

КРИТЕРІЇ НАЙДІЙНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі описано критерії надійності систем вентиляції та кондиціонування на випадок доцільного використання у житлових та громадських будівлях.

Ключові слова: система вентиляції, класифікація, надійність технічних систем, інженерний розрахунок.

Abstract

This paper describes criteria for the reliability of ventilation and air conditioning systems in case of appropriate use in residential and public buildings.

Keywords: ventilation system, classification, reliability of technical systems, engineering calculation.

Вступ

Ефективність вентиляційної системи впливає на чистоту повітря в приміщенні, на здоров'я людей, які знаходяться в даному приміщенні. Робота вентиляційних систем без відмов гарантує створення нормативного мікроклімату в приміщенні. Правильна вентиляція в будинку виконує дві функції – видалення відпрацьованого повітря і подача чистої повітряної суміші з вулиці [1,2].

Надійність системи вентиляції, як технічної системи, характеризує здатність забезпечувати в заданих режимах та умовах її застосування та технічних інструментів. Вона обумовлюється такими важливими показниками, як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість [3-4,6].

Атмосфера житлових кімнат забруднюється кількома продуктами життєдіяльності людей:

- Водяна пара, що виділяється при диханні і під час приготування їжі;
- Вуглекислий газ та інші шкідливі сполуки у невеликих кількостях;
- Різноманітні неприємні запахи

Метою роботи є аналіз критеріїв надійності систем вентиляції.

Результати дослідження

Технічні параметри є одними з основних чинників довговічності, а так і надійності системи вентиляції та кондиціонування, що забезпечують основні фактори підбору та встановлення обладнання системи у житлових та громадських будівлях. До основних параметрів входять такі як ефективність роботи, продуктивність і втрати тиску, потужність.

Якість роботи місцевої витяжної вентиляції може бути оцінено різними групами критеріїв, що складає три основні групи параметрів: технічні параметри; економічні параметри, що враховують власне економічні показники, а також рівень енергоспоживання; функціональні параметри, що включають надійність роботи (стійкість до абразивного, корозійного дії, залипання і засмічення та т.п.) і характеристики електро-, вибухо-, і пожежобезпеки та довговічність у використанні.

При появі відмови вентиляційна система перестає виконувати своє основне функціональне призначення, а саме забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні, необхідних санітарно-гігієнічних вимог якості повітря робочих зон і приземного шару атмосфери. З огляду на специфіку функціонування систем вентиляції, до основних критеріїв безвідмовності цих систем можна віднести ймовірність безвідмовної роботи, частоту виникнення відмов, інтенсивність виникнення відмов, середній час безвідмовної роботи, напрацювання на відмову (середній час роботи між відмовами).

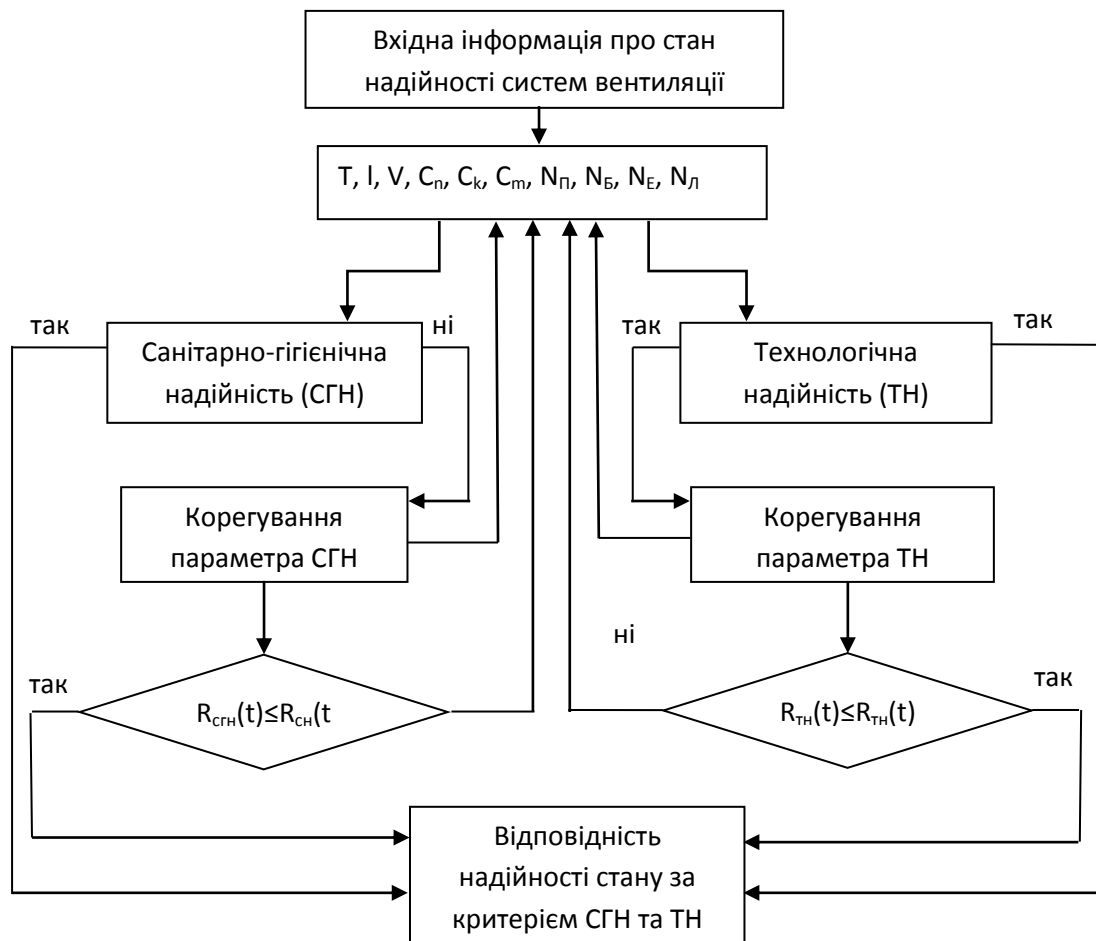
Розрахунок надійності за інженерною методикою включає в себе два підходи: точний розрахунок при наявності статистичних даних і наближений розрахунок по відомим математичним залежностям. Розрахунок має три основних етапи: подання вихідних даних, визначення основних критеріїв надійності, розрахунок величини ймовірності безвідмовної роботи за обраним законом розподілу.

Покращення мікроклімату в приміщеннях дозволяє поліпшити забезпечення здоров'я людей та підвищити продуктивністю їх праці. На сьогоднішній день недостатня розроблена методології та критерії оцінки надійності систем вентиляції. Дослідженням надійності систем вентиляції присвячені роботи [3-10]. За показники надійності вентиляційних систем приймають імовірно-статистичні показники безвідмовності забезпечення унормованих кількісних та якісних показників повітряного середовища приміщень [3]. Більшість показників критеріїв надійності вентиляційних систем отримують з використанням статистичних методів, які враховують вплив факторів на безвідмовність окремих елементів і в цілому системи на кількісний та якісний стан повітряного середовища приміщень. На сьогоднішній день актуальним є розроблення моделей для комплексної оцінки надійності систем вентиляції.

Надійність та підтримання необхідного мікроклімату в приміщеннях визначається санітарно-гігієнічними та технологічними чинниками кількісні та якісні критерії забезпечення надійності. Комфортне санітарно-гігієнічні умови людини в приміщенні визначається такими факторами: температура T та вологість l повітря, швидкість руху повітряних потоків V , вміст пилу C_p , вміст шкідливих газів C_g , вміст кисню C_k та вміст шкідливих мікроорганізмів C_m .

Кількісні та якісні критерії, що впливають на технологічність надійність систем вентиляції, є такими: проектні рішення (N_p), будівельно-монтажні роботи (N_B), експлуатації (N_E) та людський фактор (N_L).

Запропоновано структурно-алгоритмічну модель оцінювання надійності систем вентиляції з врахуванням критеріїв, що враховують санітарно-гігієнічну та технологічну надійність.



Структурно-алгоритмічна модель оцінки надійності системи вентиляції

Імовірність безвідмовної роботи вентиляційної системи визначається як функція, що враховує імовірність безвідмовної роботи за санітарно-гігієнічними вимогами ($R_{СГН}(t)$) та за технологічними показниками ($R_{ТН}(t)$)

$$R(t) = f[R_{\text{сгн}}(t) + R_{\text{тн}}(t)], \quad (1)$$

Одним із критеріїв надійності систем вентиляції, як одного із видів технічної системи, є імовірність її безвідмовної роботи протягом проектного терміну експлуатації

$$N_B = R(t) = 1 - F(t) = P(t \leq K). \quad (2)$$

де $R(t)$ – імовірність безвідмовної роботи вентиляційної системи;
 t – час імовірності виходу із ладу вентиляційної системи;
 $F(t)$ – імовірність виходу із ладу вентиляційної системи;
 P – імовірність відмови вентиляційної системи;
 K – значення критерію, що характеризує безвідмовну роботу.

Висновки

1. Аналіз літературних джерел з оцінювання надійності технічних систем, різноманітністю яких є система вентиляції, якісна та безвідмовна робота системи вентиляції визначається такими основними критеріями як забезпечення нормованих кількісних та якісних санітарно-гігієнічних вимог та технологічних чинників.
2. Використання запропонованої структурно-алгоритмічної моделі дозволяє відстежити причинно-наслідковий розвиток взаємодії критеріїв із забезпечення ймовірності безвідмовного функціонування системи вентиляції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В 2.5-67:2013. – Мінрегіон України. – К. : 2013. – 146 с.
2. Системи вентиляції. Загальні вимоги: ДСТУ Б.А. 3.2-12:2019: Мінрегіонбуд України. – 2010. – 8 с.
3. Вентилювання приміщень / С. С. Жуковський, О. Т. Возняк, О. М. Довбуш, З. С. Люльчак: Навч. посібник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», - 2007. – 476 с.
4. Галкина Н.И. Надежность работы систем местной вытяжной вентиляции // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №5 (2013) <https://naukovedenie.ru/PDF/08trgsu513.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
5. Капур К., Ламберсон Л. Надёжность и проектирование систем/ Под. ред. И.А. Ушакова; Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
6. Надёжность и долговечность технических систем / Е.С. Переверзев. – М.: Высш. шк., 1993. – 312 с.
7. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
8. Райкин А.Л. Элементы теории надежности при проектировании технических систем, М.: Недра, 1967. – 318 с.
9. Ратушняк Г.С., Степанковський Р.В. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія. – Вінниця: ВНТУ. – 2015. – 112 с.
10. Mechanical Ventilation in Office Buildings and the Sick Building Syndrome. An Experimental and Epidemiological Study Jaakkola1, Olli P. Heinonen2, Article first published online: 22 APR 2004. DOI: 10.1111/j.1600-0668.1991.02-12.x.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університету, м. Вінниця, email: ratusnag@gmail.com

Юзькова Єлизавета Платонівна – студентка, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email elizabethka2001@gmail.com.

Лялюк Андрій Олександрович – студент, Вінницький національний технічний університет

Ratushnyak Georgiy – Ph.D. (Engineering), Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Heat and Gas supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

Yuzkova Elizaveta student, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.

Lyalyuk Andrii - student, Vinnytsia National Technical University