

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Павлова Павла Ивановича на диссертационную работу Кузнецова Алексея Николаевича на тему: «Разработка системы активного шумоподавления в глушителях тракторов сельскохозяйственного назначения», представленной в диссертационный совет Д 220.010.04 на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01- «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

1. Актуальность темы диссертации

Одним из основных недостатков современных тракторов с точки зрения безопасности труда является высокий уровень шума, который обуславливает ускоренную утомляемость тракториста, и, как следствие, снижение производительности его труда и качества работ. Кроме этого, длительное воздействие шума высокой интенсивности на человека может привести к потере слуха и инвалидности. Поэтому требования к уровням излучаемого тракторной техникой шума постоянно ужесточаются, и в настоящее время допустимый уровень шума внутри кабины снижен с 90 дБА до 80дБА.

Наиболее интенсивным источником внешнего шума тракторов является процесс выпуска отработавших газов. Применяемые в настоящее время глушители пассивного типа, не достаточно эффективны особенно в диапазоне низких частот до 500 Гц, в котором, как правило, сосредоточены самые значительные амплитуды спектра. Повышение эффективности глушителей тракторов может быть достигнуто внедрением в их конструкцию системы активного шумоподавления, эффективно снижающей низкочастотные компоненты шума выпуска.

В этой связи, снижение внешнего и внутреннего шума сельскохозяйственных тракторов применением системы активного шумоподавления является весьма важной задачей. Диссертационная работа Кузнецова А.Н., направленная на решение данной задачи, является, безусловно, актуальной и будет способствовать повышению безопасности и эффективности труда механизаторов.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их научная новизна и достоверность.

Научная новизна работы заключается:

в описании рабочего процесса глушителя шума с системой активного шумоподавления аналитическими зависимостями, позволяющими определить аэродинамическое сопротивление, развиваемое глушителем;

в получении закономерностей изменения характеристик внешних и внутренних полей при использовании глушителей шума активного типа;

в обосновании рациональных геометрических параметров глушителя и нового технического решения, реализующего данные параметры в глушителе шума активного типа.

В диссертации представлено 8 общих выводов, изложенных в заключении.

Первый вывод сделан на основе анализа литературных источников, утверждает, что наиболее значимым источником шума тракторов сельскохозяйственного назначения является выпуск отработавших газов, а уровни звукового давления, развиваемые данным источником, достигают 130 дБ в полосах частот средне- и низкочастотного диапазона. Вывод достоверен и имеет новизну.

Замечание по выводу. В данном выводе следовало указать, применение каких технических решений позволит значительно снизить уровни звука в указанных диапазонах.

Второй вывод сделан на основе теоретических и экспериментальных исследований, утверждает, что разработанная методика определения эффективности глушителя шума активного типа, позволяет с высокой степенью точности спрогнозировать его эффективность в низко- и среднечастотном диапазоне. При этом констатируется высокая сходимость результатов расчета по предлагаемой методике и экспериментальных данных. Вывод достоверно обоснован материалами 2 и 4 главы диссертации и имеет новизну.

Третий вывод констатирует, что предложенный алгоритм поиска геометрических параметров, позволил выявить рациональные размеры опытного образца глушителя, обеспечивающие наибольшую его эффективность. Вывод содержит рекомендуемые значения параметров, достоверный и имеет новизну.

Четвертый вывод сделан на основе теоретических исследований, дает информацию о рациональном радиусе расширительной части глушителя $r_{расш} = 0,13 - 0,15$ м, при котором в нем наблюдаются минимальные потери давления. Вывод новый и достоверный, но может быть объединен с третьим выводом.

Пятый вывод о предложенном новом техническом решении глушителя шума активного типа, защищенном патентом на изобретение №2445505, носит констатирующий характер. Вывод достоверный, но также может быть объединен с третьим и четвертым выводами.

Шестой вывод сделан на основе лабораторных исследований, определяет рациональные параметры алгоритма, заложенного в блок управления: тип алгоритма – FxLMS, число весовых коэффициентов фильтра – 128, частота дискретизации аналого-цифрового преобразователя – 8 кГц, значение фактора сходимости – 5626. Вывод достоверный и имеет новизну.

Замечание по выводу. В выводе следовало дополнительно указать, в чем эффективность применения блока управления с указанным алгоритмом.

Седьмой вывод о величине вклада шума выпуска отработавших газов в формирование звукового поля внутри кабины трактора, которая составляет 45%. Так же указывается, что предлагаемая конструкция глушителя шума позволяет снизить внутренний шум в кабине в среднем на 3-5 дБ, для внешнего на 7-11 дБ в октавных полосах низких частот. Вывод подтверждается материалами четвертой главы, новый и достоверный.

Восьмой вывод, сделанный на основе технико-экономических расчетов и экспериментальных исследований, содержит сведения об экономической эффективности внедрения результатов исследований. Вывод новый и достоверный.

Достоверность научных положений диссертации, ее выводов подтверждается результатами и сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, проведенных с использованием современных методов, компьютерной обработки результатов опытов.

3. Значимость для науки и практики результатов диссертации

Значимость результатов исследования для науки и практики состоит в разработке методики определения эффективности глушителя шума активного типа и обосновании рациональных конструктивных параметров, учитывающих передаточные функции компонентов во временной и в частотной областях. Автором получена математическая модель аэродинамического сопротивления, развиваемого глушителем, получены закономерности изменения характеристик внешних и внутренних звуковых полей тракторов. Конструкция глушителя шума активного типа защищена патентом на изобретение.

Полученные результаты позволяют на стадии проектирования создавать конструкции глушителей шума активного типа для тракторов, тем самым способствуя снижению уровней шума и улучшению условий труда операторов.

Результаты выполненных научно-технических разработок внедрены в ОАО «Хреновской конный завод» (Воронежская область) и на кафедре «Тракторы и автомобили» ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ».

4. Оценка содержания диссертационной работы, ее завершенности в целом и качества оформления рукописи

Диссертация представлена на 194 страницах, из которых основной текст составляет 153 страницы. Она содержит введение; 5 разделов, в том числе 94 рисунка, 26 таблиц; заключение; список использованных источников, содержащий 129 наименований, из них 6 на иностранных языках; приложения.

Во **введении** обоснована актуальность темы, степень ее разработанности, приведены объект и предмет исследования, формулируются цель, задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы,

методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, указывается личный вклад соискателя, публикации, структура и объем диссертационной работы.

В первом разделе «Состояние вопроса» проведен анализ основных источников шума машинно-тракторных агрегатов и выявлены наиболее существенные из них, а также проанализированы основные способы снижения шума выпуска. Представлена взаимосвязь уровней шума с развитием техники, отрицательное влияние высоких уровней шума машин на операторов.

Замечания по первому разделу.

1. В первом разделе целесообразно было привести акустические характеристики современной автотракторной техники.

2. В разделе не приводится анализ существующих способов расчета эффективности и обоснования параметров глушителей шума.

Во втором разделе «Теоретическое исследование процессов активного снижения звуковых полей» проведено исследование преобразований, происходящих со звуковой волной при её распространении сквозь пассивные и активные компоненты глушителя шума, использующего систему активного шумоподавления. Разработана методика определения эффективности глушителя шума активного типа, и обоснования его параметров, а также получена аналитическая зависимость, связывающая аэродинамическое сопротивление, развиваемое глушителем с его геометрическими параметрами.

Замечания по второму разделу.

1. В разделе не приведено обоснование выбора схемы глушителя с одним фронтальным динамиком и двумя реактивными камерами, используемой для поиска рациональных параметров глушителя шума активного типа. В сравнении, с какими схемами предлагаемая схема более эффективна.

2. На странице 43 при описании ограничений математической модели присоединенная масса принимается равной нулю, что в некоторой степени снижает адекватность разрабатываемой модели.

3. В пункте 2.2 получена аналитическая зависимость для «подсчета суммарных потерь давления проектируемой конструкции» (с. 60). Данная зависимость может быть частью математической модели рабочего процесса глушителя шума активного типа, о которой говорится в названии пункта.

В третьем разделе «Программа и методика экспериментальных исследований» представлены методики проведения экспериментальных исследований предлагаемой конструкции глушителя шума активного типа на различных режимах нагружения двигателя, а также описаны процессы тарировки тягового звена, определения передаточных коэффициентов динамических микрофонов и поиска параметров адаптивного блока управления. В разделе

подробно приведено описание используемого измерительного оборудования и методик математического анализа полученных экспериментальных данных.

Замечания по третьему разделу.

1. Из текста раздела не ясен принцип подбора числовых значений фактора сходимости и числа весовых коэффициентов, показанных на рисунке 46 (страница 86), которые используются для поиска оптимальных значений.

2. Текст раздела содержит излишнее подробное описание используемых приборов и иллюстрационного материала (рисунки 33, 36-39, 41-43 и 45), из-за которого текст данного раздела получился большим.

В четвертом разделе «Результаты экспериментальных исследований и их анализ» представлены результаты экспериментальных исследований трактора, оборудованного серийным глушителем шума и предлагаемой конструкцией ГШАТ, а также результаты подготовительных лабораторных испытаний по определению параметров адаптивного алгоритма, передаточных коэффициентов микрофонов и тарированию тягового тензозвена.

Замечания по четвертому разделу.

1. Не совсем понятна необходимость использования при исследованиях в качестве одного из вариантов полой трубы (таблицы 10, 11, 12, рисунок 65), поскольку такой вариант на серийных тракторах не встречается.

2. На с. 109, а также в первом выводе по разделу указывается о наибольшей эффективности выбранного алгоритма. Однако из текста раздела не совсем понятно, какими показателями данная эффективность оценивалась.

3. В тексте раздела не осуществлен анализ взаимосвязи сигнала от тензозвена и пиковых уровней сигналов, полученных при записи звуковых полей вблизи основных источников и внутри кабины, хотя были осуществлены необходимые для синхронизации действия.

4. В разделе не приводятся результаты эксплуатационных испытаний глушителя шума активного типа. Целесообразно было бы дать оценку надежности предлагаемого технического решения, так как в конструкции применяется достаточно большое количество сложных элементов.

В пятом разделе «Экономическая целесообразность применения глушителей шума активного типа» произведена технико-экономическая оценка эффективности применения глушителей шума активного типа, рассчитан годовой экономический эффект за счет снижения удельного расхода топлива, который составляет 15858,8 руб. и срок окупаемости - 1,48 года.

Замечание по пятому разделу.

Технико-экономическая эффективность применения глушителей шума активного типа рассчитана за счет снижения удельного расхода топлива. Суще-

ствуют исследования, определяющие рост производительности труда операторов при снижении уровня шума, что увеличит годовой экономический эффект.

5. Оформление диссертации и автореферата

Текст диссертационной работы и автореферата в целом изложен грамотным понятным языком. Разделы диссертации хорошо проиллюстрированы, снабжены таблицами. В тексте диссертации и автореферата имеются незначительные опечатки и неточности.

По теме диссертации опубликовано 16 работ, в том числе 4 - в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК и один патент. Автореферат отражает структуру и основное содержание диссертации.

6. Заключение

Диссертация А.Н. Кузнецова на тему «Разработка системы активного шумоподавления в глушителях тракторов сельскохозяйственного назначения» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие технического уровня и комфортабельности отечественной автотракторной техники, и обеспечивает безопасные условия труда операторов. Основные научные положения реализованы и проверены проведенными экспериментами.

Диссертационная работа Кузнецова Алексея Николаевича соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент:

доктор технических наук,
профессор кафедры механики и инженерной графики
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова»

«12» февраля 2016 г. 8-905-388-84-76

П.И. Павлов

Подпись Павлова П.И. заверяю:

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»
410012, г. Саратов, Театральная площадь, 1
тел: (8452)23-32-92 rector@sgau.ru



А.Д. Муравлев