

Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.91. – К.: Техніка, 2010. – С.161-168.

9.Абракітов В.Э. Методологическая основа составления карты шума г.Харькова. // Науковий вісник будівництва. Вип.55. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – С.279 - 284.

10.Абракітов В.Э., Никитченко О.Ю. Спектры шума в жилой застройке г.Харькова (по данным собственных натуральных измерений, осуществленных авторами) // Науковий вісник будівництва. Вип.49. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. – С.330-337.

11.Абракітов В.Э. Натурные измерения уличного шума (с учетом фонового вклада метеорологических явлений в суммарный звуковой спектр) // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип.88. – К.: Техніка, 2009. – С.364-370.

Получено 16.01.2011

УДК 629.3.015.6

В.І.ЗАІЧЕНКО, канд. техн. наук.

Харківська національна академія міського господарства

О.В.ЗАІЧЕНКО

Dvoysata komerc s.r.o., Прага (Чехія)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКУСТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ УЛАШТУВАННІ РОБОЧИХ МІСЦЬ В ПРИМІЩЕННЯХ МАЛОГО ОБ'ЄМУ

Наведено результати досліджень вібрації металевих пластин з шаром пружно в'язкого матеріалу під дією періодичних сил збудження.

Приведены результаты исследований вибрации металлических пластин со слоем упруго вязкого материала под действием периодических сил возбуждения.

Results over of researches of vibration of metallic plastins are brought with the layer of elastoviscons material under the action of periodic forces of excitation.

Ключові слова: шум, вібрація, пружність, пластина, опорний контур, амплітуда, збудження.

Більшість робочих місць операторів, машиністів, водіїв різних транспортних засобів, а також диспетчерів пультів спостереження і дистанційного керування розташовано в приміщеннях малого об'єму (до 10 м³). Конструктивні елементи таких приміщень – це металеві листи товщиною до 3 мм і вони мають прямий або не прямий контакт з джерелами вібрації. Це визначає віброакустичний режим в приміщеннях, тобто на робочих місцях операторів. При цьому рівні звукового тиску на робочих місцях досягають 95 дБ на середніх частотах і більше 70 дБ на високих, що значно вище гігієнічних нормативів ДСН 3.36.037-99 [1].

Шум під час роботи заважає концентрації уваги, знижує продуктивність праці в деяких випадках на 20-25%.

В суспільстві боротьба проти таких негативних наслідків розвит-

ку виробництва, як шум та вібрація, основана, в першу чергу, на державній зацікавленості охорони здоров'я працівників. Заходи, які приймає держава для поліпшення умов праці і життя працівників по боротьби з шумом, відображені в різних законодавчих та нормативних актах.

Мета даної роботи – визначити аналітичні закономірності і зміни акустичних характеристик залежно від конструктивного виконання елементів, що огорожують робочі місця операторів дорожніх будівельних машин, транспортних засобів та інших приміщень малого об'єму. Об'єктом даних досліджень є процеси шумоутворення в приміщеннях невеликих розмірів, які граничать або розташовані поблизу джерел вібрації.

Серед досліджень шуму і вібрації в кабінах особливо слід виділити досягнення наукової школи Н.І.Іванова в області боротьби з вібраціями і шумом шляхових і дорожніх будівельних машин [3, 4]. Для різних типів машин детально вивчено процеси шумоутворення в кабінах. Визначено джерела структурного й повітряного шумів, але в багатьох випадках із-за конструктивних особливостей кабін транспортних засобів не вдається створити шумовий режим на робочих місцях операторів, який би задовольняв вимогам санітарних норм. Слід зазначити, що в даний час, практично, не ведуться роботи в напрямку боротьби з шумом в джерелі його виникнення, тобто в створенні малошумних машин. Тому доцільно впроваджувати методи звукоізоляції та звукопоглинання, які б на основі єдиної методології дозволяли конструювати приміщення малого об'єму різного функціонального призначення із забезпеченням санітарних норм шуму.

Огороджуючі конструкції кабін, пультів керування і спостереження виконують, як правило, із сталевих листів товщиною 2-3 мм з ребрами жорсткості і опорним контуром. Шум в таких приміщеннях може бути розподілений на повітряний шум, який проникає ззовні крізь щілини, проломи, відтулини і структурний шум, який передається внаслідок вібрації конструкцій, що огорожують і підлоги. Оскільки в кабінах машин та інших аналогічних приміщеннях неминучі різні відтулини для пропуску тяг керування, шлангів, кабелів та ін., можна відмітити загальні тенденції впливу цих відтулин на шумовий режим робочих місць операторів і машиністів.

Рівень звукового тиску $L_{вн}$ в приміщенні малого об'єму визначається, при деяких припущеннях, шумом, який викликається вібрацією $L_{стр}$ і шумом, який проникає повітряним шляхом $L_{пов}$, тобто

$$L_{вн} = L_{стр} + L_{пов} \quad (1)$$

Вібрація, яка викликає шум, передається в приміщення від пра-

цюючих агрегатів і внаслідок контакту (прямого або не прямого) з іншими джерелами вібрації. Тому структурний шум складається з шуму, який викликається джерелами вібрації періодичного характеру і шуму, який викликається випадковим збудженням. Повітряним шляхом шум проникає в кабіну через елементи огороження, відтулини, щілини, отвори.

Природно, що ущільнення відтулин за допомогою різних гумових, полімерних та інших пружно в'язких матеріалів суттєво підвищує звукоізоляцію конструкцій, що огорожують. Однак для зниження рівнів шуму на робочому місці оператора збільшення звукоізоляції кабіни не дає суттєвого виграшу. Необхідно, по-перше, збільшити величину загального звукопоглинання і знизити долю структурного шуму [2]. Аналіз вже відомих засобів шумовіброзахисту показав, що найбільш доцільним для поліпшення умов праці операторів є конструктивні міри. В нашому випадку зниження шуму можна досягти шляхом використання матеріалів, які знижують вібраційну активність панелей, що формують приміщення. Цей метод полягає в збільшенні втрат енергії коливань в конструкціях шляхом нанесення на вібруючі елементи спеціальних покриттів. Такі конструкції виконуються багатошаровими, тобто складаними із жорстких і пружних шарів. Роботи по зниженню шуму в кабінах і пультах спостереження ведуться за двома напрямками: експериментальному і теоретичному [3]. Перший найбільш розповсюджений, але при цьому не завжди вдається запроєктувати робоче місце оператора із заданими віброакустичними параметрами. Шлях успішного рішення цієї задачі, на нашу думку, полягає в розрахунках розповсюдження шуму в кабінах транспортних засобів і пультах керування, які представляють собою замкнуті приміщення малого об'єму.

Експериментальні дослідження двошарових конструкцій виявили високі вібродемпфуючі якості пружно в'язкого шару. Однак спостерігались і протилежні результати – при використанні різних матеріалів і товщини покриття збільшувались рівні звукового тиску на визначених діапазонах частот. Таким чином, використання не обґрунтованих розрахунками засобів шумозахисту не завжди дає необхідний результат. Теоретичне обґрунтування шумового випромінювання конструкцій, що огорожують і піддаються збудженню, дозволить отримати конкретні рішення щодо використання пружно в'язких (вібродемпфуючих) матеріалів.

Встановлено, що використання простих одностінних конструкцій в якості огороження приміщень не бажано, оскільки вони малоефективні навіть при збільшенні жорсткості каркасу. Двійні звукоізолюючі

панелі обладують більшою звукоізолюючою спроможністю. Представимо її у вигляді системи «металева пластина – пружно в'язкий матеріал». Розрахункова схема такої динамічної системи може бути представлена моделлю з двох взаємодіючих ланок: пружно в'язкого шару з розподіленими параметрами і шарнірно-опертого металевго полотна з однією ступенню свободи. Аналіз розрахункових схем віброуючих пластин виявив можливість представити обшивку огорожувальної конструкції як балку-полотно. Такий підхід спростить розрахунок амплітуди коливань опорного контуру, однак похибка результатів при цьому незначна і цілком допустима для інженерних рішень [3].

Диференційне рівняння примусових коливань, викликаних періодичним зміненням опорного контуру, можна записати у вигляді:

$$D(1 - i\chi)(d^4 \omega/dx^4) + \mu(d^2 \omega/dt^2) = P(x,t), \quad (2)$$

де $\omega(x,t)$ – вертикальне переміщення опорного контуру; D – згинача жорсткість балки опорного контуру; μ – погонна маса балки опорного контуру; $P(x,t)$ – сили, які характеризують дію збуджуючих сил і вплив пружно в'язкого шару; χ – коефіцієнт розсіву енергії в матеріалі балки опорного контуру.

Рішення рівняння (1) у вигляді ряду за формами власних коливань балки-полотна дозволить визначити амплітуди згинаючих коливань на поверхні обшивки приміщення залежно від частоти власних коливань [2].

Спрощена модель безвідривної взаємодії пружно в'язкого шару з обшивкою огорожі розглядає пружні коливання останньої як рівномірно розподілені по її площі сили інерції, які обумовлені коливанням опорного контуру. Вважаємо, що окремі ребра мають більшу жорсткість при малій довжині, тому амплітуда їх коливань приймається такою, як і огорожувальна конструкція в цілому. При цьому збуджуюча сила буде визначатися наступним чином:

$$F = F_0 \cdot e^{i\omega t}. \quad (3)$$

Нехтуючи зсувним напруженням в пружно в'язкому шарі, представимо останній у вигляді пружних стовпчиків, в яких розповсюджуються тільки поздовжні хвилі. При цьому припускаємо:

- щільність по висоті стовпчика однакова;
- значення модулю пружності пружно в'язкого шару і коефіцієнт розсіювання енергії є стабілізованими величинами, осередненими за об'ємом;
- процес розглядається в сталому періодичному режимі;
- приймається безвідривний рух двошарової коливної системи, тобто

$$G_d < (Q_{\text{пш}} \cdot e^{i\omega t} + P_{\text{зч}})/S_{\text{пол}}, \quad (4)$$

де G_d – динамічна напруга в контактній зоні; $Q_{\text{пш}}$ – амплітудне значення сили ваги при коливанні пружно в'язкого шару; $P_{\text{зч}}$ – сила зчеплення полотна з пружно в'язким шаром; $S_{\text{пол}}$ – площа полотна.

Коливний рух стовпчиків пружно в'язкого шару при таких припущеннях записується одномірним хвильовим рівнянням

$$\partial^2 u / \partial t^2 = c^2 (\partial^2 u / \partial y^2), \quad (5)$$

де t – спливаючий час; $u = u(x,t)$ – зміщення в пружному стовпчику; c – швидкість розповсюдження позадвожніх хвиль в пружно в'язкому матеріалі. Швидкість хвиль (c) залежить від пружних та інерційних властивостей вібродемпфирующего матеріалу, які враховуються модулем пружності ($E_{\text{пш}}$) і щільністю ($\rho_{\text{пш}}$):

$$c = (E_{\text{пш}} / \rho_{\text{пш}})^{1/2}. \quad (6)$$

Виділимо з балки-полотна елемент довжиною dx . Поперечне зміщення металевго полотна, на якому лежить пружнов'язкий шар демпферу, позначимо через $w = w(x,t)$. Згідно з (2), умови рівноваги елемента балки-полотна, виділеного перетинами x та $x + dx$, на яких лежить пружний шар демпферу, можна записати таким чином:

$$EI(\partial^4 w / \partial x^4) + \mu_{\text{ст}}(\partial^2 w / \partial t^2) + EI\chi(\partial^3 w / \partial t \partial x^3) = E'_{\text{пш}} b(\partial u / \partial y) \Big|_{y=0}, \quad (7)$$

де $E'_{\text{пш}}$ – комплексний модуль пружності демпферу, який має погонну масу $\mu_{\text{пш}}$, висоту $h_{\text{пш}}$ і b ; $\mu_{\text{ст}}$, E , I – відповідно погонна маса, модуль пружності і момент інерції балки-полотна; $\chi = \varepsilon/\pi$ – коефіцієнт затухання, що не залежить від частоти коливань (ε – декремент затухання).

Перший член лівої частини виразу (7) представляє собою силу пружності елемента балки-полотна, другий – силу інерції і третій – силу внутрішнього затухання цього елемента. Права частина цього рівняння представлена силою, з якою пружно в'язкий демпфер діє на елемент балки полотна.

Подальше дослідження зводиться до розкладення (7) за формами власних коливань з введенням характеристичного числа, який відрізняється від класичного тим, що параметри балки-полотна представлені з урахуванням коефіцієнта внутрішнього тертя і характеристиками пружнов'язкого шару. Це дасть можливість визначення амплітуд зміщень, а разом з тим і середньоквадратичні значення швидкостей на поверхні пластин з шаром пружно в'язкого матеріалу при різних формах власних коливань.

Наведені аналітичні залежності дозволяють створити методологічний підхід проектування приміщень малого об'єму і забезпечити оптимальні віброакустичні характеристики на робочих місцях операторів.

1.ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

2. Борьба с шумом на производстве / Под общ. ред. проф. Е.Я.Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

3. Иванов Н.И. Шум в кабинах строительного-дорожных машин и тракторов / Н.И. Иванов, Г.М. Курцев, Ю.И. Элькин // БЖД. – 2005. – № 10. – С.10-15.

4. Иванов Н.И. Борьба с шумом и вибрацией на путевых и строительных машинах. – М.: Транспорт, 1987. – 224 с.

Отримано 03.03.2011

УДК 613.164

В.В.САФОНОВ, Ю.В.БОГДАНОВ, кандидаты техн. наук,
И.Н.ПАРАЩИЕНКО

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»,
г.Днепропетровск*

СОСТОЯНИЕ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ШУМОМ НА ЗАВОДАХ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Освещаются вопросы состояния условий труда на заводах, изготовляющих сборные железобетонные конструкции, по фактору шума. Выявлены основные источники шума, их характеристики. Предложены основные направления борьбы с шумом.

Висвітлюються питання стану умов праці на заводах, які виготовляють збірні залізобетонні конструкції, за чинником шуму. Виявлено основні джерела шуму, їх характеристики. Запропоновано основні напрями боротьби з шумом.

Presented by state working conditions at the company manufactures precast concrete products. The main sources of noise in the workplace. Methods of noise control.

Ключевые слова: шум, вибрация, запыленность, загазованность, микроклимат.

Забота о человеке, его жизни и здоровье – пожалуй, одна из основных задач государства. Решением этой задачи в Украине занимается несколько отраслей знаний. Это экология и охрана окружающей природной среды, безопасность в чрезвычайных ситуациях, гражданская защита и охрана труда. Все они объединены в одну комплексную науку «Безопасность жизнедеятельности». Если учесть, что треть своей жизни человек находится в условиях производства, где в основном и подвергается воздействию опасных и вредных факторов, то «Охрану труда» можно смело выделить из этого комплекса, отдавая ей приоритет.

В ст.43 Конституции Украины сказано: «Каждый имеет право на надлежащие, безопасные и здоровые условия труда». Это право, как и многие другие, обеспечивает государство. Создание безопасных и безвредных производств (обеспечение комфортных условий труда на рабочих местах) – задача комплексная, очень сложная, но чрезвычайно важная. Это приведение в соответствие с требованиями санитарных норм факторов микроклимата, запыленности, загазованности, освеще-