

УДК 628.517.2: 621.9

Паращієнко І. М., магістр

(Полтавський національний

технічний університет ім. Ю. Кондратюка)

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ШУМУ В
ФОРМУВАЛЬНИХ ЦЕХАХ ПІДПРИЄМСТВ З ВИРОБНИЦТВА
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ**

Паращієнко І.Н., магістр

(Полтавський національний

технічний університет ім. Ю. Кондратюка)

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ШУМА В
ФОРМИРОВАЛЬНЫХ ЦЕХАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Parashchienko I.N., M.S (Tech.)

(Poltavsky national

Yu. Kondratyuk technical university)

**GROUND OF PARAMETERS OF METHODS OF DECLINE OF NOISE IN
MOULD WORKSHOPS OF ENTERPRISES ON PRODUCTION OF
REINFORCED CONCRETE WARES**

Анотація. На основі виконаних досліджень і аналізу літературних джерел було визначено, що найбільшими джерелами шуму на підприємствах по виробництву залізобетонних виробів є формувальні цехи; еквівалентні рівні шуму в приміщеннях цих цехів складають 106 – 112 дБА. Основне шумове навантаження при цьому дають віброагрегати по ущільненню бетонної суміші, при цьому максимальні значення рівнів звуку на робочих місцях формувальників досягають значень 118 – 120 дБА, а еквівалентні 112 – 114 дБА (при нормі для постійних робочих місць 80 дБА). Для зниження шуму віброагрегатів вперше запропоновано демпфування, тобто зменшення механічних коливань віброуючих поверхонь віброагрегата за допомогою упругов'язкого матеріалу з високим показником внутрішнього тертя; як такий матеріал була розроблена, випробувана і запатентована мастика полімерна віброзвукопоглинаюча «Вібромаст», по своїх фізико-механічних властивостях істотно перевершуюча прототип в частині ефективності віброзвукопоглинання. Для зниження шуму віброагрегатів, розташованих в приміщенні, вперше розроблений камерно-екранний глушник. Теоретично і експериментально встановлена залежність зниження рівнів звукового тиску камерно-екранним глушником від ширини акустичного зазору між столом віброагрегата і екраном-щитком глушника, напрямом випромінювання шуму в зону робочого місця формувальника, наявності або відсутності звукопоглинального шару мастики «Вібромаст» на внутрішніх поверхнях глушника, від взаєморозташування поверхні столу віброагрегата і рівня підлоги цеху. Оцінений виробничий ризик на території формувального цеху по критерію шумової дії за допомогою стохастичного підходу до і після упровадження камерно-екранного глушника. Оцінка проводилася двома способами: по частоті перевищення рівня шуму його допустимої величини і як інтеграл вірогідності цього перевищення від одержаної за даними вимірювань густини розподілу рівня шуму в діапазоні її випадкової зміни.

Оцінка виробничого ризику в робочій зоні цеху без вживання глушника показала, що діапазони випадкової зміни рівня шуму повністю перевищують допустимі норми.

Після упровадження камерно-екранного глушника одержана з використанням різних способів оцінка виробничого ризику перевищення рівня шуму на робочому місці формувальника і в робочій зоні цеху показала, що величина ризику складає близько 0,03 і з високою надійністю (0,97) забезпечується відсутність перевищення діючих нормативів.

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

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.

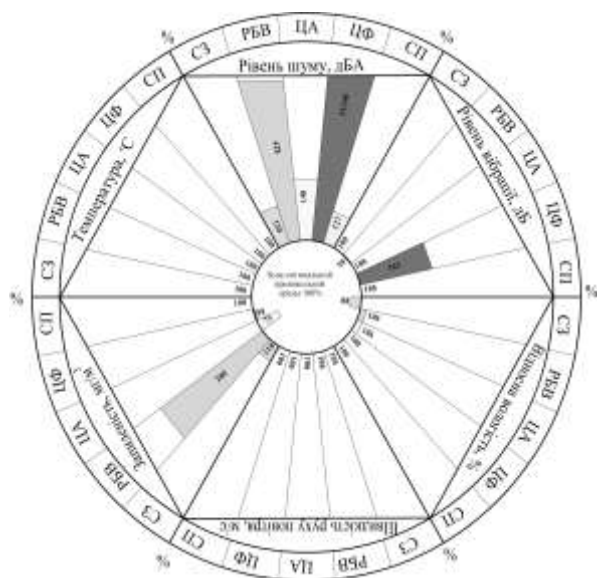
Аналіз шумового режиму в будівельній індустрії показує, що відомі на сьогодні технічні, технологічні та організаційні можливості для зниження шкідливого впливу цього фактора на людину використовуються недостатньо. Причиною цього є недооцінка збитку від шкідливого впливу шуму й пов'язаних із цим економічних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

Аналіз динаміки збільшення кількості професійних захворювань 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.



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

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

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 віброування, де найбільш потужними джерелами шуму є віброагрегати.

Аналіз всіх вузлів та механізмів, які створюють шум працюючого віброагрегату дозволив зробити висновок, що найбільша частина звукової енергії генерується в прямку. 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 Ю.В. Богданова [2-6], І. В. Горенштейна (1970) та [7], Ю. М. Єлізарова (1961, 1969) та [8], В. І. Заборова (1970), Г. Л. Осипова (1967) та [9], В. В. Сафонова [2, 3, 10-12], Є. П. Самойлюка [1, 10, 13-15] та інших, а також [16] 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 мал шумного 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.

Віброагрегати для ущільнення бетонної суміші при формуванні ЗБВ мають доста-

тні розміри вібруючої поверхні та високі рівні коливальної швидкості, тому нанесення демпфірувального 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

Середньогометричні 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

Середньогометричні 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 демпфірувальним покриттям

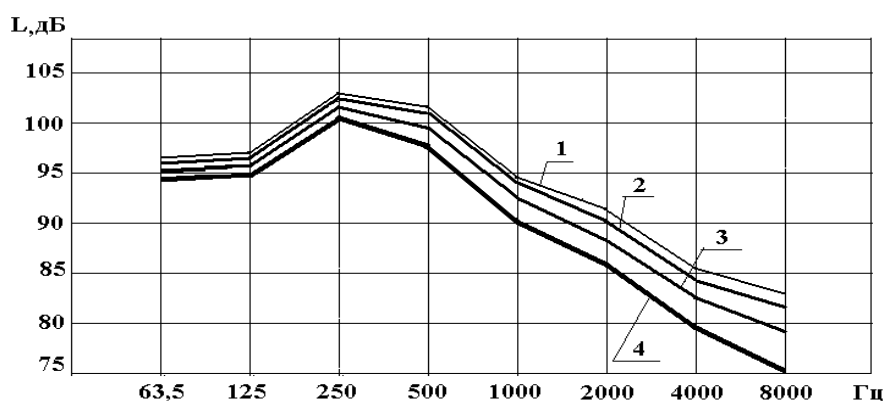
Оскільки на сьогодні оцінка зниження шуму демпфированих металевих конструкцій не піддається теоретичному розрахунку через складність картини поширення звукової вібрації, то ефективність застосування демпфірування з різною товщиною шару покриттів була встановлена експериментальним шляхом.

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 демпфірувального шару мастики товщиною 2, 4 і 6 мм (рис. 2).

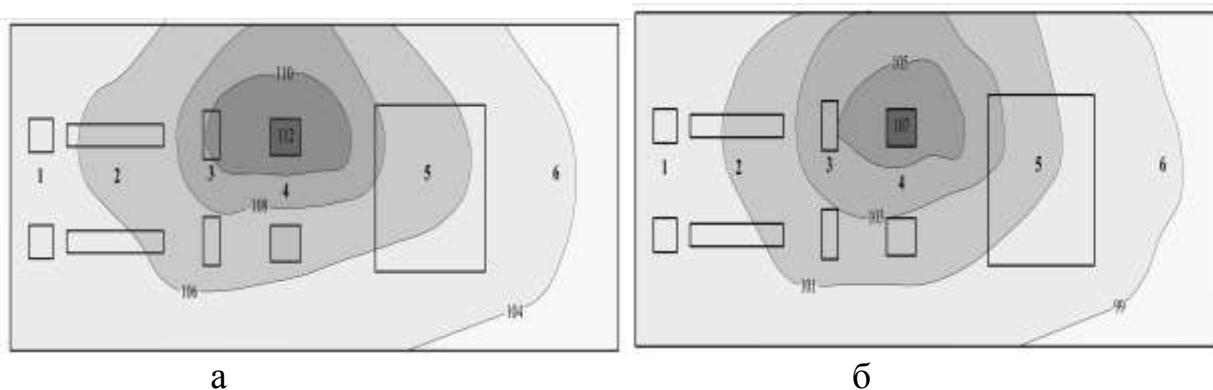
На графіку (рис. 3) наведено результати натурних вимірювань рівнів звукового тиску в октавних смугах частот віброагрегату, покритого шаром демпфірувального матеріалу мастикою «Вібромаст» різної товщини.

Аналіз результатів натурних вимірів рівнів звуку в приміщенні формувального цеху та порівняння побудованих карт шуму (рис. 4) показали, що застосування мастики «Вібромаст» як демпфірувального 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.



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

Рисунок 3 - Зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот дослідного віброагрегату при різних товщинах шару покриття мастикою полімерною віброзвукопоглинальною «Вібромаст»

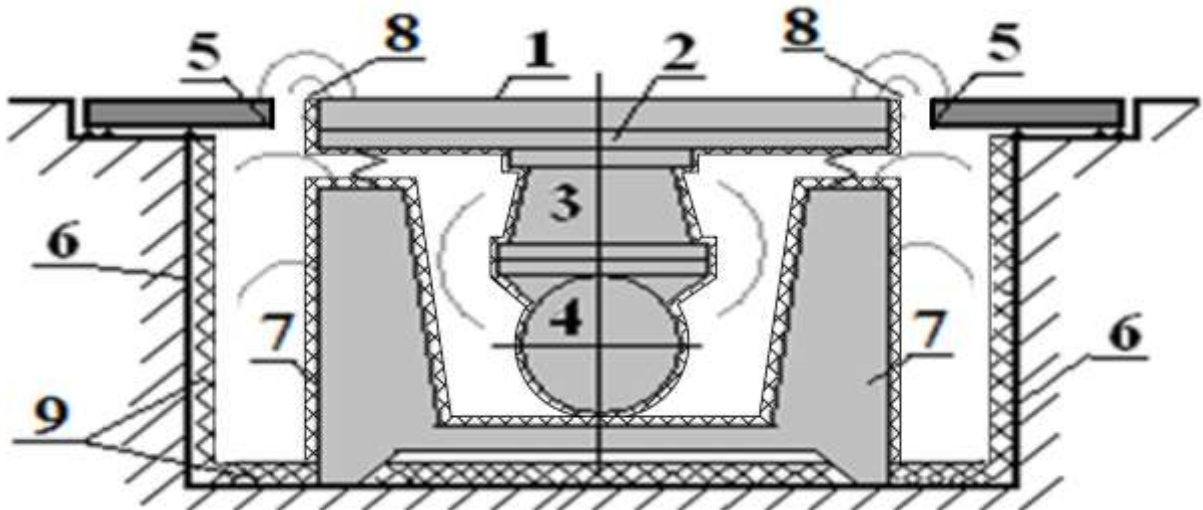


1 – пост заготовки арматури та арматурних каркасів; 2 – пост очищення та підготовки форм;
3 – пост приготування бетону; 4 – формувальний пост; 5 – пост термообробки виробів;
6 – склад готової продукції

Рисунок 4 - Карти шуму формувального цеху Баловського заводу ЗБВ
(а – до застосування демпфірування віброагрегатів; б – після застосування)

Принципова схема розробленого камерно-екранного глушника наведена на рис. 5.

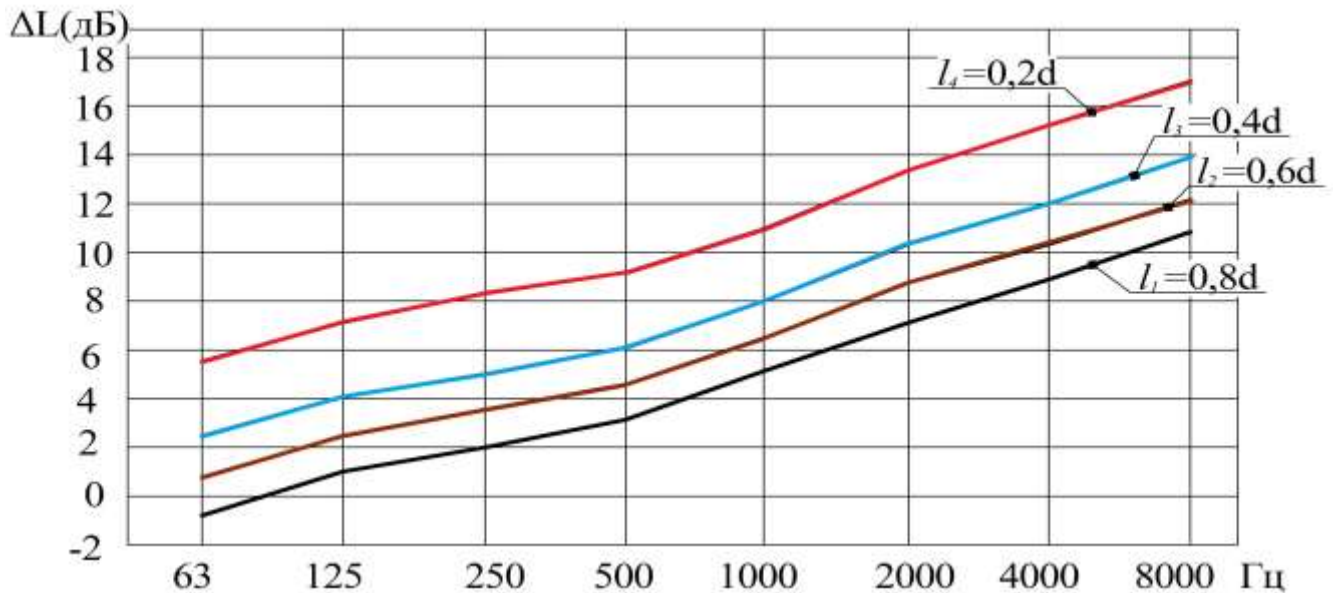
Результати теоретичного розрахунку показали, що зменшення ширини акустичного зазору (d) і покриття стінок прямка та віброагрегату звукопоглинальною мастикою «Вібромаст» приводить до зниження рівнів звукового тиску. При цьому максимальне зниження рівнів звукового тиску спостерігається при максимально 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.



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

Рисунок 5 - Принципова схема камерно-екранного глушника в прямку під віброагрегатом

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



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

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

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

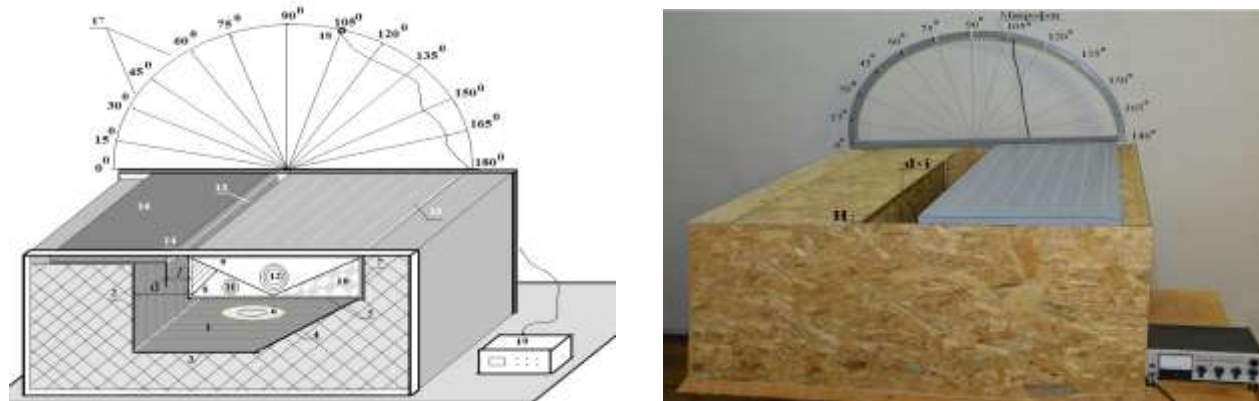


Рисунок 7 - Експериментальна установка

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 $l_0 = d = 0,2 \text{ м}$ до $l_4 = 0,2d = 0,04 \text{ м}$.

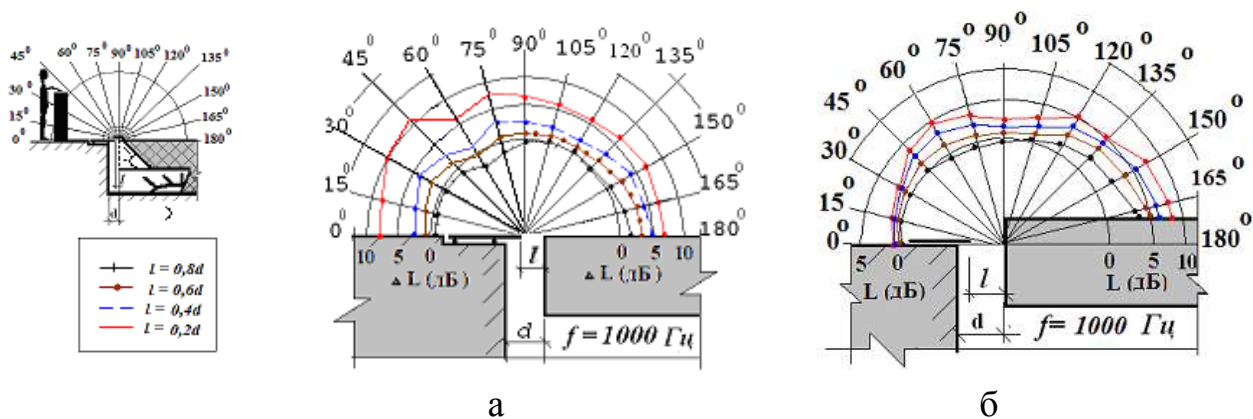
Для вимірювання поширення шуму в просторі при різних параметрах використовувалася виконана з металеві дури (17) з отворами для встановлення мікрофона (18) вимірювальна площина. Як вимірювальна апаратура (19) застосовувався вимірювач шуму та вібрації типу ВШВ-003-М.

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.

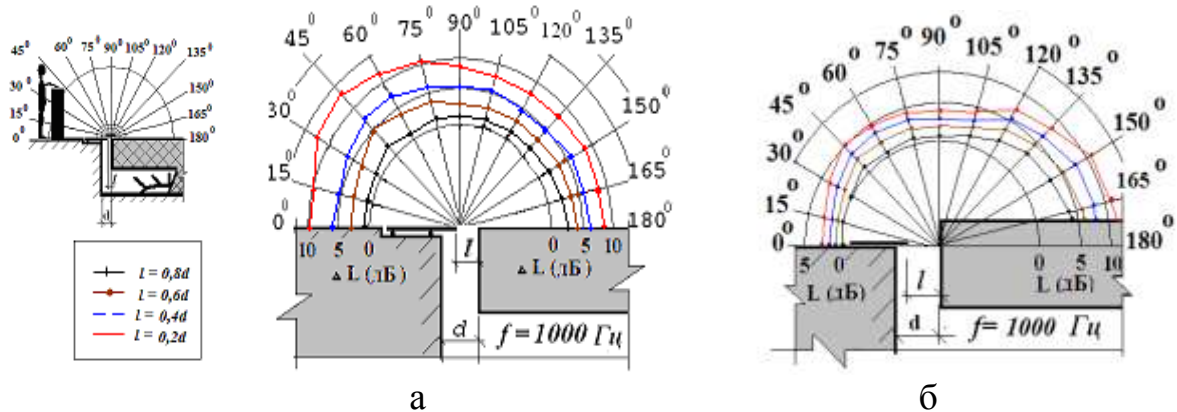
За результатами експериментальних досліджень побудовані діаграми залежностей зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот у зоні роботи оператора від величини акустичного зазору, від кута нахилу до горизонту, від взаєморозташування поверхні стола віброагрегату та підлоги цеху й від наявності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



а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;

б – поверхня стола віброагрегату вище рівня підлоги цеху на 0,1 м

Рисунок 8 - Діаграма зниження рівнів звукового тиску залежно від ширини розкриття акустичного зазору та кута нахилу на частоті 1000 Гц

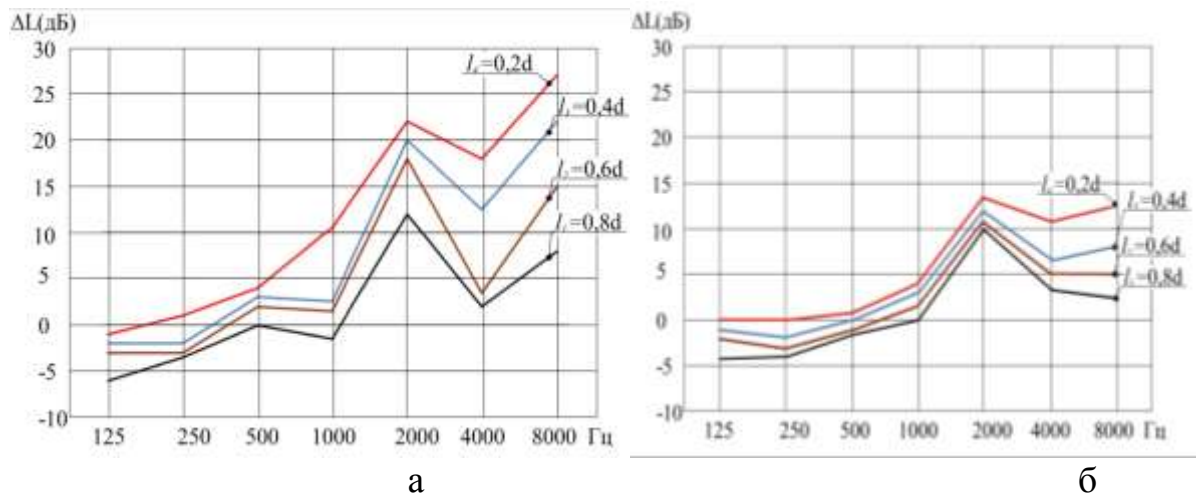


а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;

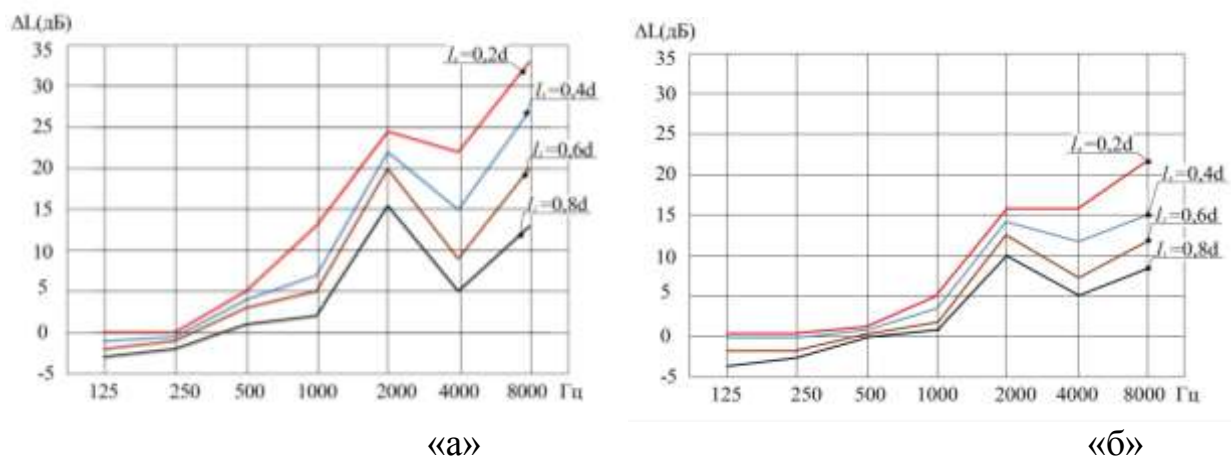
б – поверхня стола віброагрегату вище рівня підлоги цеху на 0,1 м

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

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

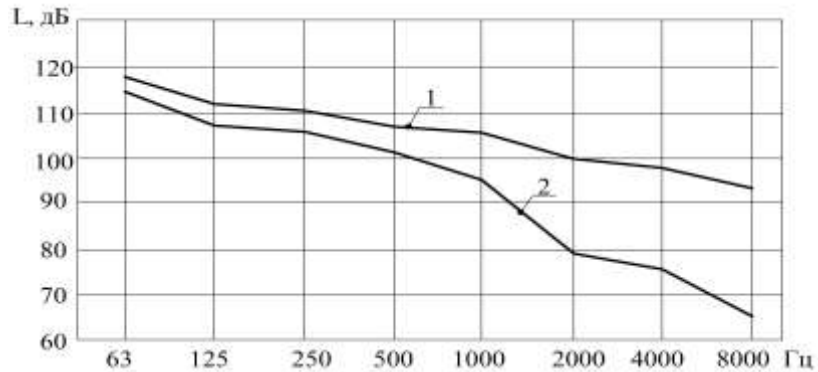


а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;
 б – поверхня стола віброагрегату вище рівня підлоги цеху на 0,1 м
 Рисунок 10 - Відносне зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот при різній величині акустичного зазору (за експериментальними даними)



а – поверхня стола віброагрегату знаходиться на одному рівні з підлогою;
 б – поверхня стола віброагрегата вище рівня підлоги цеху на 0,1 м
 Рисунок 11 - Відносне зниження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот при різній величині акустичного зазору за наявності покриття звукопоглинальною облицзовальною мастикою «Вібромаст» шаром товщиною 6 мм (за експериментальними даними)

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.



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

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 ($l_4 = 0,2d = 0,04 \text{ м}$) 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.

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 – ймовірність того, що i -й вплив знаходиться в заданих нормативних межах; n – загальне число нормованих впливів.

Ймовірність 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 ймовірність 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-екранним 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, м	Y, 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.

ВИСНОВКИ.

Таким чином, внаслідок проведених досліджень, було розв'язано актуальне науково-технічне завдання в сфері охороги праці для підприємств з виробництва ЗБВ щодо зниження шуму у формувальних цехах за рахунок зниження шумових характеристик віброагрегатів для ущільнення бетонної суміші шляхом демпфірування їх поверхонь і встановлення камерно-екранного глушника.. 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. Впровадження його на підприємстві ТзДВ «Полтавтрансбуд» дало можливість отримати економічний ефект у розмірі 35570 грн/рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Самойлюк Е. П. Борьба с шумом и вибрацией в строительстве и на предприятиях строительной индустрии / Е. П. Самойлюк, В. В. Сафонов. – К. : Будівельник, 1979. – 153 с.
2. 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. Паращійко; заявник і патенто-власник ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». – № 201207847; заявл. 26.06.2012; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.
3. Патент 93258 України, МПК С 09 D 1/00. Мастика віброзвукопоглинальна / І. М. Паращійко, А. І. Биковський, М. В. Шпірько, Ю. В. Богданов, В. В. Сафонов; заявник і патенто-власник ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». – № 201403739; заявл. 10.09.2014; опубл. 25.09.2014, Бюл. №18.
4. Богданов Ю. В. Определение границ зоны шумового воздействия промышленного предприятия для городских территорий / Ю. В. Богданов – Днепропетровск: ДИСИ, 1985. – 20 с.
5. Самойлюк Е. П. Проектирование санитарно-защитных зон промышленных предприятий по фактору шума. Руководство по расчету / Е. П. Самойлюк, Ю. В. Богданов – Днепропетровск: ДИСИ, 1988. – 23 с.
6. Богданов Ю. В. Защита производственной и жилой среды от шума предприятий ЖБИ при планировке промышленных и промышленно-жилых районов: дис. кандидата тех. наук : 05.26.01 / Бог-

данов Юрий Владимирович. – Днепропетровск, 1986. – 276 с.

7. Борьба с шумом на производстве: справочник / [Е. Я. Юдин, Л. А. Борисок, И. В. Горенштейн и др.] ; под ред. Е. Я. Юдина. – М. : Машиностроение, 1985. – 400 с.

8. Елизаров Ю. М. Снижение шума и вибраций при формировании сборного железобетона / Ю. М. Елизаров. – М. : Изд. литературы по строительству, 1998. – 176 с.

9. Снижение шума в зданиях и жилых районах / [Осипов Г. Л., Юдин Е. Я., Хюбнер Г. и др.] ; под ред. Г. Л. Осипова, Е. Я. Юдина. – М. : Стройиздат, 1987. – 557 с.

10. Самойлюк Е. П. Борьба с шумом и вибрацией в строительстве и на предприятиях строительной индустрии / Е. П. Самойлюк, В. В. Сафонов. – К. : Будівельник, 1979. – 152 с.

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

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

13. Самойлюк Е. П. Борьба с шумом в градостроительстве / Е. П. Самойлюк – К. : Будівельник, 1975. – 125 с.

14. Самойлюк Е. П. Борьба с шумом в населенных местах / Самойлюк Е. П., Денисенко В. И., Пилипенко А. П. – К. : Будівельник, 1981. – 144 с.

15. Самойлюк Е. П. Проектирование санитарно-защитных зон промышленных предприятий по фактору шума. Руководство по расчету / Е. П. Самойлюк, Ю. В. Богданов – Днепропетровск: ДИСИ, 1988. – 23 с.

16. Инструкции по расчету уровней шума на рабочих местах заводов сборного железобетона / Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения. – 25.03.1969. – 16 с.

REFERENCES

1. Samoylyuk, Ye.P. and Safonov V.V. (1979), *Borba s шумом i vibratsiyey v stroitelstve i na predpriyatiyakh stroitelnoy industrii* [Strife with noise and vibration in building and on the enterprises of build industry], Budivelnik, Kiev, SU.

2. Bogdanov, Yu. V., Safonov, V. V. and Parashchienko, I. N.; zayavnyk i patentovlasnyk DVNZ «Prydniprovskaya derzhavna akademiya budivnytstva I arkhitektury» (2013), *Sposib znyzhennya shumu i vibratsiy dlya ushchilnennya betonnykh sumishey* [Method of decline of noise of vibration aggregates for the compression of concrete mixtures], Ukraine, Patent 78000, MPK E 04 In 1/00, № 201207847.

3. Parashchienko, I. N., Bykovsky, A.I., Shpирko, M.B., Bogdanov Yu.V.. and. Safonov V.V., zayavnyk i patentovlasnyk DVNZ «Prydniprovskaya derzhavna akademiya budivnytstva I arkhitektury» (2014), *Mastika vibrozvukopoglynalna* [Mastic of vibro-sound-swallow], Ukraine, Patent 93258, MPK From 09 D 1/00, № 201403739.

4. Bogdanov, Yu.V. (1985), *Opredeleyeniye granits zony shumovogo vozdeystviya promyshlennogo predpriyatiya dlya gorodskikh territoriy* [Determination scopes of area of noise influence of industrial enterprise for city territories], DEBI, Dnepropetrovsk, SU:

5. Samoylyuk, Ye. P. and Bogdanov, Yu. V. (1988), *Proektirovaniye sanitarno-zashchitnykh zon promyshlennikh predpriyatiy po faktoru shuma. Rukovodstvo po raschyotu* [Designing sanitary-protective areas of industrial enterprises on the factor of noise. Guidance upon settlement], DEBI, Dnepropetrovsk, SU.

6. Bogdanov, Yu.V. (1986). «Protection production and dwelling environment from noise of the ZHBY enterprises at planning of industrial and industrially-dwelling districts», Ph.D. Thesis, 05.26.01, Dnepropetrovsk, SU.

7. Yudyn, E.I., Borysok, L.A., Gorenshstein, I.V. [and others], (1985) *Borba s шумом ha proizvodstve: spravochnik* [Fight against noise on production: reference book]; Mashynostroenye, Moscow, SU.

8. Elyzarov, Yu. M. (1998) *Snizheniye shuma i vibratsiy pri formovanii sbornogo zhelezobetona* [Lowering of noise and vibrations at shaping of the collapsible reinforced concrete], Publ. of literature on building, Moscow, RU.

9. Osypov, G.L., Yudyn E. I., Khyubner G. [and others] (1987), *Snizheniye shuma v zdaniyakh i zhi-lykh rayonakh* [Decline of noise in buildings and dwelling districts], Stroyizdat, Moscow, SU.

10. Samoylyuk, Ye.. P. and Safonov V.V. (1979), *Borba s шумом i vibratsiyey v stroitelstve i na predpriyatiyakh stroitelnoy industrii* [Strife with noise and vibration in building and on the enterprises of

build industry],: Budivelnik, Kiev, SU.

11. Safonov, V. V., Bogdanov Yu. V. and Parashchynko I.N. (2011) «Condition and methods of fight against noise at the plant of collapsible reinforced concrete wares», *Komunal'ne gospodarstvo mist*, Vyp. 99, pp 80 – 87.

12. Safonov V. V., Bogdanov Yu. V. and Parashchynko I.N. (2011) «Investigation parameters of labour environment on the enterprises of build industry», *Bezpeka zhyttediyalhocti v habkolyshnemu seredovyshchakh: materialy Mizhnarodnoyi naukobo-praktychnoyi kohaerentsiyi* [Safety of vital functions in surrounding and production environments: materials of International sciences.-praktikal kohference], Kharkov, UA, pp 37 – 38.

13. Samoylyuk, Ye.P. II. (1975) *Borba s shumom v gradostroitelstve* [Strife with noise in the town-planning], Budivelnik, Kiev, SU.

14. Samoylyuk, Ye. P., Denysenko V. I. and Pilipenko A.. P (1981), *Borba s shumom v haselennykh mestakh* [Strife with noise in the inhabited places],: Budivelnik, Kiev, SU.

15. Samoylyuk Ye. P and Bogdanov Yu. V. (1988). *Proektirovaniye cahitarho-zashchitnykh zon promyshlennykh predpriyatiy po faktoru shuma. Rukovodstvo po raschetu* [Designing sanitary-protective areas of industrial enterprises on the factor of noise. Guidance upon settlement], DEBI, Dnepropetrovsk, SU.

16. Ministry of build, road and communal machine-building (1969) , *Instruktsii po raschetu urovney shuma na rabochikh mestakh zavodov sbornogo zhelezobetona* [Instructions upon settlement of levels of noise on the workplaces of factories of the collapsible reinforced concrete], Moscow, SU.

Про автора

Паращієнко Ірина Миколаївна, старший викладач кафедри прикладної екології та природокористування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка МОН України, irina_10_76@mail.ru

About the author

Parashchienko Irina Nikolayevna, M.S (Tech.), Senior Lecturer of the Department of Applied Ecology and Nature, Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk, irina_10_76@mail.ru

Аннотация. На основе выполненных исследований и анализа литературных источников было определено, что наиболее мощными источниками шума на предприятиях по производству железобетонных изделий 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 упруго-вязкого 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. Для снижения шума виброагрегатов, расположенных в приемке, 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. Оценка производственного риска 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 обеспечивает

ся отсутствие превышения действующих нормативов.

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

Abstract. It was certain on the basis of the executed researches and analysis of literary sources, that workshops are the most powerful sources of noise on enterprises on the ZHBY production, the equivalent levels of noise in the apartments of these workshops make 106 – 112 dBA. Here give the basic noise loading vibration generator on the compression of concrete mixture, here the maximal values of levels of sound on the workplaces of moulders achieve the values 118 – 120 dBA, and equivalent 112 – 114 dBA (at a norm for permanent workplaces 80 dBA). For the decline of noise of vibration generator dempfyration is first offered, I.e. diminishment of mechanical vibrations of vibrating surfaces of vybro-aggregatt by elastic-tough material with the high index of internal friction; in quality such material was developed, the mastic of polymeric sound-extinguish «Vybromast» is tested and patented, on the физико-механическим properties substantially excelling a prototype at part of efficiency of sound-extinguish. For the decline of noise of vybro-aggregates, located in pry-hole, a chamber-screen muffler is first developed. In theory and experimentally dependence of decline of levels of sound pressure by a chamber-screen muffler on the width of acoustic gap between the table of vybro-aggregate and screen-corymb of muffler, direction of radiation of noise in the area of workplace of moulder, presence or absence of sound-extinguish layer of the «Vybromast mastic» on the internal surfaces of muffler is set, from reciprocal-reciprocal-disposition of surface of table of vybro-aggregate and level of floor of workshop. The production risk is appraised on territory of moulding workshop on the criterion of noise influence through stochastic approach before and after introductions of chamber-screen muffler. Estimation was conducted by two methods: on frequency of exceeding of level of noise of his possible size and as integral of probability of this exceeding from the closeness of distributing of level of noise got from data of measurings in the range of its casual change. Estimation of production risk in the working area of workshop without application of muffler showed that the ranges of casual change of level of noise fully exceeded possible norms. After introduction of chamber-screen muffler the estimation of production risk of exceeding of level of noise got with the use of different ways on the workplace of moulder and in the working area of workshop showed that a risk size made about 0,03 and with the high reliability 0,97 absence of exceeding of operating norms is provided.

Keywords: vybro-agregat, vybro-soundproof mastic, dempfyration, chamber-screen muffler, production risk.

Статья поступила в редакцию 8.06. 2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько

Колесник И.А., магистр
ГВУЗ «ПГАСА»

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ
АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Колесник І.О., магістр
ДВУЗ «ПДАБА»

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ПІД ЧАС
АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Kolesnik I. A., M.S (Tech)
SHEI «PSACIA»

**PROVIDING OF PARAMETERS OF MICROCLIMATE AT EMERGENCY
SYTUATION IN SYSTEMS OF HEAT SUPPLY**

Анотація. Виконано аналіз параметрів мікроклімату приміщень при аварійних ситуаціях в системах теплопостачання, їх вплив на життєдіяльність людини, розглянуто вплив теплотривкості будівель на мікрокліматичні умови приміщень, проаналізовані методи контролю теплообміну огорожувальних конструкцій з зовнішнім та внутрішнім середовищем.

Проведено наукове та експериментальне обґрунтування застосування датчиків з кільцевим і плоским нагрівачами та визначені граничні умови їх застосування. Виконані експериментальні дослідження параметрів мікроклімату приміщень для шести видів огорожувальних конструкцій будівель у м. Дніпропетровську. Знайдені закономірності динаміки охолодження внутрішнього повітря та внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій приміщень при аварійно-дефіцитних ситуаціях в системах теплопостачання.

Розроблена методика визначення часу охолодження внутрішнього повітря в залежності від коефіцієнта акумуляції тепла огорожувальних конструкцій без урахування та з урахуванням сонячної радіації та вітрової дії при аварійно-дефіцитних ситуаціях в системах теплопостачання.

Проведено впровадження результатів досліджень з контролю і забезпечення необхідних умов мікроклімату приміщень на виробництві, це дозволило встановити залежності, які дозволяють визначити величину відносної резервної теплоподачі і час відновлення нормального теплопостачання при різній теплоакumuлюючій здатності огорожувальних конструкцій будівель і споруд з урахуванням забезпечення необхідних параметрів мікроклімату приміщень.

Ключові слова: мікроклімат, безпека життєдіяльності, санітарно-гігієнічні умови, аварійно-дефіцитні ситуації, система контролю та управління, критична температура, динаміка охолодження, коефіцієнт теплоакumuляції.

Для забезпечення необхідних умов мікроклімату приміщень будівель і споруд в зимовий період передбачена робота системи опалення. Проведений аналіз роботи систем теплопостачання м. Дніпропетровська, як життєво важливого процесу забезпечення необхідних параметрів мікроклімату приміщень в опалювальний період показав, що фізичний знос підземних комунікацій, невизначеність і нестабільність в роботі енергосистем призводить до виникнення аварійних ситуацій та порушують безпеку життєдіяльності людей.