

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Факультет механизации сельского хозяйства

Кафедра безопасности жизнедеятельности



**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА**

**Сборник материалов
международной студенческой
научно-практической конференции**

Горки, 20–21 апреля 2023 г.

**Горки
БГСХА
2023**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Факультет механизации сельского хозяйства

Кафедра безопасности жизнедеятельности

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА**

Сборник материалов
международной студенческой
научно-практической конференции

Горки, 20–21 апреля 2023 г.

Горки
БГСХА
2023

УДК 331.45

ББК 65.247

О 13

Редакционная коллегия:

В. Н. Босак, доктор с.-х. наук, профессор (главный редактор),
В. Г. Андруш, кандидат технических наук, доцент,
А. В. Домненко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
А. Е. Кондраль, кандидат технических наук, доцент,
И. И. Сергеева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В. Р. Петровец*;
кандидат технических наук, доцент *А. К. Гармаза*

О 13

Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества : материалы международной студенческой научно-практической конференции / редкол.: В. Н. Босак (гл. редактор) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2023. – 305 с.

Приведены материалы международной студенческой научно-практической конференции. Рассмотрены вопросы обеспечения охраны труда и безопасности жизнедеятельности.

Для студентов всех специальностей, практических работников, преподавателей.

УДК 331.45

ББК 65.247

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2023

РАСЧЕТ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ ГЛУШИТЕЛЯ ШУМА ДВС

А. Г. КОЛЯДА, А. П. ПИЛИПЧУК, студенты
Г. И. БЕЛОХВОСТОВ, кандидат техн. наук, доцент
М. В. КУНАШ, аспирант

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Глушители шума (ГШ) являются неотъемлемой частью выпускной системы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и их конструкции во многом определяет эксплуатационные и экономические характеристики энергосилового установок. Анализ современных тенденций в их проектировании показывает на наличие большого числа технических решений в зависимости от размерности и характеристик выпускаемых ДВС. Однако, несмотря на многообразие технических решений, до настоящего времени не создана единая научно обоснованная методика расчета геометрических параметров перфорации внутренних элементов ГШ, что существенно усложняет их разработку, обуславливает бессистемное проектирование, сдерживает создание перспективных моделей на модульном принципе конструирования [1–6].

При разработке ГШ выпуска следует находить правильное соотношение необходимого шумоглушения и минимального противодействия. Для ДВС увеличение противодействия на 3–5 кПа приводит к потере проектной мощности двигателя на 2–3 %. При этом потери связаны не только с конструкцией ГШ, но и с типом двигателя (бензиновый, дизельный, с турбонаддувом). Влияние конструкции ГШ на противодействие представлено в таблице.

Противодействие зависит от ряда факторов, главными из которых являются гидравлическое сопротивление ГШ, режим работы двигателя и волновое сопротивление системы выпуска. В свою очередь гидравлическое сопротивление зависит от режима работы двигателя, поэтому оценку противодействия и связанного с ним снижения мощности принято относить к ее номинальному значению.

При расчете противодействия за основу берут расчетную схему проектируемого ГШ и учитывают падение давления на входной и выходной трубах ГШ, а также на трубах, соединяющих его камеры. Учитываются потери давления за счет трения и на местных сопротивлениях у срезов труб.

Противодействие рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta p = \frac{(K_{вх}^K + K_{вых}^K + \lambda_T l_T / d_T) \rho v^2}{2}, \quad (1)$$

где $K_{вх}^K$ и $K_{вых}^K$ – коэффициенты местного сопротивления на входе потока в трубу и на выходе из нее; λ_T – коэффициент трения потока газов о стенку трубы; $d_T = 4 S_T / F_T$ – гидравлический диаметр трубы (для трубы с круговым сечением $d_T = d_T$); l_T , d_T и F_T – длина, внутренний диаметр и внутренний периметр трубы, м; S_T – площадь проходного сечения трубы, м²; ρ – плотность газов в трубе, кг/м³; v – средняя скорость движения газов в трубе, м/с.

Влияние конструкции глушителя на противодавление

Глушитель и его элементы	Ориентировочная эффективность, дБ	Противодавление, %
Прямой трубопровод	0	100
Расширительная камера	4–6	130
Реактивно-резонансный глушитель	1–2	110
Элементы перфорации: с перегородкой	8–9	210
без перегородки	6–7	160

Если срезы соединительных труб располагаются в камерах, то для вычисления коэффициентов $K_{вх}^K$ и $K_{вых}^K$:

$$K_{вх}^K = (S_K / S_T - 1)^2; \quad (2)$$

$$K_{вых}^K = (1 - S_T / S_K)^2, \quad (3)$$

где S_K – площадь сечения камеры, м².

Для выходной трубы ГШ коэффициент местного сопротивления на выходе из нее при расчете принимается равным единице.

Коэффициент трения:

$$\lambda_T = \frac{1,01}{(\lg Re)^{2,5}} \text{ при } 2 \cdot 10^3 < Re < 2 \cdot 10^5, \quad (4)$$

где Re – число Рейнольдса.

$$Re = v d_T \rho / \mu, \quad (5)$$

где μ – динамическая вязкость газов, Па·с.

Для труб ГШ выпуска ДВС рекомендуется принимать $\lambda_r \approx 0,02$.

Принимая массовый расход ОГ приблизительно равным массовому расходу G_M во входном отверстии системы впуска двигателя, рассчитывают вначале:

$$G_M \approx \rho_B V_{hДВС} f_1, \quad (6)$$

где ρ_B – плотность атмосферного воздуха при нормальных условиях $T=293\text{К}$ и $p_{ат}=101325$ Па, кг/м^3 ; $V_{hДВС}$ – рабочий объем двигателя, м^3 ; f_1 – основная частота газообмена, равная первой гармонической составляющей спектра шума выпуска, Гц.

$$f_1 = \frac{n}{30t}, \quad (7)$$

где n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} ;

t – тактность двигателя.

Дальнейшие вычисления параметров среды в ГШ начинают с его последнего элемента – выходной трубы ГШ, статическое давление в которой на первом этапе расчета принимают равным атмосферному.

Определяют плотность:

$$\rho = M_{см} p_c / (RT), \quad (8)$$

где $M_{см}$ – молярная масса смеси, кг/кмоль ; p_c – статическое давление в элементе ГШ, Па; R – универсальная газовая постоянная, $\text{Дж/(кмоль}\cdot\text{К)}$; T – температура газов в элементах выпускной системы, К.

Затем скорость газов в выходной трубе.

Определяется скорость звука в трубе:

$$v = G_M / (\rho S_T), \quad (9)$$

$$c = \sqrt{\frac{R\gamma T}{M_{см}}}, \quad (10)$$

где γ – показатель адиабаты ОГ.

Число Маха находят по формуле:

$$M = v / c \quad (11)$$

Далее определяют значения $K_{вх}$, $K_{вых}$, λ_T и Re соответственно по формулам (2), (3), (4) и (5). Задавшись геометрическими размерами трубы и последней камеры на основе расчетной схемы, вычисляют по формуле (1) падение давления на выходной трубе Δp_T и статическое давление в камере по формуле:

$$p_k = p_{AT} + \Delta p_T \quad (12)$$

Определив p_k , вычисляют параметры ρ и c по формулам в камере, а также ν и M по формулам в ее проточной части.

В зависимости от организации движения потока газов в камерах при входе и выходе их из трубы определяют $K_{вх}$ и $K_{вых}$ по соответствующим формулам. Определив Re и λ_t , находят по формуле падение давления на соединительной трубе Δp_T и статическое давление в предпоследней камере ГШ по формуле.

Таким образом, переходя от последующего элемента к предыдущему, вычисляют параметры среды в каждом элементе ГШ, необходимые для расчета коэффициентов их матриц передачи. Определив падение давления на каждом i -м элементе глушителя Δp_i (обычно на трубах и последовательно размещенных диссипативных элементов типа перфорированных перегородок), находят в первом приближении падение давления на ГШ или, иначе говоря, создаваемое им в выпускной системе противодействие.

Проводимые исследования опытных образцов ГШ показывают правильность проводимого расчета противодействия ГШ ДВС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айрбабян, С. А. Противодействие в глушителях шума выпуска автомобилей / С. А. Айрбабян, Г.И. Калабухов // Технология, экономика и организация производства технических систем. – Москва: МГИУ, 2012. – С. 164–170.
2. Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции / Г. И. Белохвостов [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2022. – С. 56–64.
3. Груданов, В. Я. Моделирование и оптимизация гидравлических и акустических характеристик глушителей шума поршневых двигателей на основе теории чисел / В. Я. Груданов, Г. И. Белохвостов, Л. Т. Ткачева // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 4. – С. 28–42.
4. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 288 с.
5. Современные подходы к разработке глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Белохвостов [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 40–44.
6. Улучшение гидравлических характеристик глушителей шума / М. В. Кунаш [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 294–296.

<i>Дикаленко Н. В., Малашевская О. В.</i> Применение химического оружия в свете международного права	77
<i>Жантасова Д. М., Дормешкин О. Б., Изтлеуов, Якубова Р. Р., Жантасов М. К.</i> Практическое обеспечение безопасности жизнедеятельности населения при утилизации отходов производства	80
<i>Жидович А. А., Процко Л. Е., Гаркуша А. В.</i> Организация защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций	84
<i>Жулаев И. А., Сентюров Н. С.</i> Особенности безопасной работы при выполнении земляных работ траншейными роторными экскаваторами	87
<i>Зарубеков Т. Т., Досалиев К. С., Босак В. Н.</i> Пыль в воздухе рабочей зоны: действие на организм и меры защиты	90
<i>Зеленковец, Е. Ф. Сергеева И. И.</i> Психические особенности человека и их влияние на вероятность нежелательных опасных ситуаций и травматизма	93
<i>Ильиных Н. А., Руковская А. П., Мисун Л. В., Мисун А. Л.</i> Повышение безопасности движения транспортных средств сельскохозяйственного назначения	96
<i>Исупов А. С., Бузиков Ш. В.</i> Анализ возникновения пожаров на промышленных предприятиях	99
<i>Клакоцкий С. С., Борисов А. Л.</i> Особенности безопасности труда при работе на мелиоративных многороторных косилках	101
<i>Клепцова А. С., Бузиков Ш. В.</i> Сигнальная лента на основе датчиков движения	104
<i>Кляцкая И. А., Босак В. Н.</i> Обеспечение безопасности труда при организации рабочих мест	108
<i>Коляда А. Г., Пилипчук А. П., Белохвостов Г. И., Кунаш М. В.</i> Расчет противодействия глушителя шума ДВС	111
<i>Комаровский А. Д., Фурович Д. С., Малашевская О. В.</i> Опасность обычных средств поражения	115
<i>Конч С. А., Белохвостов Г. И.</i> Выбор основных концептуальных направлений проектирования глушителя шума – утилизатора теплоты отработанных газов двигателя внутреннего сгорания	118
<i>Кораблев В. В., Бузиков Ш. В.</i> Обеспечение безопасности труда в промышленности	122
<i>Кохнюк К. С., Банкрутенко А. В.</i> Безопасность при проведении топографо-геодезических работ в лесной местности	125
<i>Кошкароев А. С., Кондраль А. Е.</i> Требования охраны труда в проектной документации объектов строительства	128
<i>Кравец А. А., Ковальчук А. Н., Ковальчук Н. М.</i> Некоторые вопросы обеспечения безопасности профессиональной деятельности специалистов-охотоведов	131
<i>Кравцов В. В., Кондраль А. Е.</i> Защита от неблагоприятных микроклиматических условий в строительном производстве	133
<i>Кузьмич Е. В., Линкевич Д. А., Сергеева И. И.</i> Радиологический контроль качества продуктов питания в Республике Беларусь	136
<i>Кунаш М. В., Федянов А. Е., Белохвостов Г. И.</i> Мероприятия по улучшению условий труда в кабине тракторов	139
<i>Курбанова О. В., Бузиков Ш. В.</i> Методы очистки сточных вод от азотосодержащих веществ	142
<i>Лабеико Д. С., Малош Т. В.</i> Повышение производственной безопасности при уборке навоза в животноводстве	144
<i>Макеев Е. И., Старовойтов В. А., Горелько В. М.</i> Требования безопасности при выполнении работ по изготовлению и укладке бетонных смесей	147