

УДК 681.518.3

Д. М. Семенко, студент гр. ВМ-51-1, к.т.н., доц. Стаценко О. В.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Анотація. Дана стаття присвячена вирішенню питань побудови системи енергоефективного керування вентиляцією офісних приміщень. В роботі запропонована структура системи керування вентиляцією, яка забезпечує підтримання концентрації вуглекислого газу в допустимих межах. Розглянуті основні способи вимірювання концентрацій газів та показано, що для вимірювання концентрації вуглекислого газу найбільш доцільно використовувати не дисперсні інфрачервоні датчики.

Ключові слова: енергоефективне керування, системи вентиляції, не дисперсні інфрачервоні датчики.

ВСТУП

Системи вентиляції забезпечують обмін повітря в приміщенні для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих та інших речовин з метою забезпечення допустимих параметрів мікроклімату [1]. В залежності від призначення приміщення вимоги до організації вентиляції суттєво відрізняються [2]. Одним з основних параметрів мікроклімату, який визначає вимоги до систем вентиляції, є якість повітря в приміщенні. Відповідно до [3] цей параметр визначається вмістом в повітрі забруднюючих речовин. Для житлових та адміністративних приміщень одним з основних забруднювачів є вуглекислий газ.

Цей газ є четвертим найбільш поширеним газом в земній атмосфері. У великій концентрації в повітрі він шкідливий для організму людини, так при концентрації 100000 ppm (10 %) людина втрачає свідомість, а при концентрації 250000 ppm (25 %) настає смерть. Відповідно до [3] в залежності від концентрації CO₂ якість повітря в приміщенні поділяється на чотири класи, при цьому граничні допустимі межі концентрації складають 800 ppm для першого класу, і 1600 ppm для четвертого класу. Одночасно з цим останні медичні дослідження [4] вказують на те, що і при концентрації CO₂ на рівні 1000 ppm у людини зменшується зосередженість, погіршується здатність виконання певних видів робіт і продуктивність праці знижується. Таке зниження, особливо на етапі прийняття стратегічних рішень, може призвести до негативних наслідків, економічний ефект від яких буде гіршим, ніж від додаткових витрат на підвищення продуктивності вентиляційних систем.

При цьому слід враховувати, що для офісних приміщень характерним є різна швидкість зміни концентрації CO₂ для різних приміщень у різний час. В цьому випадку доцільним є регулювання продуктивності вентиляційних систем в залежності від поточної концентрації. Зниження продуктивності вентиляції за малої кількості людей в приміщенні, а відтак, низької швидкості зміни концентрації CO₂, призведе до зменшення енерговитрат і, відповідно, підвищення енергетичної ефективності всієї системи. Тому вирішення задачі побудови автоматизованих вентиляційних систем є актуальним.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Відомі роботи присвячені побудові автоматизованих вентиляційних систем

[5,6]. Розглянуті системи дозволяють: підтримувати температуру повітря, яке надходить до приміщення у холодний та теплий період, на заданому рівні, проводити захист системи від замерзання, здійснювати аварійне відключення вентиляції під час пожежі, контролювати стан обладнання та здійснювати диспетчеризацію всієї системи.

Такі системи, окрім безпосередньо вентилявання приміщень, виконують функції опалення та кондиціонування. Недоліком їх роботи є відсутність врахування концентрації CO₂. Тому метою даної роботи є розробка структури системи енергоефективного керування вентиляцією, що забезпечуватиме підтримування концентрації вуглекислого газу в допустимих межах.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Системи примусової вентиляції зазвичай реалізують з використанням двох підходів: перший підхід передбачає забезпечення питомих норм обміну повітря, другий підхід передбачає підтримання у приміщенні заданого рівня концентрації забруднюючих речовин. В першому випадку обсяг повітря, який повинен бути прокачаний вентиляційною системою розраховується в залежності від призначення приміщення, кількості працюючих, технічних умов та інше. В другому випадку розрахунок обсягу повітря здійснюється в залежності від характеристики та обсягу забруднюючих речовин в приміщенні. Динамічне переміщення та постійна зміна кількості осіб у офісних приміщеннях потребує гнучкої зміни режиму роботи вентиляційної системи, що й визначає витрати енергії. На рис. 1 наведена спрощена схема автоматизованої вентиляції, що реалізує підпорядковане регулювання приводу вентилятора.

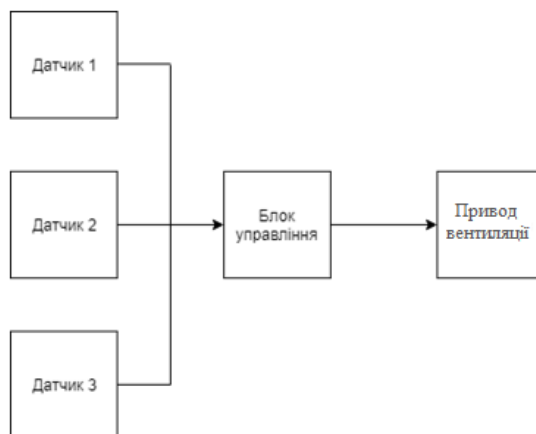


Рис.1. Спрощена схема автоматизованої вентиляції

Принцип роботи системи передбачає початкове вимірювання рівня концентрації вуглекислого газу в повітрі з використанням датчиків. Потім з них інформація передається на блок управління, де вираховується середнє значення. На підставі цього розраховується сигнал керування приводом вентилятора який подається на контролер приводу вентиляції.

Для побудови такої системи необхідно вирішити ряд задач таких як: вибір системи вентиляції, канали передачі сигналу, єдина система контролю та спосіб вимірювання концентрації CO₂.

Основним питанням є вимірювання концентрації вуглекислого газу. На сьогоднішній день існує декілька способів вимірювання концентрації газу в повітрі [7]. Ці способи передбачають використання: датчиків зі структурою метал-оксид-напівпровідник, електрохімічних газових сенсорів, не дисперсних інфрачервоних датчиків, пелісторів, фото-іонізаційних детекторів. Для вимірювання концентрації саме CO_2 найбільш розповсюджені перші два типи.

Перший тип базується на відстеженні зміни провідності внаслідок реакції чутливого елементу з газом. Недоліками датчиків такого типу є суттєва залежність від відносної вологості повітря, слабка вибірковість для визначення концентрації конкретного газу, суттєва температурна залежність.

Другий підхід до вимірювання базується на властивості молекул газу поглинати світло, довжина хвилі яких дорівнюють розміру молекули газу. Для газів, що присутні у повітряній суміші можна навести залежність ефективності поглинання від довжини хвилі (рис.2.).

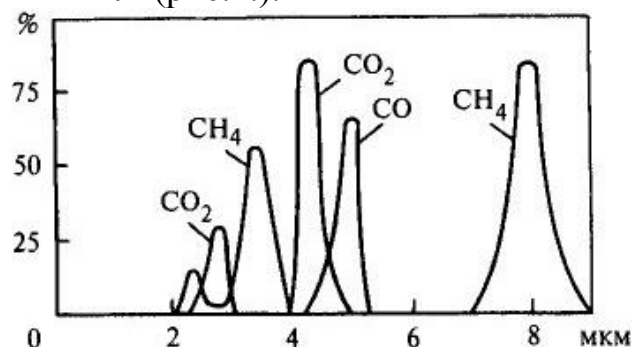


Рис.2. Залежності ефективності поглинання світла молекулами газів від довжини хвилі

Відповідно для вуглекислого газу найбільший рівень поглинання відповідатиме довжині хвилі 4.3 мкм. Структура, що відображає принцип дії такого датчика зображена на рисунку 3.

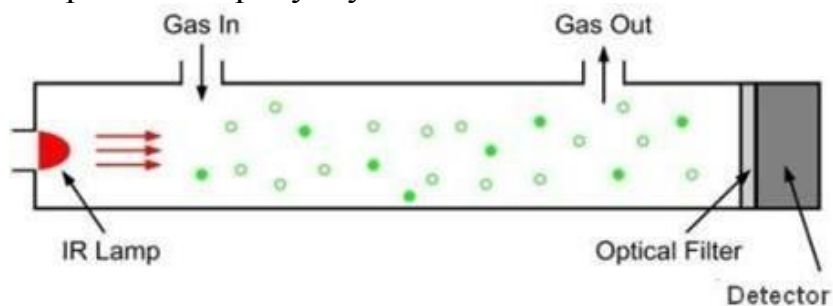


Рис. 3. Структура ІЧ датчика

Інфрачервона (ІЧ) лампа направляє хвилі світла через трубу, наповнену повітрям, до інфрачервоного детектора, який вимірює кількість інфрачервоного світла, що потрапляє на нього. Частина хвиль світла поглинається молекулами газу, а решта потрапляє на оптичний фільтр, який поглинає кожен довжину хвилі світла, за винятком точної довжини хвилі, поглиненої CO_2 . Нарешті, ІЧ-детектор зчитує кількість світла, яке не поглинається молекулами CO_2 або оптичним фільтром. Вимірюється різниця між кількістю світла, випромінюваного ІЧ-лампю, і кількістю ІЧ-випромінювання, що приймається

детектором. Різниця пропорційна кількості молекул CO₂ в повітрі усередині трубки.

Прикладами датчика з реалізацією за допомогою інфрачервоного випромінювання є МН-Z19В та SC2 IXP4-32P-LZ-S4. Діапазон вимірювання таких датчиків складає від 0 до 10000 ppm, точність складає ±50 ppm. Вихідний сигнал про поточну концентрацію CO₂ може бути представлений аналоговим сигналом, за допомогою ШІМ або цифровим сигналом. Час спрацювання складає до 30 с.

ВИСНОВКИ

В роботі запропоновано структура системи для забезпечення енергоефективного керування вентиляцією з підтриманням концентрації вуглекислого газу в повітрі в заданих межах. Показано, що використання недисперсних інфрачервоних датчиків є найбільш доцільним в такій системі. Подальші дослідження доцільно присвятити дослідженню особливостей керування електроприводами вентиляції, що забезпечуватиме мінімізацію споживаної енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системи вентиляції. Терміни та визначення: ДСТУ 2388-94. — [Введ. в дію 17.04.1995]. — К. : Держстандарт України, 1994. — 49 с. — (Національний стандарт України)
2. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. — [Введ. в дію 25.01.2013]. — К. : Державні будівельні норми України, 2013, — 24 — (Міністерства регіонального розвитку)
3. Здания Жилые и Общественные. Параметры микроклимата в помещениях: ГОСТ 30494-2011 — [Введ. в дію 01.01.2013]. — Межгосударственный стандарт, 1994. — 191 с. — (национальный стандарт Российской Федерации)
4. Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ Concentrations on Human Decision-Making Performance / Usha Satish, Mark J. Mendell, Krishnamurthy Shekhar, Toshifumi Hotchi, Douglas Sullivan, Siegfried Streufert and William J. Fisk // Environmental Health Perspectives, 2012. – Vol. 120, № 12, pp. 1671-1677.
5. Мозговой А. В. Автоматизированная система управления вентиляцией с использованием коэффициента комфортности / А. В. Мозговой // Проблемы энергоресурсозбережения в электротехнических системах. Наука, освіта і практика, 2011. — Т - № 1/2011 (1) — С. 148-149.
6. Ягьяева Л. Т., А. А. Ахметханов: Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляции / Л. Т. Ягьяева, А. А. Ахметханов — К Вестник Казанского технологического университет, 2013. – № 22, том 16, с.264-266.
7. Thompson J. E. Crowd-sourced air quality studies: A review of the literature & portable sensors / Jonathan E. Thompson — К Trends in Environmental Analytical Chemistry, 2016. - № 11 (2016), pp. 23–34.