

УДК 681.5.015

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СИГНАЛУ «ДИХАННЯ ЛЮДИНИ» ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОТОРИЗОВАНИМ РЕСПІРАТОРОМ

Славінський Д.В., асистент, slavynskyi.d.v@nmu.one, НТУ «ДП»

Вступ. При експлуатації всіх типів засобів захисту органів дихання фільтрувального типу особлива увага приділяється опору вдиху/видиху користувача. Відповідно до [1], використання респіратору або протигазу має значний вплив на дихання людини: дихальні зусилля зростають на 60% у стані спокою і до 35% під час фізичного навантаження. Це обумовлюється як конструктивними елементами респіатора (фільтр, клапани вдиху/видиху) так і наявністю «мертвого» простору у масці респіатора – залишок, збідненого на кисень, повітря після видиху.

Таким чином, для розробки системи керування моторизованим респіратором необхідно визначити вплив дихання людини на його роботу.

Основний матеріал. Для отримання даних про зміну тиску в масці респіатора та визначення параметрів дихання людини, було використано фізичну модель моторизованого респіатора [2] та виконані дослідження при різних фізичних навантаженнях, наприклад при виконанні робіт категорії «Легкі фізичні роботи Іб» (рис.1).

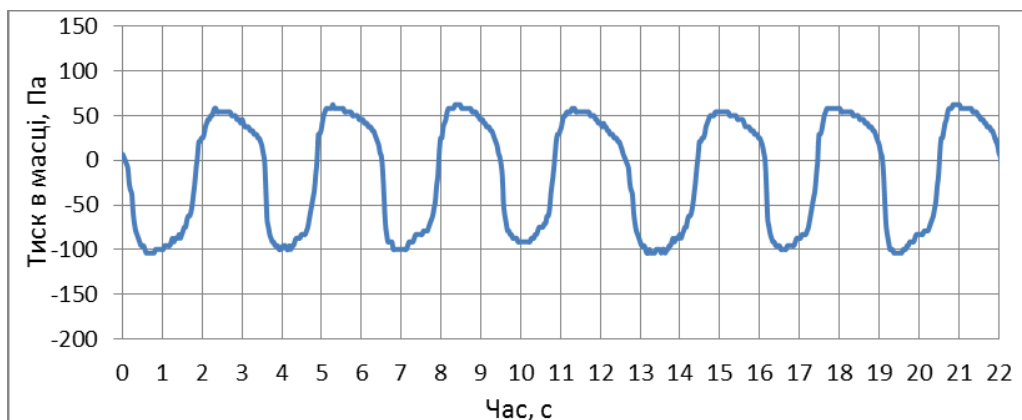


Рисунок 1 – Дихання людини при виконанні робіт категорії «Легкі фізичні роботи Іб»

Згідно [3], для спрощення досліджень в якості сигналу «Дихання» може бути використана математична модель у вигляді рівняння:

$$p(t) = A \cdot \sin(2\pi nt / 60) - h \quad (1)$$

де $p(t)$ – тиск, що створюється під час дихання, Па; A – амплітуда дихання, Па; n – частота дихання, $n=60/T$, хв^{-1} ; T – період циклу дихання, с; h – зміщення сигналу, яке залежить від співвідношення фаз дихання (видих/вдих); t – час, с.

Вихідні експериментальні дані отримані при виконанні робіт категорії «Легкі фізичні роботи Іб» та відповідні йому дані математичної моделі сигналу «Дихання» за формулою (1) представлені на рис. 2

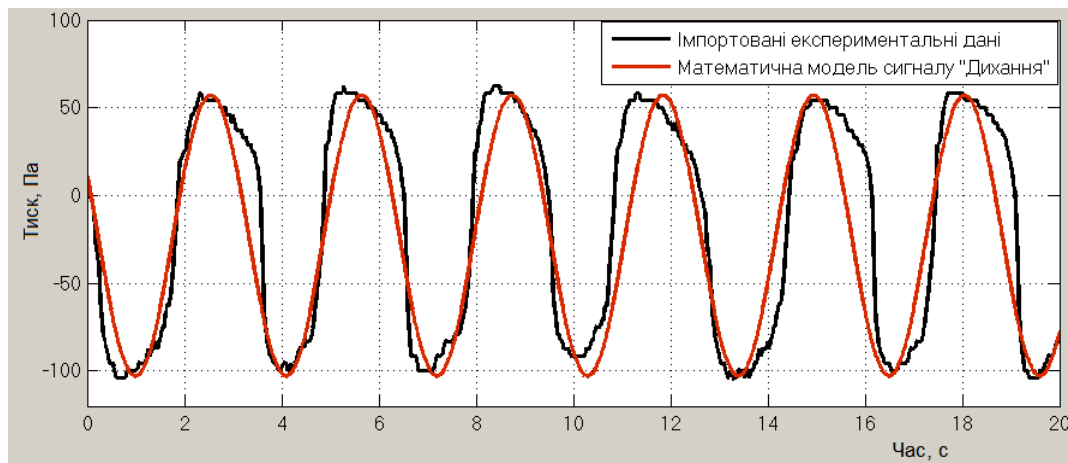


Рисунок 2 – Експериментальні дані для категорії робіт «Легкі фізичні роботи Іб» та дані математичної моделі сигналу «Дихання людини»

Адекватність даних математичної моделі сигналу «Дихання людини» експериментальним даним для робіт різної категорії важкості (рис.2) за нормалізованою середньоквадратичною похибкою апроксимації "NRMSE" була розрахована у MATLAB за допомогою функції «goodnessOfFit» і становить 58,74-62.27% для різних режимів дихання, коефіцієнт кореляції відповідно склав 0.915-0.935.

Висновок. У результаті проведеного дослідження встановлено адекватність даних математичної моделі сигналу «Дихання людини» експериментальним даним для робіт різної категорії важкості. Це дозволяє використати отриману модель для вдосконалення та дослідження імітаційної моделі системи керування тиском повітря у підмасковому просторі моторизованого респіратора.

Список використаних джерел

1. Bourassa S, Bouchard P, Lellouche F. Impact of Gas Masks on Work of Breathing, Breathing Patterns, and Gas Exchange in Healthy Subjects. *Respiratory Care* №63(11); 2018: 1350-1359
2. Славінський Д, Ткачов В, Бойко О, Чеберячко Ю. Вдосконалення моделі динаміки тиску в масці моторизованого фільтрувального респіратора як об'єкта керування. *Збірник наукових праць НГУ.* №73; 2023: 144 – 153.
3. Дедів І. Комп'ютерна імітаційна модель сигналу дихального шуму. *Вісник Сумського державного університету: Технічні науки.* № 3; 2012: 160 – 164.