

Технічні науки

УДК 629.1.032.1

Мельник Вікторія Миколаївна

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри біотехніки та інженерії

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Мельник Виктория Николаевна

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Mel'nick Victoria

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

**ЗНИЖЕННЯ ШУМУ ПНЕВМОСИСТЕМ ШУМОНЕБЕЗПЕЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ
СНИЖЕНИЕ ШУМА ПНЕВМОСИСТЕМ ШУМОНЕБЕЗОПАСНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ
REDUCTION OF NUCLEAR PNEUMATIC MECHANISMS OF
TECHNOLOGICAL LINE SUPPLY**

***Анотація.** Пропонується вдосконалення технічної реалізації шумонебезпечного обладнання технологічних ліній. Здійснюється аналіз конструктивних рішень шумонебезпечного обладнання та пропонується нове технічне рішення для підвищення ефективності глушіння шуму*

різноманітних пневмосистем при викиді відпрацьованих газових струменів в оточуюче середовище

Ключові слова: глушник шуму, пневмосистеми, оточуюче середовище.

Аннотация. *Предлагается совершенствование технической реализации шумонебезопасного оборудования технологических линий. Осуществляется анализ конструктивных решений шумонебезопасного оборудования и предлагается новое техническое решение для повышения эффективности глушения шума различных пневмосистем при выбросе отработанных газовых струй в окружающую среду.*

Ключевые слова: *глушитель шума, пневмосистемы, окружающую среду.*

Summary. *It is proposed to improve the technical implementation of noise-hazardous equipment of technological lines. The analysis of constructive solutions of noise-hazardous equipment is carried out and a new technical solution is proposed to improve the noise-absorbing noise of various pneumatic systems when emitting exhaust gas jets into the environment.*

Key words: *noise suppressor, pneumatic system, the environment*

Вступ. Однією із важливих проблем екологічної безпеки міст є зниження рівня шумового забруднення довкілля. Дія шуму на людський організм дуже різноманітна і до кінця ще не вивчена. Шум діє негативно на центральну і вегетативну нервові системи, викликаючи ряд змін вже при рівні 40–50 дБ [1]. Крім цього шум вражає серцево-судинну та імунну системи, підсилює або викликає ряд захворювань (гіпертонію, діабет, виразкову хворобу шлунку і т.д.), підсилює шкідливу дію транспортних газів у 2,5–3 рази, скорочує людське життя на 8–12 років [2–4]. Якщо рівень шуму постійно перевищує 85 дБ, то люди втрачають слух з 30 років, в той час як звичайно це відбувається після 70 років [5]. Шум є сильним

стресором, що знижує імунний статус організму людини [6]. Основним джерелом шуму в містах є транспорт, кількість якого постійно зростає і внесок якого в шумове забруднення міст складає 75-80% [1; 2]. Підприємства також створюють значне шумове забруднення. В першу чергу це стосується підприємств, які в момент створення знаходились за межами міст і внаслідок росту міст опинилися в оточенні житлових кварталів. В цих випадках житлова забудова відбувалася без врахування необхідності створення санітарно-захисної зони. Шум обладнання таких підприємств накладається на шум від автодоріг, що створює значний рівень екологічної небезпеки.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Пропонуємо технічне рішення відноситься до машинобудування, а саме до глушників шуму, і може бути використаним для зниження шуму різноманітних пневмосистем шумонебезпечного обладнання при викиді відпрацьованих газових струменів в навколишнє середовище.

Відомий глушник шуму газового струменя, який містить циліндричний корпус, центральний циліндричний канал, вхідний отвір, конусоподібний вихідний отвір, з'ємну кришку з конічним виступом, кільце із звукопоглинаючого матеріалу, регулювальні гвинти кришки. Звукопоглинаючий матеріал нанесений на стінки каналу зсередини [7].

Газовий струмінь при надходженні в центральний циліндричний канал розширюється і на виході, завдяки конічному виступу, змінює напрям свого руху на 90^0 . Внаслідок цього, він втрачає швидкість руху, що призводить до втрати його акустичної енергії. Ця енергія витрачається також за рахунок поглинання звукових хвиль стінками каналу із звукоізолюючого матеріалу.

Лева частка акустичної енергії йде на подолання тертя газового струменя о поверхню пористого звукопоглинаючого кільця. Зміна ширини кільця дозволяє регулювати швидкість газового струменя на виході.

Звукопоглинаючим матеріалом в глушнику може слугувати, наприклад, пористий поглинач вініпор.

Недоліком цього технічного рішення постає обмежена пропускна спроможність, що суттєво звужує границі його використання, крім того, відносно невелика ефективність шумогасіння внаслідок обмежених можливостей обраного технічного рішення.

Відомий також глушник шуму газового струменя, що містить виконаний з поліетилену циліндричний корпус з центральним циліндричним каналом і кришками на торцях, а також штуцер, який з'єднує корпус із пневмоклапаном [8].

Пористість поліетиленового глушника становить 80%, що забезпечує його високу акустичну ефективність.

Поліетилену притаманні також високі міцнісні властивості, проте, за тривалої експлуатації, можливе деяке збільшення протитиску внаслідок забруднення.

Недолік цього технічного рішення полягає у відносно низькій ефективності глушіння шуму, яка обумовлена незмінним за напрямком та просторовою структурою примусового руху немодульованого газового струменя в сталому акустичному просторі центрального циліндричного каналу циліндричного корпусу.

Мета і задачі досліджень. Метою є пошук шляхів ефективної дисипації звукової енергії прийдешнього шуму, заміна штучної модуляції звукового потоку на перфорований, значна турбулізація простору навколо перфорованої конічної воронки пружини.

В основу пропонуємого технічного рішення поставлена *задача* підвищення ефективності глушіння шуму різноманітних пневмосистем при викиді відпрацьованих газових струменів в навколишнє середовище шляхом інтенсифікації розсіяння звукової енергії.

Опис конструкції. Присутність у внутрішній порожнині воронки попередньо розтягнутої співвісної циліндричної спіралі призводить до значної турбулізації струму, що надходить з пневмосистеми через штуцера до воронки, завдяки генеруємым циліндричною пружиною звуковим хвилям, які на протиході і явищі інтерференції звукових хвиль суттєво зменшують звукову енергію основного струменя [9]. Завдяки збільшенню поперечного перетину шляху трансляції звукових хвиль у внутрішній звукопоглинаючій поверхні конічної воронки зменшується рівень звукової енергії основного потоку, крім того, наявність звукопоглинаючої поверхні перфорованої конічної воронки додатково сприяє ще більшому розсіянню звукової енергії потоку. Нарешті, звукові хвилі надходять до перфорації, змінюють напрям свого руху на 90^0 і потрапляють у велику за розміром резонансну порожнину корпусу, додатково втрачаючи ще левову долю звукової енергії. Таким чином, основний струмінь, що надходить із штуцера при надходженні у внутрішню порожнину корпусу буде змодульований на значно ослаблений акустичний простір у вигляді схожого на «білий шум» за своєю структурою. Звукові хвилі, таким чином, будуть надходити в навколишнє середовище через поліетиленові корпус і кришки вже значно ослабленими і менш потужними.

Глушник шуму газового струменя містить виконаний з поліетилену циліндричний корпус з центральним циліндричним каналом і кришками на торцях, а також штуцер, який з'єднує циліндричний корпус із пневмоклапаном, ось штуцера розміщується на поздовжній осі центрального циліндричного каналу, а вільний кінець штуцера з'єднується з центром протилежної торцевої пластини попередньо розтягнутою циліндричною пружиною, яка по всій своїй довжині охоплена перфорованою конічною воронкою, на внутрішню поверхню якої нанесений звукопоглинаючий матеріал, конічна воронка розширюється в протилежний від штуцера бік і кріпиться своїми торцями до кришок корпусу так, що

звуженою частиною вона з'єднується з торцевою пластиною, в якій розміщений штуцер, а розширеною частиною з'єднується з протилежною торцевою кришкою корпусу, причому, на розширеному торці воронки, на кінцях її взаємно перпендикулярних діаметрів, рівномірно розташовані чотири однакових наскрізних прорізи.

Звуковий струмінь, що надходить всередину внутрішнього проміжку штучно сформованого початкового пружно-напруженого стану матеріалу циліндричної пружини, генерує в її поверхні звукові хвилі, які на протидії із основним струменем перетворюють попередньо сталий стан повітря у порожнині корпусу на інтенсивно-турбулюючий акустичний простір і, таким чином, інтенсивно розсіюють звукову енергію основного струменя, перетворюючи його за структурою на приблизно «білий шум» з суттєво зменшеною величиною інтенсивності [9]. Ці звукові хвилі розповсюджуються перпендикулярно до осі порожнини корпусу і надходять до перфорації воронки, при цьому, додатково втрачаючи звукову енергію від механічної взаємодії із звукопоглинаючою внутрішньою поверхнею воронки та зміною напрямку руху відносно основного струменя на 90^0 . Надалі, подрібнений перфорацією, «білий шум» попадає у резонансний об'єм внутрішньої порожнини корпусу і, ще раз, додатково втрачає значну величину звукової енергії. Інтенсивно розсіяна звукова енергія основного струменя із порожнини корпусу надходить до стінок корпусу, крізь які потрапляє в оточуюче середовище вкрай ослабленим.

На рис. 1 наведений загальний вид глушника шуму газового струменя; на рис. 2 кріплення нижнього кінця пружини до гайки на штуцері; на рис. 3 верхня частина конічної воронки з прорізами.

Глушник шуму газового струменя (рис. 1) використовується для зниження шуму різноманітних пневмосистем шумонебезпечного обладнання і містить виконаний з поліетилену, або іншого пористого матеріалу (наприклад, металокераміки), циліндричний корпус 1 з

центральною циліндричною каналом 2 і кришками 3 і 4 на торцях, ось штуцера 5 розміщується на поздовжній осі центрального циліндричного каналу 2, а вільний кінець штуцера 5 з'єднується з центром протилежної торцевої пластини 4 попередньо розтягнутою циліндричною пружиною 6, яка одним своїм кінцем з'єднана із штуцером 5 через гайку 7 та ущільнююче кільце 8 (рис. 2), а другим жорстко кріпиться до протилежної торцевої кришки 4 корпусу 1 з гаком 9 за допомогою, жорстко між собою з'єднаних, двох кільцевих пластин 10 та 11, які фіксують своє положення відносно кришки 4 торця корпусу 1 за допомогою різьбового з'єднання 12. Циліндрична пружина 6 по всій своїй довжині охоплена перфорованою конічною воронкою 13, на внутрішню поверхню якої нанесений звукопоглинаючий матеріал, конічна воронка 13 розширюється в протилежний від штуцера 5 бік і кріпиться своїми торцями до кришок 3 і 4 корпусу 1 так, що звуженою частиною вона з'єднується з торцевою пластиною кришки 3, в якій розміщений штуцер 5 за допомогою різьбового з'єднання 14 для кріплення конічної воронки 13, а розширеною частиною з'єднується з протилежною торцевою кришкою 4 корпусу 1, причому, на розширеному торці конічної воронки 13, на кінцях її взаємно перпендикулярних діаметрів, рівномірно розташовані чотири однакових наскрізних прорізи 15 (рис. 3).

Робота глушника шуму газового струменя здійснюється наступним чином. При надходженні з пневмоклапану до штуцера 5 звукового струменя 16 він поступає всередину конічної воронки 13. Внутрішній об'єм конічної воронки 13 суттєво перевищує діаметр штуцера 5, тому потік 16, при надходженні до конічної воронки 13, внаслідок цього, втратить частину звукової енергії. В свою чергу, ослаблений звуковий потік 16 буде, внаслідок її пружно-напруженого стану, генерувати у металічній пружині 6 звукові хвилі 17, які, на протиході з основним потоком 16 і взаємодії з ним, будуть значно турбулізувати акустичне середовище в середині воронки 13,

що постане однією з основних причин найбільш суттєвого розсіяння звукової енергії, що надійшов до внутрішньої порожнини воронки 13 [9].

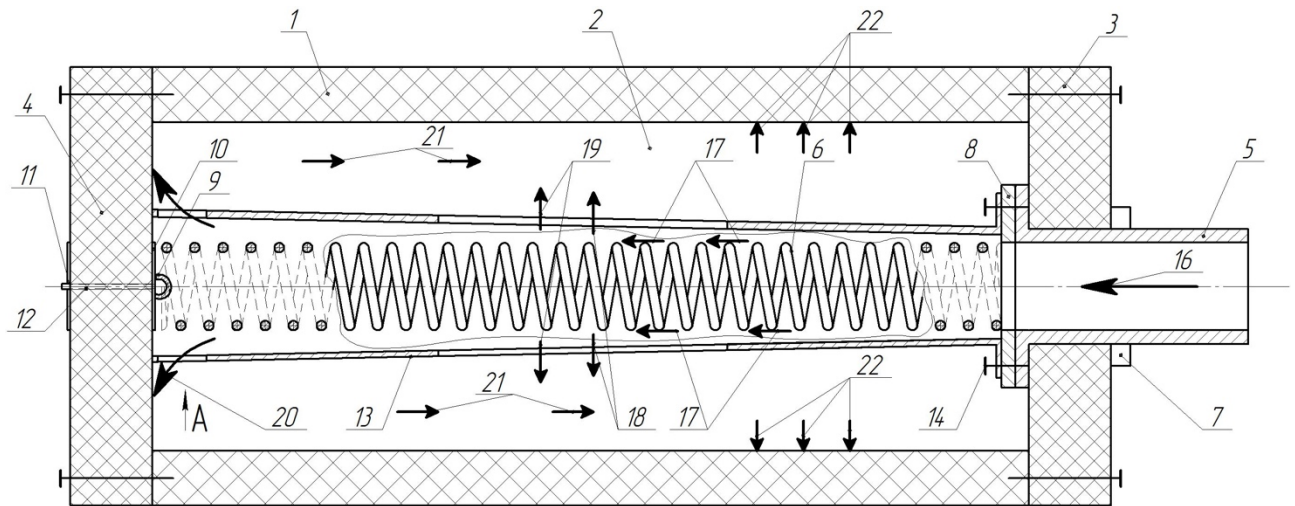
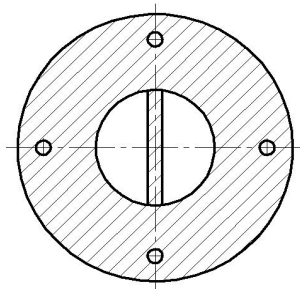


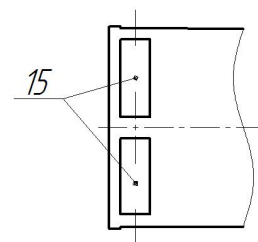
Рис. 1. Загальний вид глушника шуму газового струменя

Кільце поз. 8



**Рис. 2. Кріплення нижнього кінця
пружини до гайки на штуцері**

А



**Рис. 3. Верхня частина конічної
воронки з прорізами**

Надалі здійснюється модуляція основного потоку 16 на складові частини – сукупність потоків 17, 18, 19, надходячих крізь перфорацію та чотирма плоскими потоками 20 з розширеної частини конічної воронки 13, які утворюються після потужного удару потоку 16 о внутрішню поверхню торцевої кришки 4 у протилежний від штуцера 5 бік. Ці потоки 17, 18, 19, 20 знову змінюють напрям свого руху на 90° і надходять через прорізи 15 (рис. 3) у центральний циліндричний канал 2, який виконує функції резонансного

об'єму. Зміна напрямку руху модульованих потоків 17, 18, 19, 20 на 90^0 вкотре знижує сумарну звукову енергію. Різке збільшення об'єму проходження звукових потоків 17, 18, 19, 20 при надходженні до центрального циліндричного каналу 2 додатково гасить інтенсивність звукових хвиль. Зустріч і нищівна взаємодія у центральному циліндричному каналі 2 потоків 17, 18, 19, 20 породжує стрімке гасіння звукової енергії, як тих, так і інших потоків. Значно ослаблений остатній звуковий потік 21 нарешті дістанеться внутрішньої пористої поверхні корпусу 1 і торцевих кришок 3 і 4 та вийде крізь них в оточуюче середовище у вигляді потоку 22, характеристики якого вже будуть задовольняти санітарним вимогам. Загалом, в навколишнє середовище надходить звуковий потік 22, втративший рішучу долю своєї потужності і зазнавший певної зміни структури, який можна прийняти за quasi «білий шум».

Висновки. Таким чином, використання пропонуємого глушника шуму газового струменя дозволить забезпечити багаторазову зміну напрямку руху звукового потоку від пневмоклапану до навколишнього середовища, виконати ефективну дисипацію звукової енергії прийдешнього шуму, штучну модуляцію звукового потоку на перфорований. Значна турбулізація простору навколо перфорованої конічної воронки пружини дає можливість різко підвищити розсіяння звукової енергії прийдешнього потоку на складові, що кардинально підвищить ефективність шумогасіння.

Література

1. Шандала, М. Г. Окружающая среда и здоровье населения [Текст] / М. Г. Шандала, Я. И. Звиняцковский // Киев: Здоровье, 1988. 152 с.
2. Винарская Е. И. Иммунный статус детского населения, проживающего в крупном промышленном городе Украины [Текст] / Е. И. Винарская // Сборник научных трудов НИИ общей и коммунальной гигиены им. А.Н. Марзеева. Вып. 1. К. 1995. С. 202-203.

3. Кучерявий В. П. Урбоекологія [Текст] / В. П. Кучерявий // Т. 1. Львів.: Світ, 1999. 359 с.
4. Штеренгарц Г. Я. О сочетанном действии шума и транспортных газов [Текст] / Г. Я. Штеренгарц // Гигиена труда и проф. заболевания. 1984. № 5. С. 40-42.
5. Зарубін, Г. П. Окружающая среда и здоровье [Текст] / Г. П. Зарубин, Д. П. Никитин, Ю. В. Новиков. М.: Знание, 1977. С. 210.
6. Лободин, В. И. Формула здоровья [Текст] / В. И. Лободин. Санкт-Петербург.: Издательский дом «Невский проспект», 1999. 106 с.
7. А.с. 699542 СССР, М.Кл.² G10K 11/00. Глушитель шума газового потока [Текст] / Л.В. Кивленок, В.М. Леонтьев (СССР). № 2571615/28-10; заявл. 16.01.78; опубл. 25.11.79, Бюл. №43. 1.с.: ил.
8. Заборов, В.И. Защита от шума и вибраций в черной металлургии [Текст] / В.И. Заборов, Л.Н. Клячко, Г.С. Росин; под. ред. В.И. Заборова. М.: Металлургия, 1976. 248 с.
9. Мельник В.М., Фесенко С.В. Дистанційне керування тепломасообміном у біореакторах технологічних ліній [текст] / Наукові вісті НТУУ "КПІ". 2017. №5. С. 104-109; DOI: <https://dx.doi.org/10.20535/1810-0546.2017.5.10726>