

Технико-экономическое обоснование выбора между активными и пассивными методами шумо- и вибро- подавления в цехах розлива жидкостей

А. В. Будовский, Ю. И. Булыгин, А. Е. Сафронов

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Безопасность труда — один из важных аспектов организации труда на производстве. Отечественные машины и агрегаты, эксплуатирующиеся в пищевой промышленности, пока не позволяют исключить воздействие вредных и опасных производственных факторов, сделать труд сотрудников безопасным. В данном контексте важны исследования активных и пассивных методов шумо- и вибро- подавления, их эффективности при обеспечении нормализованных условий труда рабочих на примере конкретного производства. Существующие исследования, как правило, при выборе методов защиты фокусируются на одном критерии. Однако, при решении данной задачи, целесообразен комплексный подход. Целью данного исследования являлся выбор рационального метода защиты персонала от воздействия шумового фактора и вибрации на основе экономического обоснования эффективных технических решений.

Полученные результаты исследования позволяют при проектировании системы безопасности учитывать критерии оценки обоснованности и приемлемости выбора того или иного метода защиты, в том числе с позиций технико-экономического расчета. Приведенное исследование показало целесообразность импортозамещения в отрасли пищевкусовой промышленности, а также корреляцию между вводимыми системами защиты и повышением уровня безопасности. Приведенный алгоритм технико-экономического обоснования обладает свойствами масштабности и обобщенностью. Его можно успешно реализовать при выборе методов защиты от воздействия других вредных производственных факторов, встречающихся в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: акустический фактор, методы защиты, активный и пассивный методы, экономическое обоснование, уровни звукового давления, экспериментальные данные

Введение

Задача защиты персонала от повышенного уровня звукового давления имеет несколько составляющих. С одной стороны, это вопрос здоровьесбережения. По статистике, более 16 % населения планеты имеют те или иные нарушения слуха. Отчёты Всемирной организации здравоохранения (ВНО) подчёркивают серьёзность и широкое распространение опасности в виде повышенных уровней звукового давления (УЗД) для населения. Вне всякого сомнения, повышенные УЗД снижают продолжительность жизни человека. С другой стороны, важна и экономическая сторона вопроса. Финансовый аспект выбора того или иного

способа защиты становится порой ключевым при проектировании комплексных систем безопасности.

Большинство исследований в данной области имеет сугубо техническую направленность [1-3]. Обычно экономический аспект либо уходит на задний план, либо вообще не учитывается в проектных работах. Поэтому данный аспект требует дополнительной проработки.

Помимо этого, промышленный шум и вибрация снижают полезный срок эксплуатации оборудования, кратно уменьшают его эффективность. В зависимости от отрасли производства, необходимы определенные методы и средства защиты.

Поэтому целью исследования данного исследования явилось обоснование использования активного и пассивного метода шумо- и виброподавления в производственном цехе, рассмотрение его технической эффективности, а также и сравнение экономических эффектов от внедрения предложенных мероприятий в технологический процесс.

Описание объекта исследования

Объектом исследования явилась производственная линия на предприятии «Второй ликёро-водочный завод» (г. Донецк, ДНР) с линией розлива алкогольной продукции 6 000 бут/час.

Наиболее мощными источниками постоянного шума в цехе розлива завода являются: розливо-укуповочный блок, бутылкомоечная машина, автомат для извлечения и укладки бутылок в ящики, транспортирующие устройства, бракеражный автомат, автомат этикеток.

Кроме машин и автоматов, существенным источником является шум от соударения бутылок между собой и с направляющими транспортирующих установок.

Наряду со стационарным шумом (у машин для выемки и укладки бутылок, у бутылкомоечной машины), имеет место импульсный шум [2, 4]. Уровни шума на винных заводах регламентированы, однако имеется превышение допустимого уровня, их значения приведены на рисунке 1.

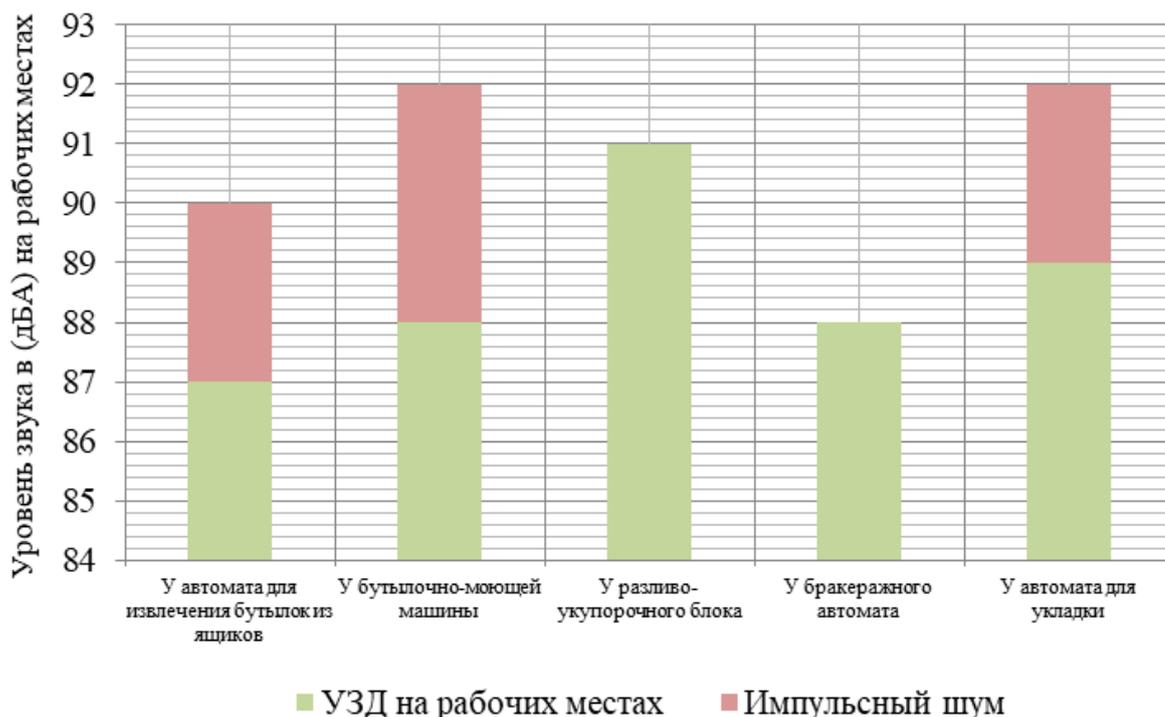


Рис. 1. — Замеренные уровни звукового давления в различных метках линии розлива производительностью 6000 бут./ч

Уровень звукового давления в цехе розлива алкогольной продукции свидетельствуют о том, что во время работы машин и оборудования на рабочих местах линии розлива возникает широкополосный шум, значительно превышающий действующие санитарные нормы. Причем, наиболее интенсивными источниками шума являются бутылкомоечные машины (шум от них на 17–18 дБ выше нормы) и разливоукупорочные машины (на 16–17 дБ выше нормы) (рис. 2).

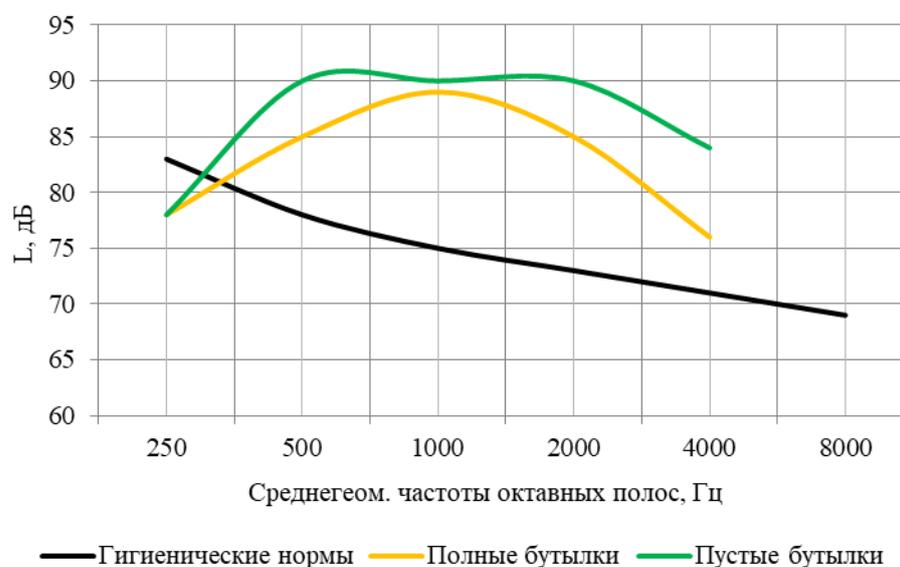


Рис. 2. — Третьооктавные уровни звукового давления на линии розлива алкогольной продукции

Организация шумозащитных мероприятий.

Проведенный анализ выявил два основных пути, по которым следует идти при разработке мероприятий по снижению уровня производственного шума. Это сначала снижение шума в источнике его возникновения и затем — на пути его распространения от источника до рабочего места.

В тех случаях, когда источник шума не может быть устранён, ослаблен или ограждён звукоизоляционной преградой, для борьбы с ним используют средства звукопоглощения. В цехе розлива применено пассивное шумопоглощение облицовочными материалами.

Для значительного снижения шума в производственных помещениях рекомендуется использовать звукопоглощающие материалы для облицовки внутренних поверхностей. Эти материалы размещаются на потолке и верхних частях стен. Чтобы достичь максимальной эффективности звукопоглощения, необходимо облицевать не менее 60 % общей площади сооружения.

Для оценки эффективности звукопоглощения [5–6], в цехе по разливу алкогольной продукции после облицовки потолка звукопоглощающими материалами можно использовать данные расчётных таблиц. На рисунке 3 представлены коэффициенты звукопоглощения ограждающих конструкций. Максимальный уровень звукового давления на рабочем месте оператора составляет 91 дБ, при допустимом УЗД для производственных рабочих мест 80 дБ (превышение 11 дБ).

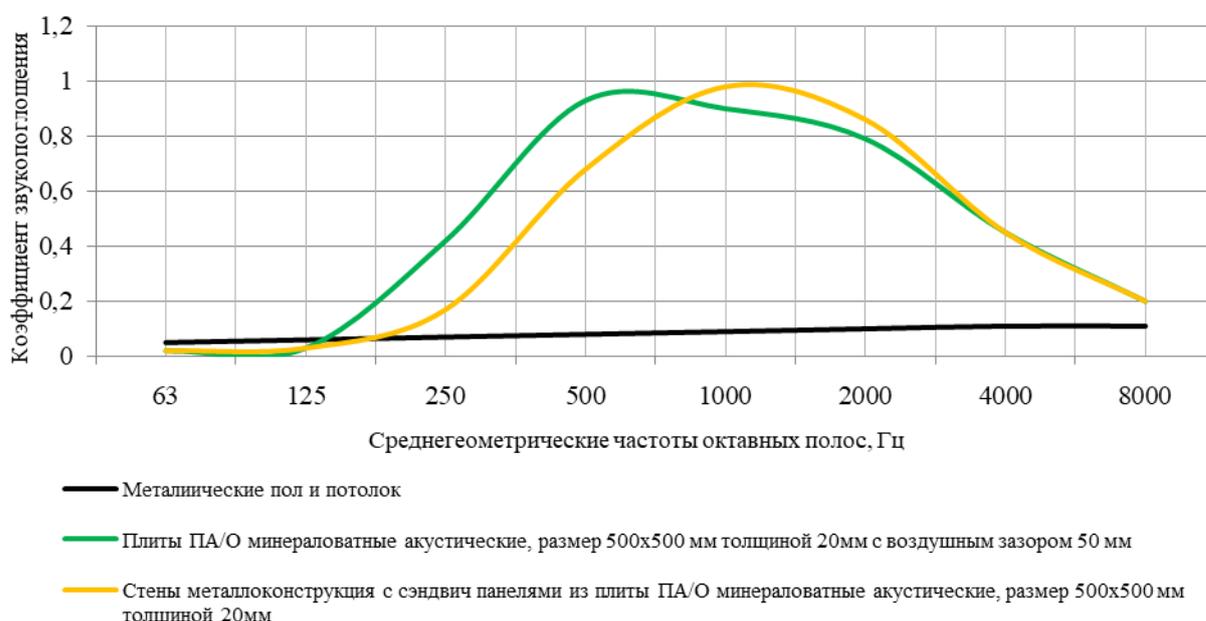


Рис. 3. — Коэффициенты звукопоглощения ограждающих конструкций помещения до облицовки

Суммарная площадь поверхностей ограждений цеха разлива алкогольной продукции составляет 2880 м^2 , где пол и потолок составляет 48,6 % от суммарной, торцевые задние и передние стенки — 22,2 %, боковые левые и правые — 29,1 %. Суммарная площадь облицовки 1728 м^2 .

А ожидаемые уровни звукового давления в цехе по частотному спектру составят от 82,8 до 89,8 дБ. Снижение шума в помещении цеха разлива

алкогольной продукции за счет звукопоглощения, дБ, начиная с частоты 250 Гц, представлено на рисунке 4.

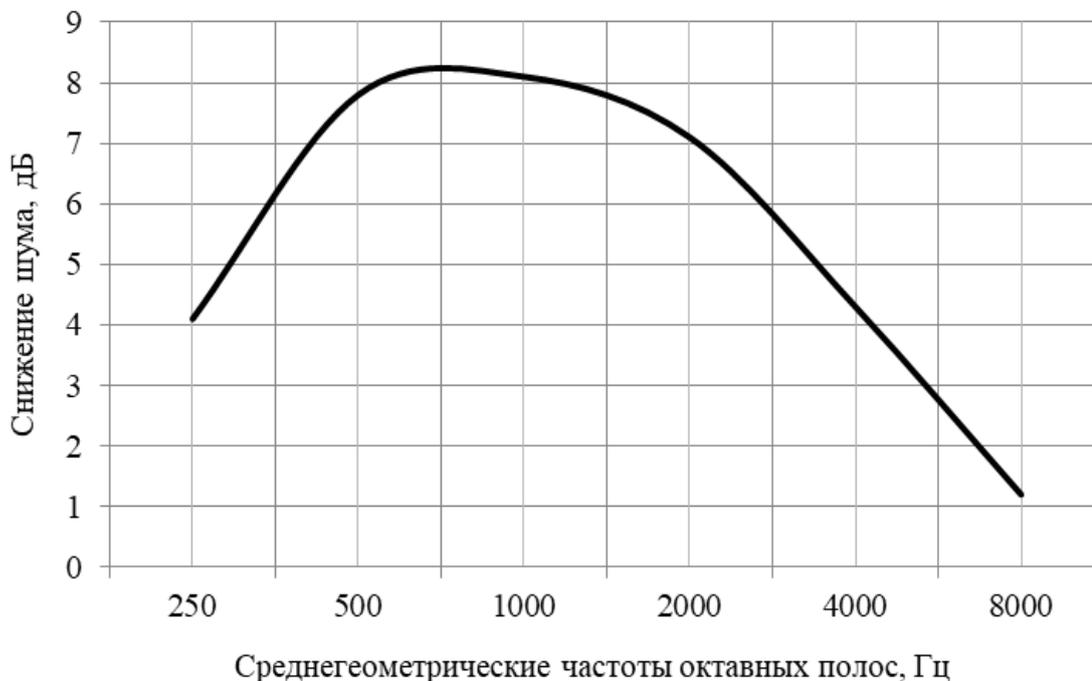


Рис. 4. — Снижение шума в помещении цеха розлива алкогольной продукции

По результатам расчетов, перекрытие только потолка и стен цеха розлива алкогольной продукции снижает уровень звукового давления всего на 8,2 дБ. Однако этого снижения недостаточно, учитывая условия задачи, поскольку максимальный уровень звука все равно превышает максимальный уровень звука над ПДУ (11 дБ).

Для обработки стен и потолка цеха розлива алкогольной продукции попробуем применить инновационные технологии [7], а именно - микроперфорированные конструкции в виде поликарбонатных «сот», с прикрепленными к ним с обеих сторон 1 мм микроперфорированными пластинами. У данного материала более высокие значения коэффициента звукопоглощения (табл. 1).

Таблица № 1

Результаты акустического расчёта

Изделие	Реверберационный коэффициент звукопоглощения при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Микроперфорированная конструкция в виде поликарбонатных «сот», с прикрепленными к ним с обеих сторон 1 -мм микроперфорированных пластин	0,02	0,03	0,15	0,3	0,73	0,9	0,95	0,8
Суммарные эквивалентные площади звукопоглощения ограждающих конструкций после облицовки $A_2 = \sum \alpha_{ij} \times S_i$, м ²	69,5	93,8	308,2	574,4	1324	1625	1718	1459
Ожидаемые уровни звукового давления в цехе $L_{\text{ожид}}$, дБ	-	-	89,16	87,03	83,9	83,5	83,6	84,3

Снижение шума в помещении цеха розлива алкогольной продукции за счет звукопоглощения, дБ, начиная с частоты 250 Гц, представлено на рисунке 5.

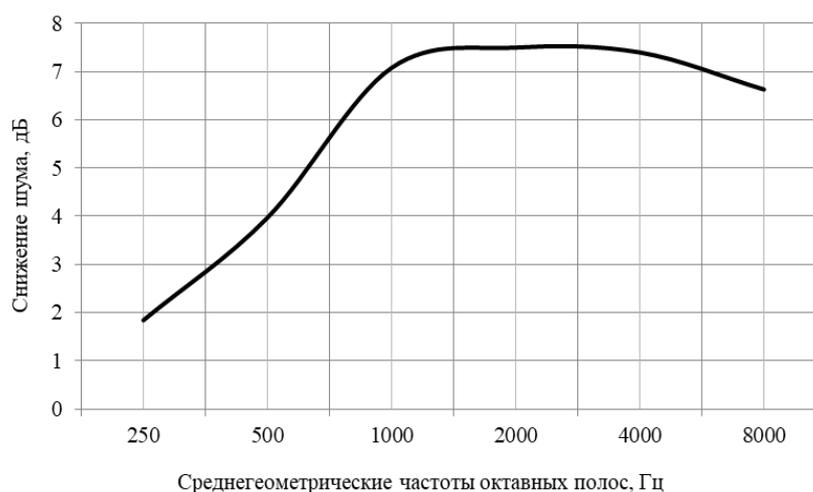


Рис. 5. — Снижение шума в помещении цеха розлива алкогольной продукции

Как следует из результатов расчетов, за счет облицовки только потолка и стен помещения цеха розлива алкогольной продукции с использованием микроперфорированных сот можно снизить уровни звукового давления на 7,5 дБ, что также, как в рассмотренном предыдущем примере недостаточно, так как по исходным данным, как было замечено выше, превышение максимального уровня звука над ПДУ составляет 11 дБ.

Проведенные расчеты показали, что защита операторов на линиях транспортировки бутылок и автоматах звукопоглощающей облицовкой помещений не позволяет полностью снизить уровни шума до санитарных норм. Микроперфорированные конструкции в виде поликарбонатных «сот», с прикрепленными к ним с обеих сторон 1 мм микроперфорированными пластинами, позволяют лишь несколько снизить уровни звукового давления в высокочастотном спектре шума, но все равно не до уровня ПДУ.

Однако, если дополнительно к обшивке из плит ПА/О минераловатные акустические добавить инновационные микроперфорированные пластины или наклеить пленку из них вторым слоем звукопоглощения, то тогда в помещении цеха розлива алкогольной продукции можно добиться требуемого уровня шума.

Делаем вывод, что защита операторов возможна при использовании двуслойной облицовки из плит ПА/О минераловатных акустических плит совместно с микроперфорированными пластинами. Причем микроперфорированные пластины снижают уровни звукового давления преимущественно в высокочастотном спектре от 4000 до 8000 Гц.

Реализация данного мероприятия способствует снижению класса вредности условий труда с вредного 3.2 до допустимого 2.

Активное шумоподавление на транспортирующем конвейере противосталкивающими скобами. Конвейерные устройства на линиях розлива могут способствовать образованию шума. Это может быть связано с

различными факторами, такими, как столкновения бутылок друг с другом или с направляющими элементами, а также шум, производимый движущимися частями и приводами конвейеров. На рисунке 6 представлена предлагаемая инновация, а именно - показана конвейерная лента модернизированной конструкции, когда между бутылками вставлены специальные противосталкивающие пластмассовые скобы [8], которые не допускают при движении ленты соударений. Получается, что происходит активное шумоподавление, которое исключает соударение и реализация данного мероприятия способствует снижению класса вредности условий труда с вредного 3.2 до допустимого 2.

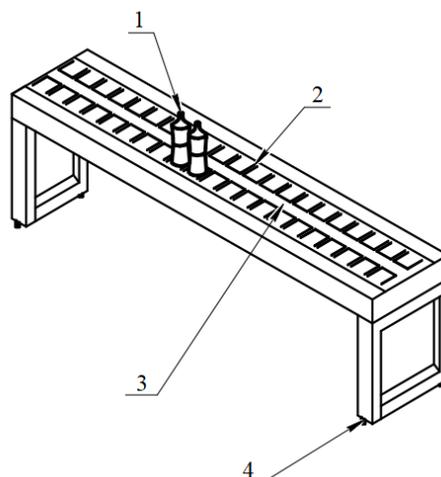


Рис. 6. — Активная система шумоподавления в самом источнике импульсного звука: 1 — продукция; 2 — противосталкивающие скобы; 3 — транспортерная лента; виброизолятор

Пассивное шумоподавление с использованием защитного укрытия транспортирующего конвейера. Также можно предложить и пассивный метод снижения шума с установкой на конвейере шумозащитного прозрачного из оргстекла кожуха.

Акустическая эффективность кожуха считается достаточной для обеспечения требуемого снижения уровня звукового давления на рабочем

месте, если в любой октавной полосе диапазона частот: $R_{пол} > R_{тр}$ (полученная и требуемая акустическая эффективность, соответственно).

Предлагается установка двойного кожуха из органического стекла толщиной 3.5 мм П-образной конструкции с воздушным промежутком, что дает необходимое снижение уровней звукового давления до санитарно-гигиенических нормативов в цехе розлива розлива алкогольной продукции в бутылки. Звукоизолирующие кожухи следует устанавливать на полу на резиновых прокладках, не допуская соприкосновения элементов кожуха с агрегатом.

Реализация данного мероприятия способствует снижению класса вредности условий труда с вредного 3.2 до допустимого 2.

Активное виброгашение аппаратов машин с помощью составных виброизоляторов. Реализация данного мероприятия способствует снижению класса вредности условий труда только на рабочем месте аппаратчика с класса 3.2 до 3.1.

Технико-экономическое обоснование.

Рассмотрим подбор систем шумоподавления с экономической стороны. Для этого необходимо провести технико-экономический расчёт по следующему алгоритму [9–12]. Для этого на первом этапе необходимо собрать информацию о стоимости технологий и покупаемых материалов для осуществления мероприятий по шумозащите.

Расчёт затрат по реализации активных и пассивных методов шумоподавления:

$$Z_{ik} = \sum_{i=1}^t (C_{ik} + Z_{моник}), \quad (1)$$

где Z_i — затраты по реализации мероприятий; $i = 1 \dots t$, $t = 2$; t_1 — активный метод шумоподавления; t_2 — пассивный метод шумоподавления; C_i — цена технологии; $Z_{моник} = C_{ик} \cdot 0,3$ — цена транспортировка и монтажа.

Для следующего этапа важен учёт и прогнозируемая техническая эффективность предложенных мероприятий. Расчёт технико-экономической эффективности снижения уровня звукового давления:

$$\mathcal{E}_{\text{узД}i} = \sum_{i=1}^t \frac{\sum_{j=1}^m Y_{ij}}{Z_i}, \quad (2)$$

где $j = 1 \dots m$, m — количество источников шума на производственном объекте, ед.; Y_{ij} — уровень снижения УЗД по i -му варианту расчёта и j -му источнику шума, дБ; Z_i — затраты по реализации мероприятий по i -му варианту расчёта.

В таблице 2 сведены результаты расчёта затрат по реализации методов шумоизоляции и технико-экономической эффективности снижение УЗД

Таблица № 2

Результаты расчёта затрат по реализации методов шумоизоляции и технико-экономической эффективности снижение УЗД

	1. Облицовочные материалы	2. Скобы	3. Защитное укрытие	4. Виброизоляторы	Только пассивные	Только активные	1 и 2 методы
Затраты по приобретению C_{ik} , руб	572956	150000	300000	30000	872956	180000	722956
Затраты по реализации Z_{ik} , руб	744843	195000	390000	39000	1134843	234000	939843
Технико-экономическая эффективность снижения УЗД	0,000051	0,000282	0,000197	0,001897	0,000098	0,000551	0,000999

Расчёт дополнительного социально-экономического эффекта от практического использования активных и пассивных методов шумоподавления невозможен без реальных исходных данных, взятых с

социотехнической системы (предприятия) после установки технических решений. Этими важными данными являются количество дней нетрудоспособности и сумма начислений за дни нетрудоспособности.

Средний дневной заработок работника q -го работника по данным за последние 12 календарных месяцев, предшествующих месяцу наступления нетрудоспособности ($Z_{\text{ср.д}qk}$) рассчитаем по формуле, руб:

$$Z_{\text{ср.д}qk} = \frac{Z_{\text{сум}qk}}{D_{\text{нач}qk}}, \quad (3)$$

где $Z_{\text{сум}qk}$ — сумма начисленного заработка q -у работнику по k -му варианту расчета за последние 12 календарных месяцев, предшествующих нетрудоспособности, руб.;

$D_{\text{нач}qk}$ — количество календарных дней, за которые сделано начисление (получен заработок), в днях.

$$Z_{\text{ср.д}q1} = \frac{(32\,000 + 6\,400) \cdot 12}{12 \cdot 29,3} = 1310,6 \text{ руб.}; \quad Z_{\text{ср.д}q1} = \frac{(32\,000 + 6\,336) \cdot 12}{12 \cdot 29,3} = 1308,4 \text{ руб.}$$

Пособие по временной нетрудоспособности q -го работника по k -му варианту расчета ($\Pi_{\text{н.р.}qk}$) определим по формуле, руб:

$$\Pi_{\text{н.р.}} = Z_{\text{ср.д}qk} \cdot D_{\text{в.н.}qk} \cdot K_{\text{упл}qk}, \quad (4)$$

где $D_{\text{в.н.}qk}$ — количество дней временной нетрудоспособности, за которые начислено пособие, в днях; $K_{\text{упл}qk}$ — коэффициент, учитывающий суммарную продолжительность времени уплаты страховых взносов и (или) налога.

$$\Pi_{\text{н.р.}q1} = 1310,6 \cdot 35 \cdot 0,8 = 36\,696,8 \text{ руб.}; \quad \Pi_{\text{н.р.}q2} = 1308,4 \cdot 19 \cdot 0,8 = 19\,887,7 \text{ руб.}$$

Итоговая формула пособия по временной нетрудоспособности ($\Pi_{\text{н.р.}k}$) имеет вид, руб:

$$\Pi_{\text{н.р.}} = \sum_{q=1}^Q \Pi_{\text{н.р.}qk}, \quad (5)$$

где Q — количество работников, которым начисляется пособие, чел.

$$\Pi_{\text{н.р.}1} = 36\,696,8 \cdot 3 = 110\,090,4 \text{ руб.}; \quad \Pi_{\text{н.р.}2} = 19\,887,7 \cdot 3 = 59\,663,1 \text{ руб.}$$

Прочие расходы ($P_{\text{пр.н.к}}$) (пенсии по инвалидности и т.д.) определим по формуле, руб:

$$P_{\text{пр.н.к}} = P_{\text{н.р.к}} \cdot K_{\text{пр.н}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{пр.н}}$ — коэффициент, учитывающий прочие затраты по временной потере трудоспособности (можно принять как 2).

$$P_{\text{пр.н.1}} = 110\,090,4 \cdot 2 = 220\,180,8 \text{ руб.}; P_{\text{пр.н.2}} = 59\,663,1 \cdot 2 = 119\,326,2 \text{ руб.}$$

Итого расходы по социальному обеспечению работников предприятия $P_{\text{с.р.к}}$ составят, в руб:

$$P_{\text{с.р.}} = P_{\text{н.р.}} + P_{\text{пр.н.}}, \quad (7)$$

$$P_{\text{с.р.1}} = 110\,090,4 + 220\,180,8 = 330\,271,2 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{с.р.2}} = 59\,663,1 + 119\,326,2 = 178\,989,3 \text{ руб.}$$

Результаты исследования.

Тогда социально-экономический эффект в виде экономии расходов по социальному обеспечению работников предприятия составит $\mathcal{E}_{\text{с.о.}}$, руб:

$$\mathcal{E}_{\text{с.о.}} = P_{\text{с.р.1}} - P_{\text{с.р.2}}, \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_{\text{с.о.}} = 330\,271,2 - 178\,989,3 = 151\,281,9 \text{ руб.}$$

Общий технико-экономический эффект от практического применения активных и пассивных методов шумоподавления:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = (Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}) + \mathcal{E}_{\text{с.о.}} \quad (9)$$

где Z_{max} , Z_{min} — максимальные и минимальные затраты по рассматриваемым методам шумоподавления, соответственно, руб.; $\mathcal{E}_{\text{с.о.}}$ — дополнительный социально-экономический эффект по рассматриваемым методам, руб.

При сравнении активных и пассивных методов борьбы с шумом, общий технико-экономический эффект от практического применения будет составлять 900842,8 руб. А при сравнении пассивного метода и

комбинированного (скобы и облицовочный материал) эффект от практического применения 195000 руб.

Экономический эффект от возможного импортозамещения при использовании активного метода шумоподавления с использованием модернизированной конструкции транспортирующего конвейера.

$$\mathcal{E}_{\text{и.з.}} = C_{\text{рын.им.}} - (C_{\text{рын.от.}} + Z_{\text{м}}), \quad (10)$$

где $C_{\text{рын.им.}}$ — рыночная цена импортного аналога рассматриваемой линии розлива; $C_{\text{рын.от.}}$ — рыночная цена рассматриваемой линии розлива отечественного производителя; $Z_{\text{м}}$ — затраты по модернизации линии розлива отечественного производства, руб.

$$\mathcal{E}_{\text{и.з.}} = 75 \text{ млн руб} - (18,18 \text{ млн руб} + 0,94 \text{ млн руб}) = 55,88 \text{ млн. руб.}$$

В исследовании впервые продемонстрирован и апробирован универсальный расчёт технико-экономического обоснования выбора между двумя методами защиты персонала от опасных и (или) вредных факторов, в частности от виброакустического фактора. Учитывая, что по наиболее значимым рассмотренным активным и пассивным методам, эффективность шумоподавления приблизительно одинаковая, было проведено сравнительное технико-экономическое обоснование, на основе чего практическое применение активных методов было признано наиболее оправданным. Так, учитывая сравнительные затраты на внедрение методов и сравнительные дополнительные социально-экономические эффекты, был получен общий эффект в размере 900842,8 руб.

Обсуждение и заключение

Результаты исследования показывают, что активные методы защиты обладают рядом преимуществ перед пассивными в контексте технической эффективности. Однако, применение активных методов защиты требует

значительных инвестиций на этапе внедрения, что может оказаться неприемлемым для некоторых организаций. Пассивные методы защиты, в свою очередь, отличаются относительной простотой и низкими начальными затратами. Однако их применение может быть ограничено в случаях, когда требуется высокая надежность и эффективность защиты. Особенное внимание также было уделено оценке эффекта от импортозамещения при практическом применении активного метода шумоподавления с использованием модернизированной конструкции транспортирующего конвейера. Учитывая то, что отечественная разработка может быть использована с применением российской техники и технологии, эффект от импортозамещения составил 55,88 млн. руб.

Таким образом, выбор между активными и пассивными методами должен основываться на анализе конкретных требований и условий, связанных с обеспечением безопасности и экономической эффективностью. Предложенный подробный расчёт технико-экономического обоснования применим к различным мероприятиям для защиты от опасных и (или) вредных производственных факторов в разнообразных отраслях промышленности.

Литература

1. Будовский А.В., Булыгин Ю.И., Павликов А.В., Трюхан А.В. Снижение виброакустической активности плавучих средств при использовании вибродемпфирующих материалов. Безопасность техногенных и природных систем. 2023;(1):28–38. URL: doi.org/10.23947/2541-9129-2023-1-28-38
2. Balinskaya M., Meskhi B., Khozyaev I. Modeling of long length and complex shaped chain and planed conveyor noise forming. In: XIII International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020”. Rostov-on-Don: 2020. P. 05022.

URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202017505022

3. Головина Е.И., Соколов Д.А. Обеспечение безопасности труда при эксплуатации железнодорожного транспорта путем модернизации систем вибродемпфирующих накладок и рельсовых пластин. Безопасность техногенных и природных систем. 2023;(1):39-46. URL: doi.org/10.23947/2541-9129-2023-1-39-46

4. Балинская М.В. Идентификация факторов, возникающих на рабочих местах операторов линии розлива технологических жидкостей. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021;(8):265–268. URL: doi.org/10.24412/2071-6168-2021-8-265-268

5. Гусев В.П., Леденев В.И., Антонов А.И., Матвеева И.В. Обеспечение точности акустических расчетов как фактор повышения качества проектирования средств шумозащиты в системах ОВК. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2023. (6(1066)): С. 10–11.

6. Гатиатуллина А.Р., Захаров Д.О. Шумозащита и звукоизоляция в зданиях. Студенческий вестник. 2019; (31–2(81)): С. 37–38.

7. Полосин И.И., Яременко Ю.В. Исследование прохождения звука через многослойные конструкции. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2010; (2(3)): С. 91–95.

8. Сироткин Е.С. Разработка и печать деталей из пластика. В: Труды V Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий» 20–21 мая 2021 года. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина; 2021. С 503–506.

9. Shkarupeta E.V., Savon D.Yu., Safronov A.E., Avlasenko L.M., Kruzhkova G.V. In: Digital Ecosystem Development Based on Open Innovation Model, 27–28 February 2020 года. Vol. 148, 2020. P. 602–605.

10. Степанова П.А., Яременко Н.Н. Методы экономического анализа и технико-экономического обоснования в планировании производства.

Тенденции развития науки и образования. 2023; (94–3): С. 212–216. URL: doi.org/10.18411/trnio-02-2023-176

11. Ованесян Н.М., Мидлер Е.А., Любанова Т.П., Щерба Л.М., Сафронов А.Е. Олейникова Ю.А. Социально-экономические системы в условиях кризиса: состояние, подходы, инструменты управления, проблемы и пути решения. Монография. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет; 2017. 239 с.

12. Балинская М.В., Рудой Д.В. Исследование шума на рабочих местах линии розлива пищевых жидкостей. В: Труды научно-методической конференции посвященной 85-летию ДГТУ «Инновационные технологии в науке и образовании» 07–10 сентября 2015 года. Дивноморское: Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства; 2015. С. 482–489.

References

1. Budovskiy A.V., Bulygin Yu.I., Pavlikov A.V., Tryukhan A.V. Bezopasnost` texnogenny`x i prirodny`x sistem. 2023; (1):28-38. doi.org/10.23947/2541-9129-2023-1-28-383.

2. Balinskaya M., Meskhi B., Khozyaev I. E3S Web of Conferences: 13, Rostovon-Don, 26–28 February 2020. Rostov on-Don, 2020. P. 05022. DOI 10.1051/e3sconf/202017505022

3. Golovina E.I., Sokolov D.A. Ensuring Occupational Safety at Railway Transport Operation by Upgrading the Systems of Vibration Damping Plates and Rail Plates. Bezopasnost` texnogenny`x i prirodny`x sistem. 2023; (1):39-46. doi.org/10.23947/2541-9129-2023-1-39-46

4. Balinskaya M.V. Izvestiya Tul`skogo gosudarstvennogo universiteta. Texnicheskie nauki, 2021. № 8: pp. 265-268. DOI 10.24412/2071-6168-2021-8-265-268.



5. Gusev V.P., Ledenev V.I., Antonov A.I., Matveeva I.V. BST: Byulleten` stroitel`noj texniki. 2023. № 6(1066): Pp. 10-11.
6. Gatiatulillina A. R., Zaharov D. O. Studencheskij vestnik. 2019. № 31-2(81): Pp. 37-38.
7. Polosin I.I., Jaremenko Y.V. Nauchny`j zhurnal. Inzhenerny`e sistemy` i sooruzheniya. 2010. № 2(3): Pp. 91-95.
8. Sirotkin E.S. Razrabotka i pechat` detalej iz plastika. V: Trudy` V Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «V mire nauchny`x otkry`tij» 20–21 maya 2021 goda. Ul`yanovsk: Ul`yanovskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. P.A. Stoly`pina; 2021. Pp. 503–506.
9. Shkarupeta E.V., Savon D.Yu., Safronov A.E., Avlasenko L.M., Kruzhkova G.V. Digital Ecosystem Development Based on Open Innovation Model. 27–28 February 2020. Vol. 148, 2020: 602-605.
10. Stepanova P. A., Yaromenko N. N. Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2023. № 94-3: Pp. 212-216. DOI 10.18411/trnio-02-2023-176.
11. Ovanesyan N.M., Midler E.A., Lyubanova T.P., Shherba L.M., Safronov A.E. Olejnikova Yu.A. Social`no-e`konomicheskie sistemy` v usloviyax krizisa: sostoyanie, podxody`, instrumenty` upravleniya, problemy` i puti resheniya. [Socio-economic systems in crisis: state, approaches, management tools, problems and solutions]. Monografiya. Rostov-na-Donu: Donskoj gosudarstvenny`j texnicheskij universitet; 2017. 239 p.
12. Balinskaya M.V., Rudoj D.V. Issledovanie shuma na rabochix mestax linii rozliva pishhevy`x zhidkostej. Trudy` nauchno-metodicheskoy konferencii posvyashhennoj 85-letiyu DGTU «Innovacionny`e texnologii v nauke i obrazovanii» 07–10 sentyabrya 2015 goda. Divnomorskoe: Severo-Kavkazskij nauchno-issledovatel`skij institut mexanizacii i e`lektrifikacii sel`skogo xozyajstva; 2015. Pp. 482–489.

Дата поступления: 18.07.2024 Дата публикации: 29.08.2024
