

СИСТЕМА АКТИВНОГО ШУМОЗАХИСТУ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ЗАХІД ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ШУМУ

*Кужель Р., студ. (гр. ХН-61м, ХТФ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»);
Луц Т.Є., ст. викл. (каф. ОПЦБ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)*

Шум є одним з найшкідливіших факторів сучасної цивілізації. Шум - це хаотичні коливання різної фізичної природи, що відрізняються складністю тимчасової і спектральної структури [1]. Хаотична сукупність різних за частотою та силою звуків, які виникають у повітряному середовищі, сприймаються органами слуху людини як небажані сигнали, безпосередньо впливаючи на її працездатність.

Всі види транспорту, промислові об'єкти, насоси, електричні та пневматичні інструменти, будівельна техніка, верстати, все це - джерела шуму. Окрім того з шумом пов'язані майже всі технологічні процеси, такі як, наприклад, клепання, обрубка, карбування, штампування, робота ткацьких верстатів, випробування авіадвигунів і т.д..

Сьогодні шум став одним із небезпечних факторів зовнішнього середовища на виробництві. Це пов'язано в основному з підвищенням продуктивності та потужності машин, та їх повсюдним застосуванням на всіх ділянках та сферах виробництва [2].

Класи умов праці залежно від рівня шуму поділяються на допустимі, які відповідають ГДР згідно з Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6 037-99, шкідливі та небезпечні.

Шум негативно впливає на здоров'я людини. У Робітників, які мають справу з гучними верстатами, машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, які часто призводять до професійних захворювань таких як глухуватість та глухота. Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає.

Проте в сучасному світі проблеми зі слухом мають не тільки робітники зі шкідливими умовами праці, але й звичайні люди, які живуть в не дуже сприятливих або промислових районах міста, мають справу з міським транспортом, особливо метро, живуть біля автомагістралей або завантаженої залізничної колії. Та й, взагалі, це дуже поширена проблема мегаполісів.

Тривалий шум впливає не тільки на слух, він впливає на нервову систему людини, погіршує її самопочуття, знижує працездатність, сповільнює розумові процеси.

Шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ — порушує слух, до 120 дБ — призводить до фізичного болю, який може бути нестерпним. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10—15%. У зв'язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення [2].

Заходи та засоби захисту від шуму поділяються на колективні та індивідуальні, причому останні застосовуються лише тоді, коли заходами та засобами колективного захисту не вдається знизити рівні шуму на робочих місцях до допустимих значень. Призначення засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) від шуму - перекрити найбільш чутливі канали проникнення звуку в організм - вуха. Тим самим різко послаблюються рівні звуків, що діють на барабанну перетинку, а відтак - і коливання чутливих елементів внутрішнього вуха. Такі засоби дозволяють одночасно попередити розлад і всієї нервової системи від дії інтенсивного подразника, яким є шум [3].

Засоби колективного захисту від шуму поділяються на наступні напрямки:

- зменшення шуму в самому джерелі;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

До ЗІЗ від шуму належать навушники, протишумові вкладки, шумозаглушувальні шоломи. Вибір ЗІЗ обумовлюється видом та характеристикою шуму на робочому місці, зручністю використання засобу при виконанні даної робочої операції та конкретними кліматичними умовами. До таких ЗІЗ відносяться також і навушники активного шумозахисту.

Історія розвитку системи активного шумозахисту (далі - САШ) починається ще в 1934 році, коли винахідник Пол Люг отримує патент, що описує принцип гасіння синусоїдальних сигналів, випромінюваних гучномовцем. У 1950 Лоуренс Фогель вперше застосовує систему придушення шуму в кабінах вертольотів і салонах літаків [4].

До навушників САШ дісталися ще в 1957 році, коли Віллард Мікерена на представленій робочій моделі накладних навушників зумів відсікти шум на звуковому діапазоні від 50 до 500 Гц. Перша ж серійна модель навушників з системою активного шумозаглушення була представлена компанією Bose в кінці 80-х і використовувалася в авіації. Проте, зараз такий тип захисту використовується дуже рідко і тільки в окремих галузях, не зважаючи на свою високу ефективність [4].

Активний контроль рівня шуму, також відомий як активний шумозахист, являє собою метод знешкодження небажаного звуку шляхом додавання (накладання) іншого, спеціально створеного. Звук являє собою хвилю тиску, яка складається з періодів стиснення і розрідження, які постійно чергуються. Динамік системи активного шумозахисту випромінює звукову хвилю такої ж амплітуди, але з інвертованою фазою (також відомої як протифаза) до вихідного звуку. Хвилі об'єднуються, та формують нову хвилю, в процесі, який називається інтерференцією, і ефективно компенсують одна одну, цей ефект називається деструктивною інтерференцією [5].

Сучасне управління активним шумозахистом, як правило, досягається за рахунок використання аналогових схем або цифрової обробки сигналів. Адаптивні алгоритми призначені для аналізу форми сигналу фонового шуму, а

потім на основі певного алгоритму генерувати сигнал, який буде мати або фазовий зсув або інвертувати полярність вихідного сигналу. Цей інвертований сигнал (в протифазі), потім посилюється і перетворювач створює звукову хвилю прямо пропорційну амплітуді вихідного сигналу, створюючи деструктивну інтерференцію. Це ефективно зменшує обсяг шуму, що сприймається [6].

Динаміки системи активного шумозахисту, можуть бути розташовані поруч з джерелом звуку, для того щоб послабити його. У цьому випадку він повинен мати той же самий звуковий рівень потужності, що і джерело небажаного звуку. В якості альтернативи, динаміки системи активного шумозахисту можуть бути розташовані в тому місці, де необхідне загасання звуку (наприклад, вуха користувача). Це вимагає набагато більш низького рівня потужності, але діє тільки на одного користувача. Придушення шуму в інших місцях відмінних від тривимірного фронту поширення небажаного звуку є набагато складнішим процесом, небажані звукові сигнали можуть відбиватися і створювати зони конструктивної і деструктивної інтерференції, що зменшують шум в одних місцях і подвоюють в інших. У невеликих закритих приміщеннях (наприклад, в салоні автомобіля) глобального зниження шуму може бути досягнуто за допомогою декількох динаміків та зворотного зв'язку мікрофонів, а також вимірювання модальних відгуків корпусу [7].

Активний шумозахист найкраще підходить для низьких частот. Можливе також видалення шуму на більш широких діапазонах, проте існує ризик видалення також і корисного шуму та інформації. Тому для дуже високих частот, найкращим рішенням буде пасивний шумозахист, або їх поєднання з активним.

Звичайно система активного шумозахисту не ідеальна, і також має свої недоліки, такі як, наприклад, особиста неприйнятність та ін., проте на даний момент вона є найбільш ефективною. Висока вартість такого захисту, зумовлює його малу популярність як на ринку так і серед споживачів, але з часом технологія ставатиме все кращою та доступнішою, і таким чином буде набирати популярності не тільки серед окремих працівників, найбільш не сприятливих, в плані шуму професій, а й звичайних людей. Тому за активним шумозахистом, майбутнє засобів індивідуального захисту.

Література

1. Шум [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D0%BC>.
2. Шум, його вплив на організм працівника та заходи щодо зниження шуму [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://library.if.ua/book/86/6047.html>.
3. Заходи та засоби захисту від шуму [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://pidruchniki.com/1825022438295/bzhd/zahodi_zasobi_zahistu_vid_shumu.

4. Активное шумоподавление в наушниках [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.iphones.ru/iNotes/400871>.
5. Moylan, William (2006). Understanding and crafting the mix: the art of recording. Focal Press. p. 26. ISBN 0-240-80755-3.
6. Active Noise Control, December 2005 Archived April 26, 2012, at the [Wayback Machine](#)
7. Evaluation of an Improved Active Noise Reduction Microphone using Speech Intelligibility and Performance-Based Testing, n.d.