УДК 699.844

О.І.Сороковий, к.т.н., доц.,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ІМПУЛЬСНИЙ ШУМ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Шум є одним із небезпечних факторів дії навколишнього середовища на робочому місці. Стаття присвячена дії імпульсного шуму на організм людини та типам звукових імпульсів.

Ключові слова: *виробничий імпульсний шум, типи імпульсів.*

Шум является одним из опасных факторов воздействия окружающей среды на рабочем месте. Статья посвящена действию импульсного шума на организм человека и типам звуковых импульсов.

Ключевые слова: *производственный импульсный шум, типы импульсов.*

Noise is one of dangerous factors of influence of environment on a workplace. The article is devoted to action of impulsive noise on the workers and types of noise impulses.

Keywords: *industrial impulse noise, impulse types.*

Постановка проблеми. Стаття присвячена дослідженню імпульсного шуму в навколишньому робочому середовищі та є продовженням досліджень на тему «Вдосконалення методів оцінювання і розрахунку імпульсного шуму». Деякий час питання боротьби із шумом у нашій країні були не актуальні, але ознайомлення з низкою статей зарубіжних авторів засвідчило, що останніми роками в країнах Європи, Америки, Азії інтерес до даної тематики зріс, це викликано розповсюдженням сучасних високопродуктивних технологій, які використовують ударну або вибухову дію на матеріал. Крім того, підключилися військові фахівці, які вивчають дію шуму стрілецького й важкого озброєння на людей. Змінам у нормуванні, вимірюванні, оцінюванні, проблемам розрахунку даного типу шуму присвячена ця й наступні статті.

Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Впливові імпульсного шуму на людину присвячені публікації як вітчизняних, так і закордонних учених [1 – 6]. Деякі типи імпульсів розглянуті в роботах [7 – 10], а також у дисертаційній роботі автора, розробки якої включені в рекомендації для корегування ГОСТ. Усі дослідники цієї тематики вказують на різноманітність типів імпульсів, розбіжності в методах оцінювання, нормування такого шуму.

Формулювання цілей статті. Узагальнення параметрів дії імпульсного шуму та виділення основних типів звукових імпульсів.

Виклад основного матеріалу. Шум, який є одним із небезпечних факторів дії навколишнього середовища на робочому місці, супроводжує багато сфер економічної, підприємницької та трудової діяльності, здатний у результаті перевищення допустимого рівня викликати захворювання або завдавати шкоди здоров'ю людей, перешкоджати підвищенню продуктивності праці.

Класифікація шуму проводиться за характером спектра і часовими характеристиками. За характером спектра шум класифікують як широкосмуговий (із безперервним спектром уширшки більше однієї октави) чи тональний (у спектрі якого наявні виражені дискретні тони). За часовими характеристиками шум може бути постійним або непостійним, залежно від вимірювання рівня звуку за 8-годинний робочий день (робочу зміну). Непостійний шум класифікують як коливний у часі (рівень звуку безперервно змінюється в часі); переривчастий (із ступінчастою зміною рівня, незмінного в інтервалах більше 1 с); імпульсний (такий, що

складається з одного чи декількох звукових сигналів, кожний з яких тривалістю менше визначеного терміну).

Структура звукового імпульсу характеризується складними амплітудно-часовими характеристиками. Кожен із параметрів є складовою несприятливого біологічного ефекту дії шуму на людину.

Найбільш поширеними джерелами виробничого імпульсного шуму є ковальське, пресове, штампувальне устаткування, гільйотинні ножиці для розкроювання великогабаритних листів металу, машини для забивання паль, ручний інструмент (відбійні, слюсарні молотки й ін.), причому кількість джерел, що генерують високі рівні шуму і вібрації, щорічно збільшується, а отже, зростає кількість тих, хто працює в несприятливих виробничих умовах. Любителі стрілецького спорту, мисливці, військовослужбовці постійно піддаються інтенсивному шумовому впливу пострілів стрілецької та іншої зброї.

Зміни в організмі, що виникають у результаті роботи на шумному виробництві, прийнято вважати особливою професійною хворобою. «Шумова хвороба» – це захворювання організму з переважним ураженням органу слуху, а також центральної нервової системи, яке розвивається при тривалій дії інтенсивного шуму [1]. Результати аналізу, що проводиться лікарями-гігієністами по всьому світу на різних підприємствах металургійної, машинобудівної та інших галузей промисловості, серед військовослужбовців [2 – 5], свідчать про те, що кохлеарний неврит (тугоухість) займає провідні місця серед професійних захворювань.

Погіршення слуху – один з основних чинників, які визначають шумову хворобу. При всякій дії шуму відбувається стомлення слухових аналізаторів, а на відновлення їх нормальної роботи потрібний якийсь час. Якщо людину постійно оточують інтенсивні шуми, то стомлення слухових аналізаторів може накопичуватися й спричиняти розвиток тугоухості. Звук спочатку сприймається слуховими аналізаторами, котрі у свою чергу тісно пов’язані з нервовими центрами. Подразнювальна дія шуму викликає у відповідь реакцію нервової системи, хворобливі зміни в якій можуть наступити раніше, ніж в органі слуху [1]. Центральна нервова система регулює всі процеси, що протікають в організмі людини, і порушення її нормального функціонування веде до збоїв у серцево-судинній системі, порушення обміну речовин [1, 2]. Зміни в серцево-судинній системі та їх ступінь, тобто поява гіпертонічної хвороби, залежать від таких параметрів шуму, як час дії, рівень звукового тиску, спектральний склад, часовий характер [1 – 4, 6]. Інтенсивний шум, викликаючи порушення в центральній нервовій системі, впливає на обмінні процеси організму – скорочується виділення шлункового соку, зменшується кислотність, що веде до збільшення небезпеки захворювання гастритом. Дія шуму приводить до розширення зіниць, що зменшує гостроту зору і шкодить при особливо точних зорових роботах [7].

Вищевикладене стосується шуму різного часового характеру, але імпульсний (короткий у часі) шум – сильніший біологічний подразник, ніж постійний шум. Гігієністами визначено, що параметрами імпульсного шуму, які сприяють посиленню дії на організм, є частота слідування звукових імпульсів, різниця рівнів пікового і фонового шуму, скорочення часу наростання переднього фронту сигналу [2 – 4, 6, 8]. Інтенсивний імпульсний шум викликає збої ритмів серця. Деякі частоти слідування імпульсів мають підвищену подразнювальну дію на організм людини у зв’язку зі збігом із важливими біологічними ритмами, наприклад частотою Δ-ритму головного мозку [1, 8].

Тривалість одиничного звукового імпульсу складається із часу наростання переднього фронту і часу спаду. Лікарі-гігієністи особливо виділяють вплив часу наростання переднього фронту, при цьому чим менший

час наростання, тим більше відхилень у слуховій чутливості [2 – 4, 8]. Також визначено: чим коротший звуковий імпульс, тим більший рівень фонового шуму необхідний для його маскування [8]. Акцентувалася несприятлива роль ступеня невизначеності моментів появи імпульсів у часі. Імпульсний шум із випадковим розподілом у часі має більшу подразнювальну дію [2].

Усе різноманіття коротких звукових імпульсів, згідно з даними технічної літератури [7 – 10], можна звести до чотирьох основних (ідеалізованих) типів звукових імпульсів (рис. 1): прямокутного, імпульсів типу «А» (A-duration) і типу «В» (B-duration), N-подібного.

Прямокутний імпульс – сигнал (рис. 1, а), який не зустрічається в натурних умовах промислового виробництва, але його застосовують у теоретичних розрахунках як зразковий (опорний), а також у радіотехніці, по-перше, як тестовий сигнал при перевірці часових характеристик вимірювальних приладів, а по-друге, як прямокутне часове вікно, що вирізає з тривалого сигналу необхідний для обробки відрізок [7].

Імпульс типу «А» – дещо ідеалізована форма звукового сигналу (пострілу, вибуху, іскрового розряду), джерелом якого служить майже миттєве виділення значної енергії в малому об’ємі повітряного середовища (рис. 1, б), унаслідок чого в об’ємі різко підвищується тиск, від нього починає розходитися сферична ударна хвиля, котра ослабнувши, з віддаленням, переходить в акустичний імпульс типу «А» [9, 10].

Імпульс типу «В» характерний для роботи промислового устаткування ударної дії – молотів, пресів тощо, має вигляд затухаючих коливань (форма обвідної близька до експоненціальної [10]). Високочастотні коливання, які заповнюють імпульс, – це власні коливання машини в широкому діапазоні частот, збуджені ударом. На рис. 1, в показаний окремий випадок імпульсу типу «В» – експоненціально-затухаючий сигнал, котрий для простоти має гармонійне заповнення із частотою f_0. Швидкість затухання власних коливань визначається коефіцієнтом втрат для кожної моди.

N-подібний імпульс – це звуковий удар від надзвукового літака, має схожість з імпульсом типу «А», але в промисловому виробництві не зустрічається.

Реальні імпульси відрізняються від розглянутих вище (ідеалізованих) сигналів. Так, для імпульсу типу «А» і близьких до нього часто не спостерігається плавна негативна півхвиля, а імпульс схожий на один період синусоїди з майже однаковими амплітудами позитивного і негативного піків (рис. 2).

Імпульс типу «А», що зустрічається в промисловості, – це початкова фаза переходу ударної хвилі в акустичну, його іноді називають «ударним імпульсом» або «хлопком» [10]. Він майже ніколи не ушкоджує перетинку, проте може травмувати органи внутрішнього вуха. Для спрощення, імпульс типу «А» («хлопок») можна апроксимувати одним періодом синусоїдальної залежності. Крім того, в профілі реального імпульсу є дрібна структура, а якщо джерело вибухових імпульсів розташовується поблизу поверхонь, то звукові віддзеркалення від них збільшують кількість зафіксованих один за одним слабкіших піків.

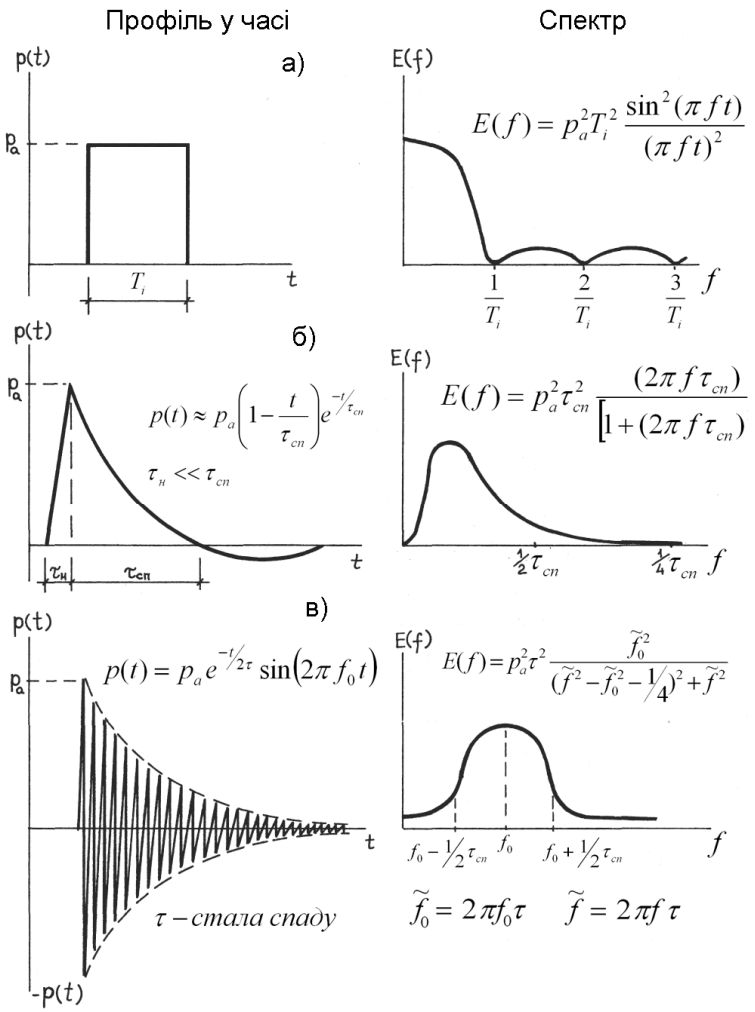

Рисунок 1 – Основні типи звукових імпульсів

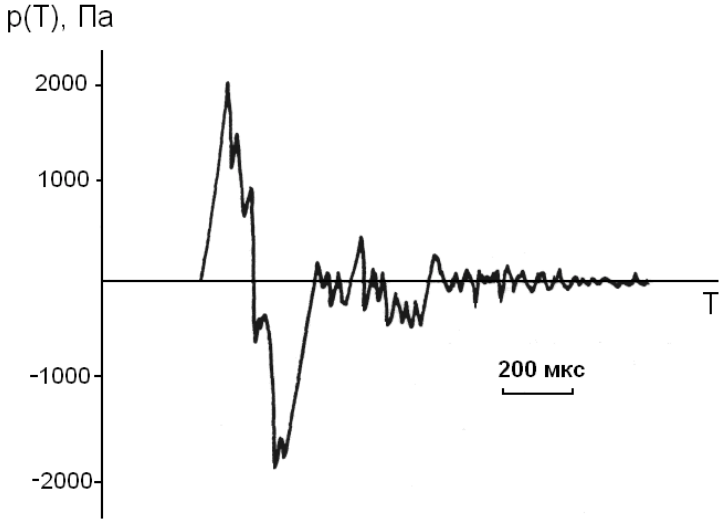

Рисунок 2 – Часовий профіль реального імпульсу типу «А» (постріл із пістолета, відстань до джерела 1 м)

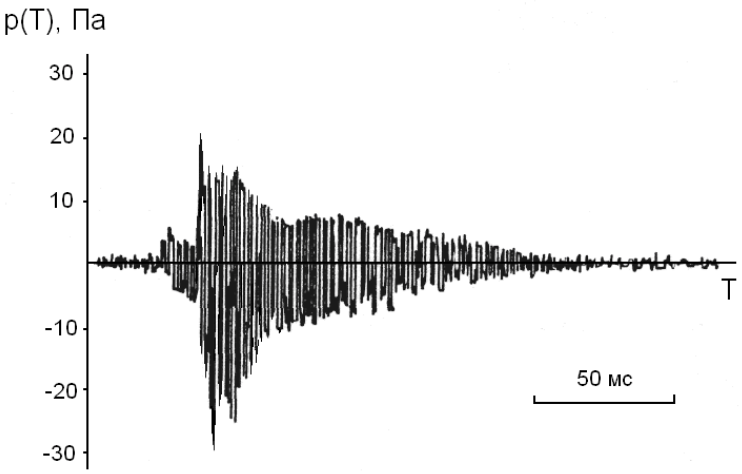

Рисунок 3 – Часовий профіль реального імпульсу типу «А»
(прес кривошипний КД 2124Е, зусилля 250 кН, відстань до джерела 1 м)

Реальні імпульси типу «В» (реверберaційного типу) ускладнюються тим, що кінематична схема машини – джерела шуму припускає декілька послідовних зіткнень в її вузлах, імпульси від яких накладаються. Передній фронт реальних імпульсів типу «В» більш пологий, ніж на рис. 1, в, унаслідок кінцевого часу передачі енергії від місця удару до поверхонь машини і кінцевого часу їх збудження. Приклад реального імпульсу, який віднесено до типу «В», наведений на рис. 3.

У виробничих умовах одиничні імпульси можуть, повторюючись, утворювати тривалий імпульсний шум, при цьому звукові сигнали можуть слідувати періодично або з випадковими інтервалами.

Висновки. Визначені ключові параметри впливу звукового імпульсу на людину та основні типи імпульсів технологічного обладнання.

Література

1. *Суворов Г.А. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций / Г.А. Суворов, Л.Н. Шкаринов, Э.И. Денисов. – М.: Медицина, 1984. – 240 с.*
2. *Суворов Г.А. Импульсный шум и его влияние на организм человека / Г.А.Суворов, А.М. Лихницкий. – М.: Медицина, 1975. – 207 с.*
3. *Starck J. Impulse noise and risk criteria / J. Starck, E. Toppila, I. Pyykko // Noise & Health. – 2003. – V. 5. – P. 63 – 73.*
4. *Starck J. Industrial impulse noise: Crest factor as an additional parameter in exposure evaluation / J. Starck, J. Pekkarinen // Applied Acoustic. – 1987. – V. 20. – P. 263 – 274.*
5. *Ward W.D. Proposed damage-risk criterion for impulse noise (gunfire) / W.D. Ward // Report on WG57, National Academy of Science – CHABA. Washington, D.C. – 1968.*
6. *Effects of peak levels and number of impulses to hearing among forge hammering workers / G. Suvorov, E. Denisov, V. Antipin, V. Kharitonov, J. Starck, I. Pyykko, E. Toppila // Appl. Occup. and Environ. Hygiene. – 2001. – V.16(8). – P. 816 – 822.*
7. *Снижение шума в зданиях и жилых районах / [Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г. Хюбнер и др.]; под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987. – 558 с.*
8. *Борьба с вибрацией и шумом в кузнечном производстве / [Г.В. Дуганов, А.И. Храмой, М.С. Коган и др.]; под ред. Г.В. Дуганова. – К.: Техніка, 1984. – 101 с.*
9. *ANSI S12.7-1986 (R2006). American National Standards Institute: Methods for Measurements of Impulse Noise. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://webstore.ansi.org//RecordDetail.aspx?sku= ANSI+S12.7-1986+(R2006)*
10. *Hazardous exposure to impulse noise / R.R.A. Coles, G.R. Carinther, D.C. Hodge, C.G.Rice // Journal Acoust. Soc. – 1968. – V. 43. – P. 336 – 346.*

Надійшла до редакції 18.03. 2010

© *І.О. Сороковий*