросу борьбы с ним при эксплуатации оборудования и машин на основе новейших технологий/ А. С. Гайда // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 07 (121). – С. 1221-1254.

2. Скворцов, А.Н. Анализ исследования источников шума объектов животноводства/ А.Н. Скворцов // Электронный периодический научный журнал «SCI-ARTICLE. RU». – 2014. – № 5 (январь). – С. 159-163.

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. Лубянченко, А.А. Улучшение виброакустических характеристик глушителей шума выпуска двигателей внутреннего сгорания большой мощности: автореф. дис. ... канд. техн. наук/ А.А. Лубянченко; БалтГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова. – Санкт-Петербург, 2017. – 22 с.

5. Шум. Руководство по снижению шума глушителями: ГОСТ 31328–2006 (ИСО 14163:1998). Введ. 01.04.2007. М.: Межгос. совет по стандарт., метрологии и сертиф., 2007. – 66 с.

6. Комкин, А.И. Разработка современных методов расчета и проектирования автомобильных глушителей с требуемыми характеристиками: дис. докт. техн. наук/ А.И. Комкин. – СПб.: Балтийский госуд. техн. ун-т «Военмех» имени Д. Ф. Устинова, 2012. – 48 с.

7. Белохвостов, Г.И. Снижение шума транспортных машин глушителями/ Г.И. Белохвостов, Л.Т. Ткачёва, А.А. Пинчук // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф. (Минск, 3-4 июня 2021 года)/ редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2021. – 680с.

8. Кожин, С.А. Повышение мощности и КПД за счет энергосберегающей установки в выхлопной системе двигателя внутреннего сгорания/ С.А. Кожин, А.В. Шемякин // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж, 2015. – Т. 2. – № 2. – С. 368-372.