

Міністерство освіти і науки України

Державний вищий навчальний заклад
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

ПАРАЩІЄНКО ІРИНА МИКОЛАЇВНА



УДК 628.517.2

**ЗНИЖЕННЯ ШУМУ В ФОРМУВАЛЬНИХ ЦЕХАХ ПІДПРИЄМСТВ З
ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ**

05.26.01 – охорона праці

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Богданов Юрій Володимирович,
Державний вищий навчальний заклад
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», доцент кафедри безпеки життєдіяльності

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Запорожець Олександр Іванович,
Національний авіаційний університет, директор
Інституту екологічної безпеки
кандидат технічних наук, доцент

Абракітов Володимир Едуардович,
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова, доцент кафедри
охорони праці та безпеки життєдіяльності

Захист відбудеться «15» жовтня 2015 р. о 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 08.085.03 Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» за адресою: вул. Чернишевського, 24а, ауд. 202, м. Дніпропетровськ, 49600.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» за адресою: вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпропетровськ, 49600.

Автореферат розісланий « » вересня 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



О.В. Рабіч

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з особливостей, що характеризує сучасний стан розвитку населених місць в Україні, є різке збільшення обсягів будівництва, реконструкції та ремонту будівель і споруд, у перспективі – зведення недорогого соціального житла. Можна стверджувати, що це саме та ніша, яка має бути зайнята залізобетонними виробами (ЗБВ) найближчим часом. Уже зараз багато компаній зацікавилися будівництвом житла в нижчій ціновій категорії. Технологічне рішення цього завдання – повернення до технологій із широким застосуванням залізобетонних виробів. Прогнозується, що такий вид будівництва буде істотно модернізовано. Тому вже в найближчі роки слід очікувати динамічного розвитку ринку залізобетонних виробів. Це підкреслює актуальність проведення більш детальних досліджень умов праці працівників підприємств з виробництва ЗБВ з метою їх істотного оздоровлення.

Аналіз шумового режиму в будівельній індустрії показує, що відомі на сьогодні технічні, технологічні та організаційні можливості для зниження шкідливого впливу цього фактора на людину використовуються недостатньо. Причиною цього є недооцінка збитку від шкідливого впливу шуму й пов'язаних із цим економічних втрат.

Постійний вплив шуму є причиною багатьох захворювань головних систем життєзабезпечення людського організму – нервової та серцево-судинної. В умовах шумового навантаження підвищується нервова напруга, падає творча активність, знижуються продуктивність праці й ефективність відпочинку. Усе це робить шум великим і вельми агресивним соціальним злом.

Таким чином, ефективна боротьба із шумом на підприємствах будівельної індустрії, зокрема на підприємствах з виробництва ЗБВ, є своєчасним та актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до Загальнодержавної цільової програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2012–2016 роки (розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 серпня 2011 року № 889-р.); Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014–2018 роки (Закон України №178 від 04.04.2013); Декларації Європейського Союзу «Про оцінку шуму в навколишньому середовищі» й тісно пов'язана з держбюджетної науково-дослідною роботою кафедри «Безпека життєдіяльності» ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектура» на тему «Безпека об'єктів при виникненні надзвичайних ситуацій, безпека та охорона праці в різних сферах життєдіяльності людини », номер державної реєстрації 0111U006481 (2011–2015 рр.).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є поліпшення умов праці у формувальних цехах підприємств з виробництва ЗБВ шляхом комплексного підходу до зниження шуму працюючих віброагрегатів.

Для досягнення вказаної мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

- розробити та теоретично обґрунтувати комплекс шумозахисних заходів для формувальних цехів підприємств з виробництва ЗБВ;

- виконати експериментальні дослідження для визначення акустичної ефективності запропонованих у роботі заходів;

- визначити виробничий ризик від дії підвищених рівнів шуму на робочому місці формувальника, в робочій зоні формувального цеху до застосування комплексу шумозахисних заходів та після;

- визначити економічний ефект від зниження шуму на робочому місці формувальника після впровадження дисертаційних розробок.

Об'єкт дослідження – шумовий режим формувального цеху підприємств з виробництва ЗБВ.

Предмет дослідження – шумозахист у формувальному цеху підприємств з виробництва ЗБВ.

Методи дослідження: теоретичні та лабораторно-натурні дослідження шумового режиму формувального виробництва підприємств ЗБВ; математична обробка результатів досліджень, які базуються на плануванні багатofакторних експериментів і представлені у вигляді математичних та емпіричних залежностей, гістограм, таблиць і графіків.

Наукова новизна одержаних результатів:

- *вперше* обґрунтовано й підтверджено доцільність застосування демпфірування для зниження шуму, що випромінюється віброагрегатами;

- *встановлено емпіричну залежність* зниження рівнів звуку та звукового тиску від товщини шару демпфірувального покриття мастикою полімерною віброзвукопоглинальною «Вібромаст»;

- для зниження шуму віброагрегатів, розміщених у напрямках, *вперше* розроблено камерно-екранний глушник та експериментально підтверджено його ефективність;

- *встановлено емпіричну залежність* зниження рівня звукового тиску від ширини зазору між стінкою напрямка й віброагрегатом;

- за допомогою стохастичного підходу *вперше* було визначено виробничий ризик від шумового впливу на робочому місці, в робочій зоні формувального цеху до та після впровадження камерно-екранного глушника.

Практичне значення одержаних результатів:

- 1) розроблена й захищена двома патентами України на корисну модель мастика віброзвукопоглинальна «Вібромаст» з поліпшеними віброзвукопоглинальними властивостями;

- 2) уперше розроблено конструкцію камерно-екранного глушника в напрямку під віброагрегатом, що має істотну шумозахисну ефективність;

- 3) результати дисертаційної роботи впроваджено на ТОВ «Баловський завод залізобетонних виробів» і ТзДВ «Полтавтрансбуд», що дозволило значно знизити рівні шуму на робочих місцях формувального цеху.

Особистий внесок здобувача. Наукові ідеї та положення, викладені в дисертаційній роботі, отримані особисто здобувачем на базі виконаного аналізу існуючих засобів і заходів боротьби із шумом формувального виробництва підприємств ЗБВ. Основні результати теоретичних і експериментальних

досліджень, одержані під час виконання дисертаційної роботи, опубліковані в 15-х наукових працях [1–15]. Особистий внесок полягає в наступному:

- проведено аналіз умов праці на підприємствах будівельної індустрії [3, 11, 14];
- обґрунтовано вибір методів зниження шуму у формувальних цехах підприємств з виробництва ЗБВ [1, 2, 11, 12, 13, 15];
- теоретично та експериментально обґрунтовано застосування демпфірування для зниження шуму віброагрегатів [5, 8, 9];
- запропоновано нову конструкцію глушника камерно-екранного типу, математично і фізично обґрунтовано його шумозахисну ефективність [7, 10];
- виконано оцінювання виробничого ризику від впливу шуму [4, 6].

Апробація результатів дисертації. Основні результати та окремі розділи дисертації доповідалися, обговорювалися й отримали схвалення на Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в навколишньому та виробничому середовищі» (Харків, 20.01–20.02.2011); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства» (Київ, 08.06–9.06.2011); III Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в XXI столітті» (Дніпропетровськ, 19.10–20.10.2011); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в XXI столітті» (Дніпропетровськ, 17.10–18.10.2013); 66-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів і студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (Полтава, 15.04–15.05.2014).

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано 15 наукових праць, серед них: 5 статей у фахових виданнях, 1 в міжнародному виданні. Новизна отриманих результатів захищена 3 патентами України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4-х розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 6-ти додатків; основний текст із 33-ма таблицями, 63-ма рисунками викладено на 141-й сторінці, список використаних джерел із 165-ти найменувань розміщений на 16-х сторінках, додатки – на 25-х сторінках. Загальний обсяг роботи складає 183 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру й обсяг роботи.

У першому розділі «Аналіз умов праці на підприємствах з виробництва ЗБВ. Практика боротьби із шумом при виробництві ЗБВ» проведений аналіз динаміки збільшення кількості професійних захворювань, який показав, що в сучасному світі професійні захворювання є головною причиною смертності,

пов'язаної з виробничою діяльністю. Сьогодні в Україні ситуація з професійними захворюваннями нестабільна, а їх рівень високий. За останні 10 років серед інших галузей промисловості будівництво займає третє місце.

Аналіз ситуації в капітальному будівництві України та перспектив його розвитку дозволив зробити висновок про те, що найближчим часом очікується повернення до технологій із широким застосуванням залізобетонних виробів, що обумовлює більш детальні дослідження умов праці працівників підприємств з виробництва ЗБВ.

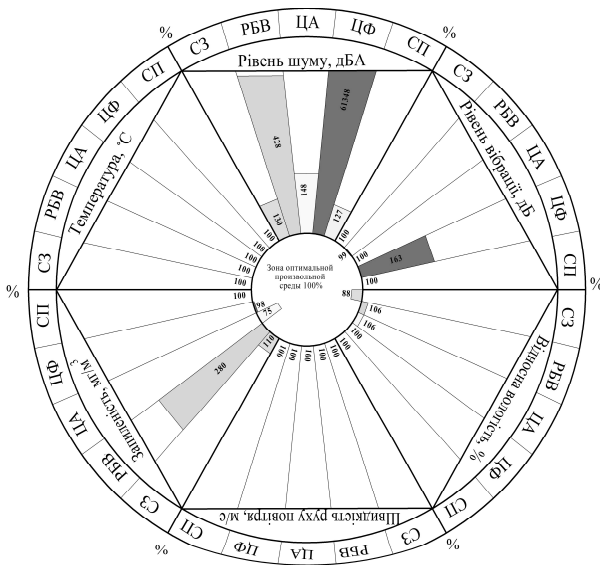


Рисунок 1. Характеристики основних шкідливих виробничих факторів на технологічних постах підприємств з виробництва залізобетонних виробів:

- СЗ – склад зберігання сировини для бетонної суміші;
- РБВ – розчинобетонний вузол;
- ЦА – арматурний цех;
- ЦФ – формувальний цех;
- СП – склад зберігання та видачі готової продукції

Результати аналізу умов праці на низці підприємств з виробництва ЗБВ Дніпропетровської та Полтавської областей показали (рис. 1), що для більшості технологічних процесів кількісні показники багатьох шкідливих виробничих факторів значно перевищують свої нормативні значення.

При цьому найбільш шкідливим фактором у цехах підприємств з виробництва ЗБВ є шум, параметри інтенсивності звукової енергії якого перевищують вимоги санітарних норм більш ніж на 100%, а найбільш високі його показники (до 102 – 114 дБА) зареєстровані на ділянках формування при ущільненні бетонних сумішей методом вібрування, де найбільш потужними джерелами шуму є віброагрегати.

Було виявлено та розглянуто всі вузли та механізми, які створюють шум працюючого віброагрегату, що дозволило зробити висновок, що найбільша частина звукової енергії генерується в прямику.

Проведено дослідження нормування шуму на постійних робочих місцях у різних країнах світу та порівняльний аналіз допустимих рівнів звукового тиску в октавних смугах частот (згідно з нормами України) з реальними їхніми значеннями на робочих місцях у віброагрегатів.

На підставі вивчення наукових праць таких учених, як І. В. Горенштейн, Ю. М. Єлізаров, В. І. Заборов, Г. Л. Осипов, В. В. Сафонов, Є. П. Самойлюк та інших було проведено аналіз існуючих методів і засобів боротьби із шумом на підприємствах будівельної індустрії, який дозволив зробити висновок про те, що для зниження шуму віброагрегатів відомих шумозахисних рішень недостатньо.

На думку провідних вітчизняних і зарубіжних учених, найбільш перспективним напрямом зниження шуму є зменшення його в джерелі виникнення за рахунок

створення малозумного обладнання. Однак цей метод поки не знайшов широкого застосування з різних технічних, технологічних, економічних причин.

Аналіз вищенаведених заходів показав, що зниження шуму віброагрегатів, здатних створювати умови акустичного дискомфорту на робочих місцях підприємств з виробництва ЗБВ, є сьогодні актуальним науково-технічним завданням в галузі охорони праці.

У другому розділі «Зниження шуму віброагрегату за рахунок демпфірування механічних коливань його поверхонь» встановлено доцільність використання демпфірування для зниження шуму промислових устаткувань, яка обґрунтовується величиною рівнів коливальної швидкості, розмірами вібруючих поверхонь та товщиною шару демпфуючого покриття.

Віброагрегати для ущільнення бетонної суміші при формуванні ЗБВ мають достатні розміри вібруючої поверхні та високі рівні коливальної швидкості, тому нанесення демпфівального матеріалу (ймовірно) може істотно знизити амплітуду вібрації поверхонь агрегатів і, як наслідок, рівень шуму.

Для демпфірування поверхонь віброагрегатів була розроблена та запатентована мастика полімерна віброзвукопоглинальна «Вібромаст», що має поліпшені фізико-механічні властивості щодо ефективності віброзвукопоглинання (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Коефіцієнт механічних втрат

Середньгеометричні октавні смуги частот, Гц								
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,03	0,035	0,04	0,45	0,05	0,08	0,1	0,15	0,25

Таблиця 2

Ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання

Середньгеометричні октавні смуги частот, Гц								
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
0,18	0,28	0,37	0,43	0,54	0,65	0,73	0,83	



Рисунок 2. Фрагмент віброагрегату з нанесеним демпфівальним покриттям

Оскільки на сьогодні оцінка зниження шуму демпфированих металевих конструкцій не піддається теоретичному розрахунку через складність картини поширення звукової вібрації, то ефективність застосування демпфірування з різною товщиною шару покриттів була встановлена експериментальним шляхом.

Тому для визначення акустичної ефективності застосування демпфірування віброагрегату мастикою «Вібромаст» на ТОВ «Баловський завод ЗБВ» були проведені натурні

вимірювання рівня шуму на робочому місці формувальника при нанесенні демпфівального шару мастики товщиною 2, 4 і 6 мм (рис. 2).

На графіку (рис. 3) наведено результати натурних вимірювань рівнів звукового тиску в октавних смугах частот віброагрегату, покритого шаром демпфівального матеріалу мастикою «Вібромаст» різної товщини.

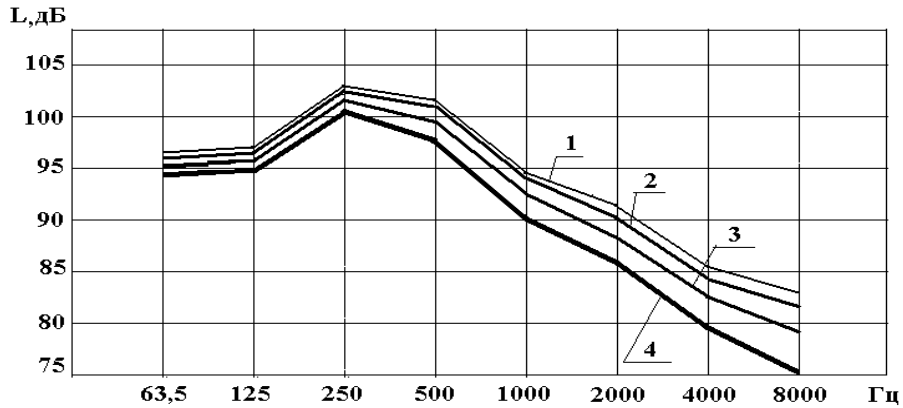


Рисунок 3. Зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот дослідного віброагрегату при різній товщині шару покриття мастикою полімерною віброзвукопоглинальною «Вібромаст»:

- 1 – без покриття; 2 – з товщиною шару 2 мм; 3 – з товщиною шару 4 мм;
4 – з товщиною шару 6 мм

Аналіз результатів натурних вимірів рівнів звуку в приміщенні формувального цеху та порівняння побудованих карт шуму (рис. 4) показали, що застосування мастики «Вібромаст» як демпфівального покриття товщиною 6 мм дозволяє знизити рівні звуку на робочих місцях на величину 4,5 дБА та в цілому поліпшити акустичні умови праці у цеху.

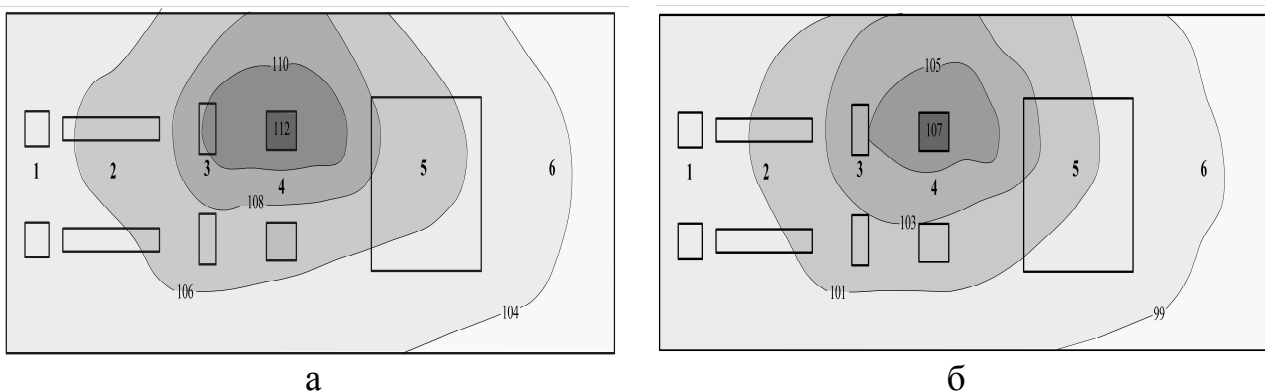


Рисунок 4. Карты шуму формувального цеху Баловського заводу ЗБВ (а – до застосування демпфівання віброагрегатів; б – після застосування):

- 1 – пост заготовки арматури та арматурних каркасів; 2 – пост очищення та підготовки форм; 3 – пост приготування бетону; 4 – формувальний пост; 5 – пост термообробки виробів; 6 – склад готової продукції

У третьому розділі «Зниження шуму віброагрегату розташованого в приямку, за рахунок установавання камерно-екранного глушника» визначено шумозахисну ефективність розробленого камерно-екранного глушника, принципову схему якого наведено на рисунку 5.

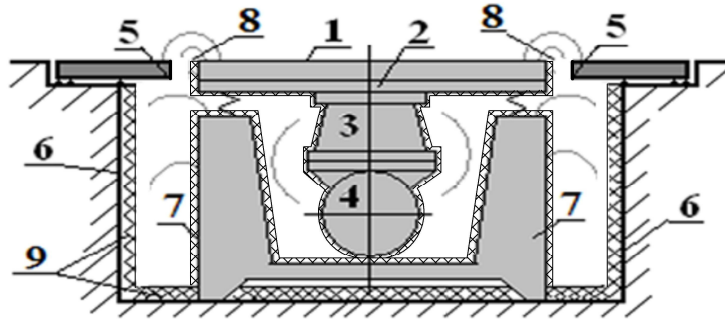


Рисунок 5. Принципова схема камерно-екранного глушника в приямку під віброагрегатом:

- 1 – форма з бетонною сумішшю; 2 – рухома рама віброагрегату;
 3 – вібратор; 4 – дебаланси; 5 – екрани-щитки; 6 – стінки приямка;
 7 – нерухома рама віброагрегату; 8 – акустичний зазор;
 9 – звукопоглинальне облицювання

Результати теоретичного розрахунку показали, що зменшення ширини акустичного зазору (d) і покриття стінок приямка та віброагрегату звукопоглинальною мастикою «Вібромаст» приводить до зниження рівнів звукового тиску. При цьому максимальне зниження рівнів звукового тиску спостерігається при максимально можливому зменшенні акустичного зазору ($l_4 = 0,2d$), а саме до 0,04 м, і становить на низьких частотах (63 Гц – 250 Гц) від 5,5 до 8,2 дБ, на середній частоті (500 Гц) – 9,2 дБ, на високих частотах від 11,0 дБ на 1000 Гц та до 16,9 дБ на 8000 Гц.

На рисунку 6 наведено графік відносного зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот залежно від величини акустичного зазору за результатами розрахунків.

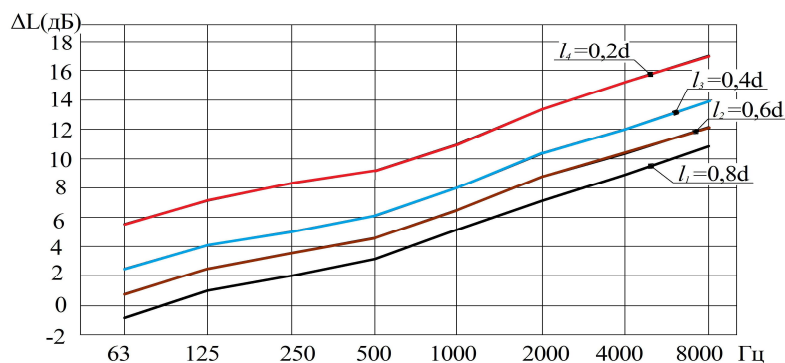


Рисунок 6. Відносне зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот при різній величині акустичного зазору (за розрахунковими даними):

- 1 – ширина акустичного зазору $l_1 = 0,8d = 0,16$ м; 2 – $l_2 = 0,6d = 0,12$ м;
 3 – $l_3 = 0,4d = 0,08$ м; 4 – $l_4 = 0,2d = 0,04$ м

Для перевірки достовірності теоретичних розрахунків методом прямого фізичного моделювання була сконструйована та виготовлена експериментальна установка, зображена на рисунку 7.

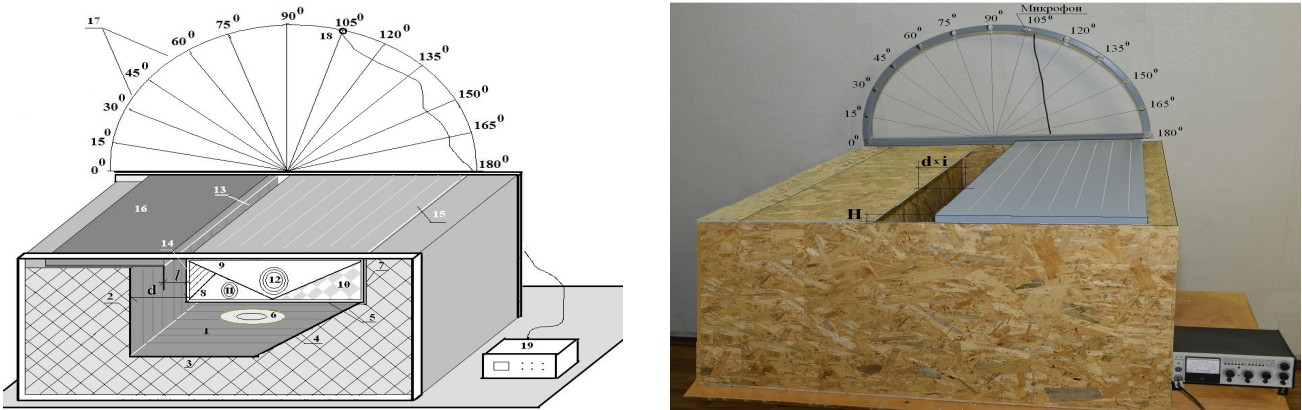


Рисунок 7. Експериментальна установка

Експериментальна установка виготовлена з листів OSB товщиною 1,2 см. Вона являє собою камеру високого звукового тиску зі змінним обсягом (від 0,9 до 1,2 м³) (1), яка обмежена вертикальною стіною (2), підлогою (3), похилою площиною приямка (4) та нижньою поверхнею фрагмента віброагрегату (5). Простір між камерою та фрагментом віброагрегату заповнений піском.

Для імітації шуму, котрий випромінюється нижньою частиною віброагрегату, вмикається гучномовець (6). Як джерело шуму використовувався генератор шуму.

Фрагмент віброагрегату, що має форму паралелепіпеда (7), виконаний з металу з перфорованими порожнинами – боковою (13) і верхньою (14). Внутрішній простір фрагмента віброагрегату розділено на три частини. Дві з них (8, 9) є камерами високого звукового тиску, в яких установлені гучномовці (11) – для імітації шуму, що випромінюється боковою стінкою віброагрегату, та (12) – для імітації шуму, який випромінюється верхньою поверхнею віброагрегату при заповненні й ущільненні бетонної суміші. Третя частина (10) була заповнена звукопоглинальним матеріалом. Зменшення зазору здійснювалось за допомогою акустичного екрана (16), що дозволило змінювати ширину зазору від $l_0 = d = 0,2$ м до $l_4 = 0,2d = 0,04$ м.

Для вимірювання поширення шуму в просторі при різних параметрах використовувалася виконана з металеві дуги (17) з отворами для встановлення мікрофона (18) вимірювальна площина. Як вимірювальна апаратура (19) застосовувався вимірювач шуму та вібрації типу ВШВ-003-М.

У процесі експерименту проводилися такі дослідження:

- вивчено вплив ширини розкриття акустичного зазору на зміни рівнів звукового тиску в зоні роботи оператора;
- визначено залежність шумових характеристик від кута до горизонту;
- розглянуто вплив звукопоглинального покриття мастикою «Вібромаст» на шумові характеристики в зоні роботи оператора;
- вивчено вплив положення поверхні віброагрегату щодо рівня підлоги цеху: а) на одному рівні з підлогою; б) вище рівня підлоги на 0,1 м.

За результатами експериментальних досліджень побудовані діаграми залежностей зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот у зоні роботи оператора від величини акустичного зазору, від кута нахилу до горизонту, від взаєморозташування поверхні стола віброагрегату та підлоги цеху й від наявності звукопоглинального покриття, деякі з яких наведено на рисунках 8, 9.

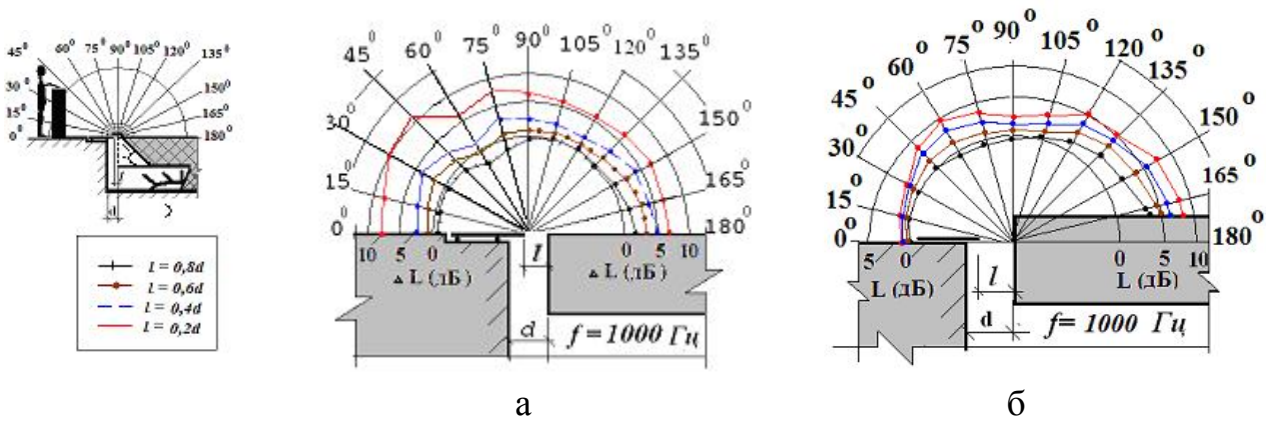


Рисунок 8. Діаграма зниження рівнів звукового тиску залежно від ширини розкриття акустичного зазору та кута нахилу на частоті 1000 Гц:
а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;
б – поверхня стола віброагрегату вище рівня підлоги цеху на 0,1 мм

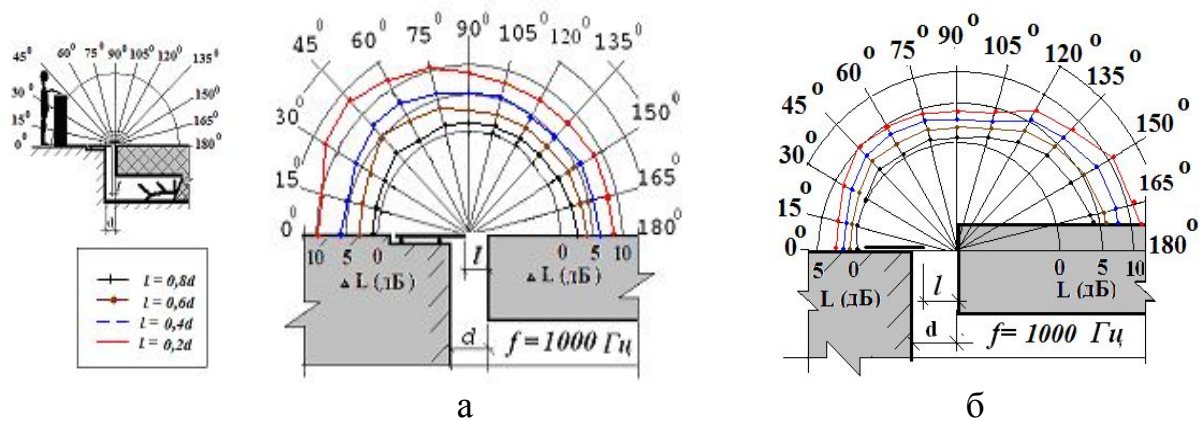


Рисунок 9. Діаграма зниження рівнів звукового тиску в зоні поста оператора залежно від ширини акустичного зазору та кута нахилу на частоті 1000 Гц, за наявності покриття звукопоглинального облицювання мастикою «Вібромаст» шаром товщиною 6 мм:
а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;
б – поверхня стола віброагрегату вище рівня підлоги цеху на 0,1 мм

Відносні величини зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот на робочому місці формувальника за результатами експерименту наведено на рисунках 10, 11.

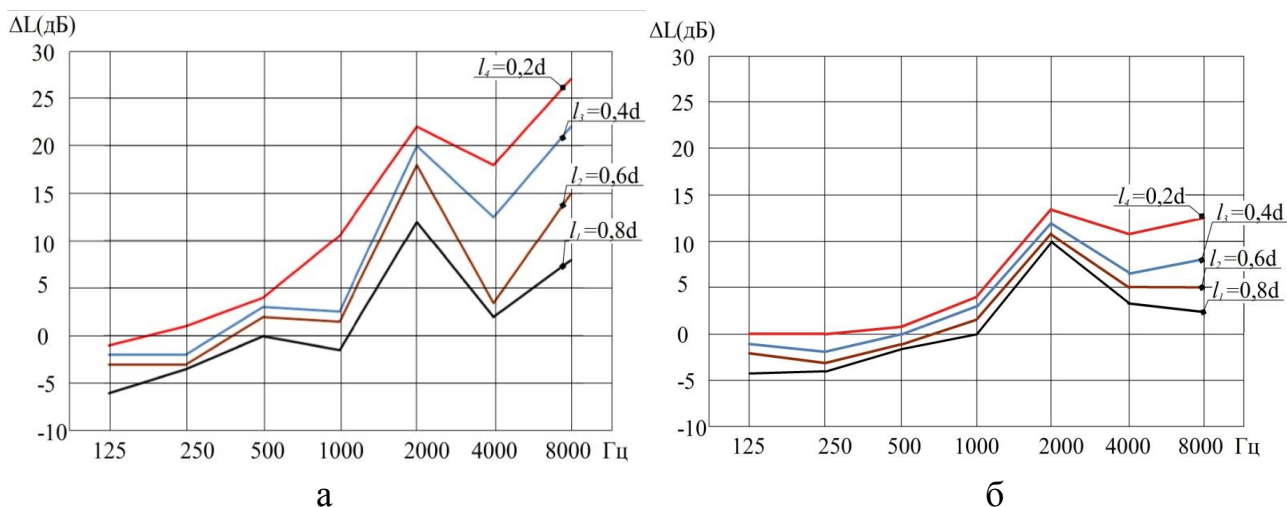


Рисунок 10. Відносне зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот при різній величині акустичного зазору (за експериментальними даними):

- а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;
- б – поверхня стола віброагрегату вище рівня підлоги цеху на 0,1 мм

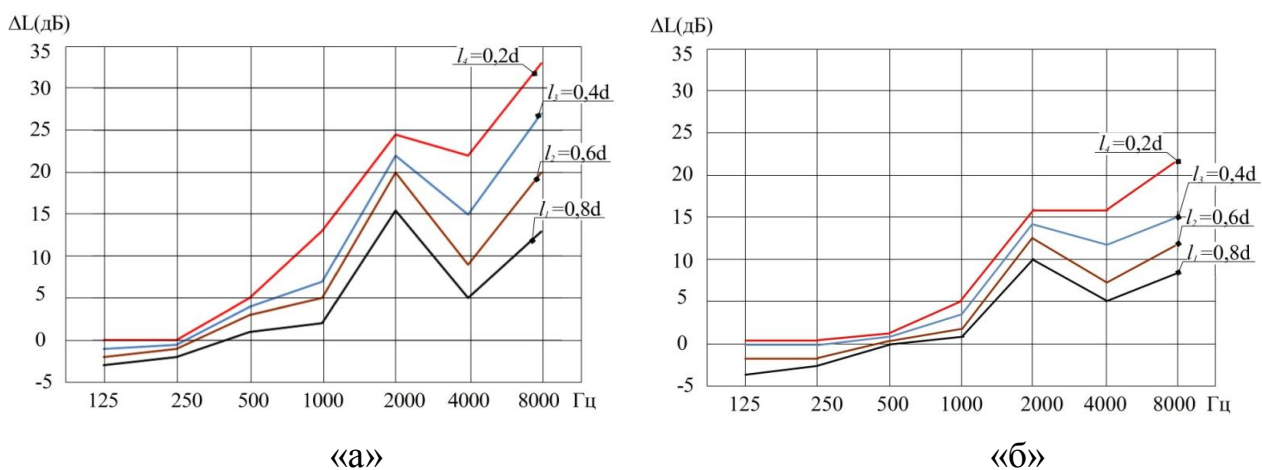


Рисунок 11. Відносне зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот при різній величині акустичного зазору за наявності покриття звукопоглинальною облицювальною мастикою «Вібромаст» шаром товщиною 6 мм (за експериментальними даними):

- а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;
- б – поверхня стола віброагрегата вище рівня підлоги цеху на 0,1 мм

Для визначення величини зниження рівнів звукового тиску на робочому місці формувальника при роботі віброагрегату з установленим камерно-екранним глушником у натурних умовах на ТЗДВ «Полтавтрансбуд» були проведені натурні вимірювання, результати яких зображено графічно на рисунку 12.

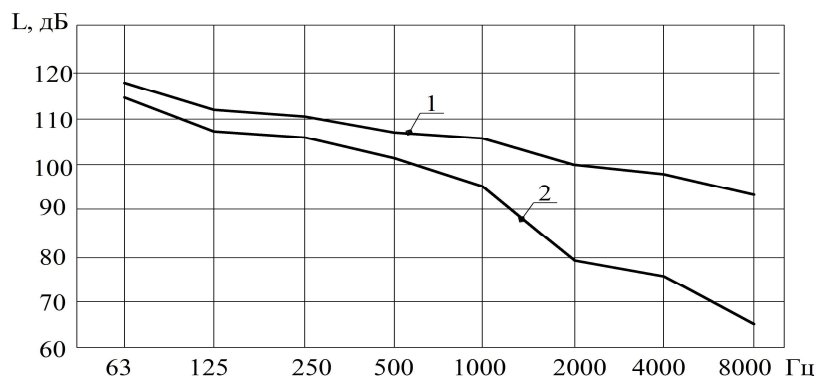


Рисунок 12. Зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот, отримані в натурних умовах до та після застосування камерно-екранного глушника: 1 – до встановлення камерно-екранного глушника; 2 – після його встановлення

З урахуванням результатів дослідження можна стверджувати, що встановлення камерно-екранного глушника значно поліпшить акустичні умови на робочому місці формувальника. При цьому рівні звукового тиску в октавних смугах частот при максимально можливому зменшенні акустичного зазору ($l_4 = 0,2d = 0,04$ м) знизяться від 10,5 дБ на частоті 1000 Гц до 27 дБ на високих частотах для випадку коли поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою цеху; від 4 дБ на частоті 1000 Гц до 12,5 дБ на високих частотах для випадку, коли поверхня стола віброагрегату знаходиться вище рівня підлоги цеху на 0,1 м.

Використання як звукопоглинального матеріалу мастики полімерної віброзвукопоглинальної «Вібромаст» на внутрішніх поверхнях камерно-екранного глушника дозволить знизити рівні звукового тиску в октавних смугах частот у зоні оператора на величину від 13 дБ на частоті 1000 Гц до 33 дБ на частоті 8000 Гц у випадку, коли поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою цеху; на величину від 5 дБ на частоті 1000 Гц до 22 дБ на частоті 8000 Гц у випадку, коли поверхня стола віброагрегату знаходиться вище рівня підлоги цеху на 0,1 мм.

Упровадження дисертаційної розробки на підприємстві ТЗДВ «Полтавтрансбуд» знизило рівень звуку на 8,5 дБА на робочому місці формувальника. При цьому економічна ефективність від упровадження розробки складає 35570 грн/рік.

У четвертому розділі «Визначення виробничого ризику від шумового впливу у формувальних цехах підприємств з виробництва ЗБВ» наведено результати розрахунку виробничого ризику від шумового впливу з метою визначення можливої шкоди здоров'ю працівників формувального цеху ТЗДВ «Полтавтрансбуд» від роботи

віброагрегату до та після встановлення камерно-екранного глушника для віброагрегату з ущільнення бетонної суміші.

Оцінювання виробничого ризику, тобто ризику, пов'язаного з особливостями конкретного виробництва з урахуванням застосовуваної технології, системи менеджменту та певних умов праці на цьому підприємстві, проводилося за допомогою стохастичного підходу. Це обумовлено тим, що на території робочої зони шумовий вплив у загальному випадку залежить від координат розташування аналізованого місця. У зв'язку із цим шумовий вплив утворює на території цеху своє випадкове поле, яке у фіксованій точці робочої зони перетворюється на випадкову величину.

При стохастичному підході виробничий ризик від окремого впливу, якщо він є незалежною величиною, визначався за формулою

$$\alpha = 1 - \prod_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

де P_i – імовірність того, що i -й вплив знаходиться в заданих нормативних межах;

n – загальне число нормованих впливів.

Імовірність P_i буде мати вигляд

$$P_i = \int_{a_i}^{b_i} f(X_i) dX_i, \quad (2)$$

де подінтегральна функція f є щільністю розподілу випадкової величини X_i на ділянці від нижньої a_i до верхньої b_i допустимої межі i -го впливу за санітарно-гігієнічними нормами.

Оцінювання виробничого ризику за критерієм шумового впливу (1) та ймовірністю P_i (2) для формувального цеху відбувалося двома способами. За першим на підставі досліджених даних і їх статистичної обробки визначався вид щільності розподілу $f(X_i)$ шумового впливу, а потім – величина ймовірності P_i через інтеграл (2).

Другий базувався на тому, що частота появи деякої випадкової події прагне до ймовірності цієї події, із зростанням числа випробувань імовірність P_i оцінювалася за частотою аналізованої події

$$P_i = \frac{m_i}{\sum m_i}, \quad (3)$$

де m_i – число сприятливих результатів (у нашому випадку – число вимірювань впливу X_i , яке потрапляє в інтервал від a_i до b_i);

$\sum m_i$ – загальне число вимірювань.

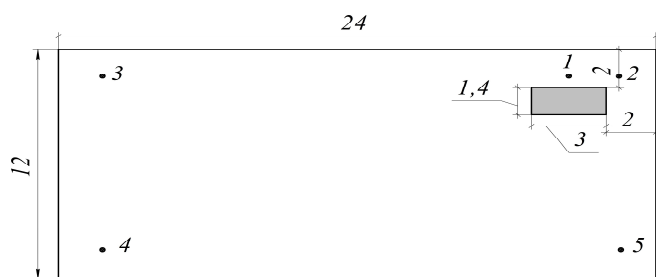


Рисунок 13. Схема місць вимірювань

Для більш точного оцінювання величини виробничого ризику на ТзВД «Полтавтрансбуд» були проведені вимірювання рівня шуму в п'яти довільно вибраних точках (рис. 13), в кожній точці по 71 вимірюванню до та після встановлення камерно-екранного глушника.

Дані вимірювань було статистично оброблено й на цій підставі отримано впорядковані за зростанням дані вимірювань рівнів шуму без застосування глушника та з його застосуванням (табл. 3).

Таблиця 3

Упорядковані за зростанням фактичні вимірювання рівнів шуму, дБА

без камерно-екранного глушника			з камерно-екраним глушником		
№ точки	рівень шуму, дБА	ГДР по шуму	№ точки	рівень шуму, дБА	ГДР по шуму
1	від 97,8 до 104,2	80 дБА	1	від 76,8 до 81,2	80 дБА
2	від 94,5 до 104,2		2	від 77 до 81,3	
3	від 95,9 до 100,2		3	від 74,4 до 81	
4	від 97,0 до 102		4	від 76,6 до 80,9	
5	від 100,5 до 104,8		5	від 77,8 до 81,4	

Аналіз цих даних показав, що на території формувального цеху без застосування глушника діапазон випадкового вимірювання рівня шуму повністю перевищує граничнодопустимий рівень (ГДР) 80 дБА. Виробничий ризик із шумового впливу при цьому досягає максимальної величини $\alpha = 1$, тобто існує 100% порушення норм, що без застосування захисних пристроїв неприпустимо.

Застосування шумозахисту дозволило зменшити значення рівня шуму на робочому місці формувальника та в робочій зоні від діапазону (100,2 – 104,8) дБА до діапазону (80,9 – 81,4) дБА, ці дані показують про значну ефективність застосовуваного глушника. Але все ж в окремих вимірах спостерігалися перевищення рівня шуму на робочому місці й у робочій зоні граничнодопустимої величини 80 дБА.

Допустимість цього оцінювалася з використанням критерію виробничого ризику відповідно до викладеного вище стохастичного підходу та методики оцінювання ризику.

Результати оцінювання виробничого ризику при випробуваннях щільністю розподілу $f(X_i)$ характеризуються даними, наведеними в таблиці 4.

Таблиця 4

Оцінка виробничого ризику в робочій зоні залежно від місця розташування точок вимірювання

Номер точки	Координати точок		$\alpha(P_i)$
	$x, \text{ м}$	$y, \text{ м}$	
1	17,4	9	0,0359
2	21,6	9,6	0,0810
3	2,4	9,6	0,0340
4	2,4	2,4	0,0118
5	21,6	2,4	0,0611

Результати оцінювання виробничого ризику за частотою перевищення граничнодопустимого рівня й довірчими інтервалами $I_{\beta_{p1}}, I_{\beta_{p2}}$ цієї частоти при довірчій імовірності $\beta = 0,95$, характеризуються даними, наведеними в таблиці 5.

Таблиця 5

Оцінка виробничого ризику в робочій зоні за частотою p та її довірчі інтервали $I_{\beta_{p1}}, I_{\beta_{p2}}$ при $\beta = 0,95$

Номер точки	$\alpha(P_i)$	$I_{\beta_{p1}}$	$I_{\beta_{p2}}$
1, 2, 3, 5	0,0282	0,0985	0,0035
4	0,0141	0,0775	0

Аналіз результатів розрахунку показав, що обидві оцінки не суперечать одна одній.

Такі оцінки в робочій зоні виробничого ризику за частотою перевищення рівня шуму допустимої межі (табл. 4), які практично не залежать від розташування точки вимірювання у розглянутій робочій зоні, дозволяють висловити гіпотезу, що всі вимірювання для п'яти точок можна розглядати як єдину вибірку з генеральної сукупності із сумарним числом незалежних випробувань по п'яти точках (у кожній точці 71 випробування) $n = 355$.

При такому допущенні оцінка виробничого ризику за частотою p перевищення рівня шуму допустимої межі становить 0,0254 при довірчому інтервалі, який дорівнює 0,0138 – 0,0557.

Таким чином, отримана з використанням різних способів оцінка виробничого ризику перевищення рівня шуму у формувальному цеху ТзДВ «Полтавтрансбуд» показала, що величина ризику після впровадження камерно-екранного глушника складає близько 0,03 та з високою надійністю 0,97 забезпечується відсутність перевищення діючих нормативів.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є закінченою науково-дослідною роботою, в якій розв'язане актуальне науково-технічне завдання у сфері охорони праці для підприємств з виробництва ЗБВ, що до зниження шуму у формувальних цехах за рахунок зниження шумових характеристик віброагрегатів для ущільнення бетонної суміші шляхом демпфірування їх поверхонь і встановлення камерно-екранного глушника.

Найважливіші наукові та практичні результати, одержані в дисертації:

1. Проведено аналіз літературних джерел і результатів натурних досліджень показав, що найбільш потужними джерелами шуму на підприємствах з виробництва ЗБВ є формувальні цехи, де ущільнення бетонної суміші здійснюється вібруванням на віброагрегатах – найпотужніших джерелах шуму в цих цехах; максимальне значення рівнів звуку на робочих місцях формувальників досягають значень 112 – 115 дБА, а еквівалентні 97 – 105 дБА (при нормі для постійних робочих місць 80 дБА); в приміщеннях цих цехів еквівалентні рівні складають 99 – 112 дБА.

2. Для зниження шуму віброагрегату вперше запропоновано демпфірування – покриття вібруючих металевих поверхонь пружнов'язким матеріалом з високими показниками внутрішнього тертя; як такий матеріал була розроблена, випробувана та запатентована мастика полімерна віброзвукопоглинальна «Вібромаст», що істотно перевищує прототип за своїми фізико-механічними властивостями.

3. Практично доведено істотну акустичну ефективність (до 4,5 дБА) застосування демпфірування вібруючих металевих поверхонь віброагрегатів з використанням мастики полімерної віброзвукопоглинальної «Вібромаст» на дослідному віброагрегаті, виготовленому на ТОВ «Баловський завод ЗБВ»; встановлено емпіричну залежність зниження рівня звуку і звукового тиску в октавних смугах частот від товщини шару демпфірувального покриття (від 0 до 6 мм).

4. Для зниження шуму віброагрегатів вперше запропоновано камерно-екранний глушник, установлений у напрямку під віброагрегатом, і теоретично обґрунтовано його шумозахисну ефективність (до 11,0 дБ на частоті 1000 Гц).

5. Для перевірки достовірності шумозахисної ефективності камерно-екранного глушника, отриманої розрахунковим шляхом, було сконструйовано та зібрано експериментальну установку для прямого фізичного моделювання, що повторює фрагмент камерно-екранного глушника, розташованого в напрямку під віброагрегатом; експериментально доведено його шумозахисну ефективність, яка склала до 13,0 дБ на частоті 1000 Гц.

6. Емпірично встановлені залежності зниження рівнів звукового тиску камерно-екранним глушником від ширини акустичного зазору між столом віброагрегату й екраном-щитком глушника, напрямком випромінювання шуму в зону робочого місця формувальника, наявністю або відсутністю звукопоглинального шару мастики «Вібромаст» на внутрішніх поверхнях глушника та від розташування поверхні стола віброагрегату відносно рівня підлоги цеху.

7. Практично підтверджено шумозахисну ефективність камерно-екранного глушника при проведенні випробувань на ТзДВ «Полтавтрансбуд», яка склала 8,5 дБА.

8. Уперше застосовано стохастичний підхід до оцінювання впливу шуму на людину на робочих місцях і в робочій зоні; оцінювання якості робочої зони при впливі шуму вперше виконано за критерієм виробничого ризику; вперше запропоновано оцінювати виробничий ризик від підвищення рівня шуму над допустимими значеннями з використанням даних вимірювань двома способами: за частотою перевищення рівня шуму його допустимої величини та як інтеграл імовірності цього перевищення за даними щільності розподілу рівня шуму в діапазоні її випадкової зміни; обчислення показали, що оцінки виробничого ризику, отримані різними способами, не суперечать одна одній; величина виробничого ризику після застосування камерно-екранного глушника складає близько 0,03, і з високою надійністю 0,97 забезпечується відсутність перевищення діючих нормативів.

9. Упровадження дисертаційної розробки камерно-екранного глушника на підприємстві ТзДВ «Полтавтрансбуд» показало економічну ефективність у розмірі 35570 грн/рік.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Богданов Ю. В. Расчет звуковых зон внутри помещений / Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, И. Н. Паращиенко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2011. – № 6–7. – С. 29–33.

2. Богданов Ю. В. Некоторые теоретические предпосылки оптимизации шумового режима в замкнутом пространстве / Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, И. Н. Паращиенко // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2011. – Вып. 62. – С. 90–93.

3. Сафонов В. В. Состояние и методы борьбы с шумом на заводах сборных железобетонных изделий / В. В. Сафонов, Ю. В. Богданов, И. Н. Паращиенко // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 99. – С. 80–87.

4. Богданов Ю. В. Методический подход по оценке экологического риска на рабочих местах и его применение для шумового воздействия / Ю. В. Богданов, И. Н. Паращиенко, С. З. Полищук, В. В. Сафонов // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2013. – Вып. 71. Том 2. – С. 44–48.

5. Паращиенко И. Н. Снижение шума виброагрегатов при уплотнении бетонной смеси методом вибродемпфирования / И. Н. Паращиенко, Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, Н. В. Шпирько, А. И. Быковский // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2014. – Вып. 76. – С. 312–316.

Праці у наукових періодичних виданнях інших держав або виданнях України, які включені до міжнародних науково метричних баз

6. Паращиенко И. Н. Оценка риска от воздействия шума на рабочих местах предприятий ЖБИ / И. Н. Паращиенко, Ю. В. Богданов // Наука и мир: Международный научный журнал. – Волгоград, 2013. – № 2 (2). – С. 63 – 66.

Винаходи

7. Патент 78000 України, МПК Е 04 В 1/00. Спосіб зниження шуму вібраційних агрегатів для ущільнення бетонних сумішей / Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, І. М. Паращійенко; заявник і патентовласник ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». – № 201207847; заявл. 26.06.2012; опубл. 11.03.2013. Бюл. № 5.

8. Патент 93258 України, МПК С 09 D 1/00. Мастика віброзвукопоглинальна / І. М. Паращійенко, А. І. Биковський, М. В. Шпірько, Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов; заявник і патентовласник ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». – № 201403739; заявл. 10.09.2014; опубл. 25.09.2014. Бюл. №18.

9. Патент 93319 України, МПК С 04 В 111/52. Мастика полімерна віброзвукопоглинальна «Вібромаст» / І. М. Паращійенко, Ю. В. Богданов, М. В. Шпірько, В. В. Сафонов, А. І. Биковський; заявники і патентовласники І. М. Паращійенко, Ю. В. Богданов, М. В. Шпірько, В. В. Сафонов, А. І. Биковський. – № 201404385; заявл. 23.04.2014; опубл. 25.09.2014. Бюл. № 18.

Статті в інших наукових виданнях

10. Паращиенко И. Н. Снижение шума виброагрегатов путем устройства камерно-экранного глушителя / И. Н. Паращиенко, Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов // Международный научный журнал. – 2015. – Вып. 1. – С. 22 – 28.

Опубліковані праці апробаційного характеру

11. Сафонов В. В. Исследование параметров трудовой среды на предприятиях строительной индустрии / В. В. Сафонов, Ю. В. Богданов, И. Н. Паращиенко // Безопасность жизнедеятельности в навколишньому і виробничому середовищах: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Х. : ХНАМГ, 2011. – С. 37 – 38.

12. Богданов Ю. В. Некоторые аспекты расчета звуковых зон внутри производственных помещений / Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, И. Н. Паращиенко // Безопасность жизнедеятельности людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства: матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. – К., 2011. – С. 169 – 173.

13. Паращиенко И. Н. Снижение шума на предприятиях по производству ЖБИ и прилегающих к ним территориях / И. Н. Паращиенко, Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов // Тези 66-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. Том 3. – С. 18 – 20.

Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

14. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 38498. Твір технічного характеру «Анализ условий труда на предприятиях строительной индустрии» / Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, И. Н. Паращенико // ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, 2011.

15. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 38499. Твір технічного характеру «Решение вопросов защиты от шума на строительных объектах» / Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов, И. Н. Паращенико // ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, 2011.

АНОТАЦІЯ

Паращенико І.М. Зниження шуму в формувальних цехах підприємствах з виробництва залізобетонних виробів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці. – Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпропетровськ, 2015.

Дисертація присвячена розв'язанню проблеми поліпшення умов праці у формувальних цехах підприємств з виробництва ЗБВ шляхом комплексного підходу до зниження шуму працюючих віброагрегатів.

На основі виконаних у роботі досліджень та аналізу літературних джерел було визначено, що найбільш потужними джерелами шуму на підприємствах з виробництва ЗБВ є формувальні цехи, при цьому основне шумове навантаження дають віброагрегати з ущільнення бетонної суміші.

Для зниження шуму віброагрегатів уперше запропоновано демпфірування їх металевих поверхонь за допомогою мастики полімерної віброзвукопоглинальної «Вібромаст» і встановлено залежність зниження рівнів звуку та звукового тиску залежно від товщини шару демпфірувального покриття.

Для зниження шуму віброагрегатів, розташованих у прямку, вперше розроблено камерно-екранний глушник. Теоретично й експериментально встановлено залежність зниження рівнів звукового тиску камерно-екранним глушником від ширини акустичного зазору між столом віброагрегату та екраном-щитком глушника, напрямком випромінювання шуму в зону робочого місця формувальника, наявності або відсутності звукопоглинального шару мастики «Вібромаст» на внутрішніх поверхнях глушника й від розташування поверхні стола віброагрегату відносно рівня підлоги цеху.

Оцінено виробничий ризик на території формувального цеху за критерієм шумового впливу за допомогою стохастичного підходу до і після впровадження камерно-екранного глушника.

Ключові слова: віброагрегат, віброзвукопоглинальна мастика, камерно-екранний глушник, виробничий ризик.

АННОТАЦИЯ

Паращенко И.Н. Снижение шума в формовочных цехах предприятий по производству железобетонных изделий. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – охрана труда. – Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Днепропетровск, 2015.

Диссертация посвящена решению проблемы улучшения условий труда в формовочных цехах предприятий по производству ЖБИ путем комплексного подхода к снижению шума работающих виброагрегатов.

На основе выполненных в работе исследований и анализа литературных источников было определено, что наиболее мощными источниками шума на предприятиях по производству ЖБИ являются формовочные цеха, эквивалентные уровни шума в помещениях этих цехов составляют 106 – 112 дБА. Основную шумовую нагрузку при этом дают виброагрегаты по уплотнению бетонной смеси, при этом максимальные значения уровней звука на рабочих местах формовщиков достигают значений 118 – 120 дБА, а эквивалентные 112 – 114 дБА (при норме для постоянных рабочих мест 80 дБА).

Для снижения шума виброагрегатов впервые предложено демпфирование, т.е. уменьшение механических колебаний вибрирующих поверхностей виброагрегата с помощью упруговязкого материала с высоким показателем внутреннего трения; в качестве такого материала была разработана, испытана и запатентована мастика полимерная виброзвукопоглощающая «Вибромаст», по своим физико-механическим свойствам существенно превосходящая прототип в части эффективности виброзвукопоглощения.

Определена акустическая эффективность применения мастики полимерной виброзвукопоглощающей «Вибромаст» в зависимости от толщины слоя покрытия.

Проведенный анализ акустических условий труда при помощи построения карт шума формовочного цеха на ООО «Баловский завод ЖБИ» показал существенную акустическую эффективность применения демпфирования.

Для снижения шума виброагрегатов, расположенных в прямойке, впервые разработан камерно-экранный глушитель. Теоретически и экспериментально установлена зависимость снижения уровней звукового давления камерно-экранным глушителем от ширины акустического зазора между столом виброагрегата и экраном-щитком глушителя, направлением излучения шума в зону рабочего места формовщика, наличием или отсутствием звукопоглощающего слоя мастики «Вибромаст» на внутренних поверхностях глушителя, от взаиморасположения поверхности стола виброагрегата и уровня пола цеха.

Внедрение диссертационной разработки камерно-экранный глушителя на ОДО «Полтавтрансбуд» показало существенную социальную и экономическую эффективность.

Оценен производственный риск на территории формовочного цеха по критерию шумового воздействия при помощи стохастического подхода до и после внедрения камерно-экранный глушителя. Оценка проводилась двумя способами: по частоте

превышения уровня шума его допустимой величины и как интеграл вероятности этого превышения от полученной по данным измерений плотности распределения уровня шума в диапазоне ее случайного изменения.

Оценка производственного риска в рабочей зоне цеха без применения глушителя показала, что диапазоны случайного изменения уровня шума полностью превышают допустимые нормы. После внедрения камерно-экранного глушителя полученная с использованием различных способов оценка производственного риска превышения уровня шума на рабочем месте формовщика и в рабочей зоне цеха показала, что величина риска составляет около 0,03 и с высокой надежностью 0,97 обеспечивается отсутствие превышения действующих нормативов.

Ключевые слова: виброагрегат, виброзвукопоглощающая мастика, демпфирование, камерно-экранный глушитель, производственный риск.

ABSTRACT

I. N. Parashchienko. Noise reducing in molding shops of reinforced concrete products enterprises. – Manuscript.

Dissertation for the scientific degree of Candidate of Technical Sciences (PhD) on specialty 05.26.01 – Professional Safety. – State higher education institution “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, Dnipropetrovsk, 2015.

Dissertation is devoted to solve the problem of improving the labor conditions in molding shops of reinforced concrete products enterprises by means of an integrated approach to reducing noise produced by operating vibration machinery. On the basis of the performed experimental studies and literature sources analysis it has been determined that the most powerful sources of noise at reinforced concrete products enterprises are molding shops, the main noise loading being produced by vibration machinery for concrete mixture compaction.

To reduce noise produced by vibration machinery, damping of their metal surfaces using polymeric noise-vibration absorbing mastic “Vibromast” was first suggested, and the correlation between the noise and noise pressure level reduction and the damping material layer thickness.

To reduce noise produced by vibration machines located in the pit, a chamber-screen noise damper has first been developed. The dependence of noise pressure level reduction by means of a chamber-screen noise damper on the width of the acoustic clearance between the vibration machine’s table and the noise damper’s screen panel, on the direction of noise emission into the molder’s working place, on the presence or absence of the “Vibromast” mastic noise absorbing layer on the internal damper’s surfaces and on the vibration machine’s table surface location towards the shop’s floor level has been theoretically and experimentally proved.

Production risks in the territory of the molding shop have been estimated according to the noise effect criterion, using the stochastic approach before and after the chamber-screen noise damper implementation.

Key words: vibration machinery, noise-vibration absorbing mastic, chamber-screen noise damper, production risks.

Паращієнко Ірина Миколаївна

**«ЗНИЖЕННЯ ШУМУ В ФОРМУВАЛЬНИХ ЦЕХАХ ПІДПРИЄМСТВ З
ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ»**

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Спеціальність 05.26.01 – охорона праці

Підписано до друку 04.09.2015 р. Формат 60 × 90/16. Папір друкований.
Гарнітура Times New Roman. Друк RISO.
Ум. друк. арк. 0,9. тираж 100 прим.
Замовлення № 222

Віддруковано у поліграфцентрі Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка
36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК, №3130 від 06.03.2008