

*Безопасный и комфортный город. VI МНПК. 2023. С. 576 – 580.*  
*Safe and comfortable city. VI ISPC. 2023. P. 576 – 580.*

Научная статья  
УДК 331.45

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТАЮЩИХ ПУТЁМ СНИЖЕНИЯ ВНЕШНЕГО ШУМА

**Марина Викторовна Кунаш**<sup>1</sup>✉, **Геннадий Иванович Белохвостов**<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
<sup>1</sup>marinavainilovich@mail.ru✉  
<sup>2</sup>gbelohvostov@gmail.com

*Аннотация.* В работе рассмотрено влияние шума на органы и системы организма, а также меры по снижению шума на рабочем месте оператора и внешнего шума.

*Ключевые слова:* шум, шумовые патологии, шумовая болезнь, порог слышимости, внешний шум, методы снижения шума.

Original article

## IMPROVEMENT OF OCCUPATIONAL SAFETY BY REDUCING EXTERNAL NOISE

**Marina V. Kunash**<sup>1</sup>✉, **Gennadiy I. Belokhvostov**<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Belarusian State Agrarian Technical University, г. Minsk, Republic of Belarus  
<sup>1</sup>marinavainilovich@mail.ru✉  
<sup>2</sup>gbelohvostov@gmail.com

*Abstract.* The paper considers the effect of noise on the organs and systems of the body, as well as measures to reduce noise in the operator's workplace and external noise.

*Keywords:* noise, noise pathologies, noise disease, hearing threshold, external noise, noise reduction methods.

**Введение.** В связи со стремительно возрастающим парком автотранспортных средств (АТС) остро встаёт проблема предотвращения дальнейшего акустического загрязнения окружающей среды. Шум определяют, как всякий нежелательный для человека звук. С физической точки зрения шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах, частоты которых лежат в диапазоне от 16 до 20 000 Гц (звуковые, или акустические колебания) [1].

**Материалы и методы исследования.** Шум является общебиологическим раздражителем, способным влиять на все органы и системы организма, вызывая разнообразные физиологические изменения. Шумовые патологии подразделяются на специфические, наступающие в звуковом анализаторе (ауральные), и неспецифические, возникающие в других органах и системах (экстрауральные) [1, 2]. Поражение органа слуха определяется главным образом интенсивностью шума (количеством звуковой энергии). Изменения в центральной нервной системе наступают значительно раньше, чем нарушения в звуковом анализаторе [1, 2].

Шум с уровнем звукового давления до 30–35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40–70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем звукового давления свыше 80 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости [1, 2].

В 2021 году в Республике Беларусь при распределении 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 [3].

При действии шума высоких уровней звукового давления (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

При ежедневном воздействии интенсивный шум медленно влияет на незащищенный орган слуха и приводит к развитию тугоухости. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, при снижении на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Снижение слуха восстанавливается в редких случаях, если воздействие шума было непродолжительным и сосудистые изменения оказались незначительны. При длительном акустическом воздействии или при острой акустической травме происходят необратимые нарушения в слуховом анализаторе. В некоторых случаях решить проблему потери слуха помогает слуховой аппарат, но он не в состоянии восстановить естественную остроту слуха в той же степени, как, например, очки возвращают остроту зрения [2].

При воздействии шума наблюдаются также отклонения в состоянии вестибулярной функции и общие неспецифические изменения в организме: головные боли, головокружения, боли в области сердца, повышение артериального давления, боли в области желудка. Шум вызывает снижение функции защитных систем и общей устойчивости организма к внешним воздействиям [2].

По международным данным, длительное воздействие интенсивного шума на человека приводит к развитию шумовой болезни, являющейся самостоятельной формой профессиональной патологии [1,2].

Проблема защиты от повышенного шума – серьёзная проблема, решению которой уделяется внимание во всём мире. ЮНЕСКО сформулировало современную шумовую ситуацию в мире «Шум – бедствие современного мира и нежелательный продукт его технической цивилизации». Шум высоких уровней при длительном действии вызывает патологию, носящую название «шумовая болезнь» [4].

Шумовая болезнь – это общее заболевание организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, развивающееся в результате длительного воздействия интенсивного шума. Формирование патологического процесса при шумовом воздействии происходит постепенно и начинается с неспецифических проявлений вегетативно-сосудистой дисфункции. Далее развиваются сдвиги со стороны центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, затем – специфические изменения в слуховом анализаторе.

Воздействие шума на центральную нервную систему вызывает увеличение латентного (скрытого) периода зрительной моторной реакции, приводит к нарушению подвижности нервных процессов, изменению электроэнцефалографических показателей, нарушает биоэлектрическую активность головного мозга с проявлением общих функциональных изменений в организме, существенно изменяет биопотенциалы мозга, их динамику, вызывает биохимические изменения в структурах головного мозга [2].

Из всех экологических факторов шум – самый массовый. В настоящее время эта проблема приобретает угрожающий характер [4]. 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 [4].

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 [1, 5].

**Материалы и методы исследования.** Высокие уровни низкочастотных шумов могут повлиять на слуховой контроль функционирования технологического оборудования и своевременное обнаружение неисправностей тракторов и сельскохозяйственных орудий, так как оператор не сможет услышать дребезжание или другой характерный для поломки звук вследствие эффекта маскировки [6]. Он заключается в повышении порога слышимости для акустических сигналов с частотами выше основного тона и меньшей интенсивности (рисунок 1). Также шум препятствует использованию средств связи, особенно при работе в поле, где отсутствуют зоны тишины, поэтому для того, чтобы разобрать речь говорящего, приходится заглушать ДВС. Это очень важно, если возникает необходимость оперативного сообщения с оператором. Социальные аспекты борьбы с шумом тракторов в первую очередь заключаются в улучшении условий труда и отдыха, снижении текучести кадров, повышении престижности работы механизатора, проявлении периода активной деятельности работающих, повышении удовлетворенности трудом [7].

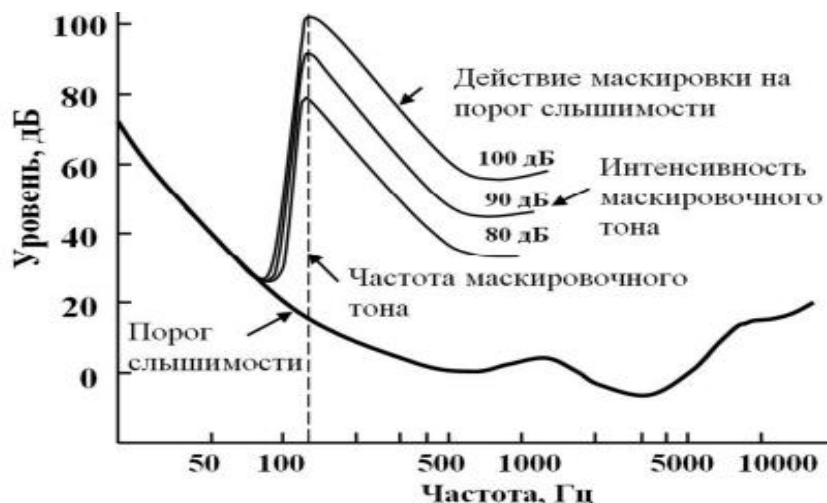


Рисунок 1 – Действие маскировки на порог слышимости [8]

На тракторах приходится в равной степени заниматься двумя видами акустических излучений – воздушным шумом, распространяющимся в упругой воздушной среде, и звуковыми вибрациями – структурным шумом в деталях конструкции. Оба вида шума возникают одновременно и часто переходят из одного вида в другой. Уменьшение этих двух видов шума и представляет основную задачу в борьбе с шумом трактора. На рисунке 2 представлены меры по снижению шума на рабочем месте оператора и внешнего шума [9].

Разработка шумобезопасной техники – уменьшение шума в источнике – достигается улучшением конструкции машин, применением малошумных материалов в этих конструкциях. Защита от шума акустическими средствами предполагает виброизоляцию, вибропоглощение, звукоизоляцию, звукопоглощение [1, 4, 6].

Снижение уровня шума тракторов, самоходных сельскохозяйственных и транспортных машин совершенствованием системы выпуска отработанных газов является важной народнохозяйственной задачей [1, 10].



Рисунок 2 — Структурная схема мер снижения шума на рабочем месте оператора [9]

На кафедре управления охраной труда учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» в результате проведенных исследований были разработаны новые конструкции глушителей аэродинамического шума, которые предложены к испытаниям в ОАО «Минский тракторный завод» [10].

**Заключение.** Из всех экологических факторов шум – самый массовый. В настоящее время эта проблема приобретает угрожающий характер. Защита от повышенного шума – серьёзная проблема, решению которой уделяется внимание во всём мире. Уменьшение шума представляет основную задачу в борьбе с шумом трактора.

#### Список источников

1. 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.
2. Рыбина А.Л., Семенов И.П. Шум как физический фактор. Влияние на организм и профилактика на производстве // Охрана труда. Технологии безопасности. 2021. № 7. С. 74–79.
3. Микулич И.В. Профессиональная заболеваемость в 2021 году // Охрана труда. Технологии безопасности. 2022. № 4. С. 21–27.
4. Буторина М.В., Иванов Н.И., Минина Н.Н. Проблема снижения шума, воздействующего на население // Защита от повышенного шума и вибрации: сб. докл. II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 17–19 марта 2009 г., СПб., 2009. С. 36–66.
5. Оценка эффективности системы выхлопа двигателей внутреннего сгорания малой мощности беспилотного летательного аппарата на безмоторном испытательном стенде / Е.А. Суховая [и др.] // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2019. № 5. С. 22–33. DOI: 10.18698/0236-3941-2019-5-22-33.
6. Тейлор Р. Шум / под ред. М. А. Исаковича. М.: Мир, 1978. 308 с.
7. Борьба с шумом на производстве: справочник / Е.Я. Юдин [и др.]; под ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1985. 399 с.
8. Кузнецов А.Н. Разработка системы активного шумоподавления в глушителях тракторов сельскохозяйственного назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I». Воронеж, 2015. 18 с.

9. О проблеме шума тракторов «БЕЛАРУС» / А.И. Бобровник [и др.] // Агропанорама. 2008. № 1. С. 5–8.
10. Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции / Г. И. Белохвостов [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., 23–25 нояб. 2022 г. / редкол.: Н.М. Дерканосова [и др.]. Воронеж, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. С. 56–64.

### *References*

1. New directions in the design of noise silencers for reciprocating internal combustion engines / V.Y. Grudanov et al. / Bulletin of Bar State University. Ser. of Technical Sciences. 2022; 2 (12): 74-84. (In Russ.)
2. Rybina A.L., Semenov I.P. Noise as a physical factor. Influence on organism and prophylactics at work / Okhrana labor. Safety Technologies. 2021; 7: 74-79. (In Russ.)
3. Mikulich, I.V. Professional Morbidity in 2021 / Okhrana labor. Safety Technologies. 2022; 4: 21-27. (In Russ.)
4. Butorina M.V., Ivanov N.I., Minina N.N. The problem of noise influence on population / Protection from increased noise and vibration. Saint-Petersburg, 2009. Pp. 36-66. (In Russ.)
5. Evaluating the Efficiency of the Internal Combustion Engine Exhaust System of Low Power Unmanned Aircraft on the Motorless Test Stand / E.A. Sukhovaya et al. Bulletin of N.E. Bauman Moscow State Technical University. Ser. Machinostroenie. 2019; 5: 22-33. DOI: 10.18698/0236-3941-2019-5-22-33. (In Russ.)
6. Taylor R. Noise / ed. by M.A. Isakovich. Moscow, 1978. 308 p. (In Russ.)
7. Noise control at work: a reference book / E.Y. Yudin et al. Moscow, 1985. 399 p. (In Russ.)
8. Kuznetsov A.N. Development of active noise reduction system in the silencers of agricultural tractors: Ph. D. in Technical Sciences: 05.20.01. Voronezh, 2015. 18 p. (In Russ.)
9. About the noise problem of "BELARUS" tractors / A.I. Bobrovnik et al. / Agropanorama. 2008; 1: 5-8. (In Russ.)
10. Silencers of noise of reciprocating internal combustion engines: classification, basic requirements, innovative designs / G.I. Belokhvostov et al. // Production and processing of agricultural products: 2022. Voronezh, 2022. Pp. 56-64. (In Russ.)

*Статья поступила в редакцию 18.03.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2023; принята к публикации 23.03.2023.*

*The article was submitted 18.03.2023; approved after reviewing 20.03.2023; accepted for publication 23.03.2023.*