

УДК 543.271.3

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.140037

ВИМІРЮВАННЯ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ В ПРИМІЩЕННІ ГРОМАДСЬКИХ, ЖИТЛОВИХ ТА ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ

©В. М. Івасенко, Б. С. Ганчев

Розглянуто проблеми забруднення приміщень діоксидом вуглецю. Проведено серію експериментів щодо вимірювання забруднення приміщень газом діоксиду вуглецю за допомогою приладу «Walcom HT-501».

В результаті роботи детально розглянуто та проаналізовано результати вимірювань та вплив концентрації діоксиду вуглецю на самопочуття та працездатність людини в приміщенні. Вплив людей на підвищення концентрації газу діоксиду вуглецю в приміщенні. Розглянуто та проаналізовано нормативні таблиці концентрації діоксиду вуглецю в приміщенні

Ключові слова: газоаналізатор, діоксид вуглецю, концентрація, вплив на організм, працездатність, повітря приміщень, вентиляція

1. Вступ

Останніми роками питання охорони здоров'я та безпеки становлять все більшу частину оцінки якості повітря приміщень [1]. Повітряні біологічні речовини, гази, пари та частинки можуть викликати побічні реакції у деяких людей залежно від їх чутливості до певних речовин і концентрацій [2]. Низька якість повітря в приміщенні входить до п'ятірки найважливіших проблем охорони здоров'я [3] за даними великих асоціацій та агентств у всьому світі. Недавні дослідження стверджують, що більше третини будівель в Україні мають проблеми з якістю повітря. Зазвичай повітряні інспекції проводяться у виробничих приміщеннях, на шахтах або лікарнях, і менше уваги приділяється стану забруднення повітря в навчальних закладах та житлових приміщеннях будинків, які передбачені державними нормами [4].

2. Літературний огляд

В результаті проведення загальнонаціонального дослідження бюджету часу населення США з'ясувалося, що вдома люди проводять в середньому 87,2 % свого часу, в дорозі – 7,2 % і на відкритому повітрі – 5,6 % [5]. Таким чином, внутрішнє середовище належить ключова роль в персональній експозиції, так як протягом дня основну частину свого часу люди проводять в домашній обстановці, на роботі або в школі. Оцінка якості повітря приміщень розглядалась в роботах [6, 2].

Поряд з аналізом впливу шкідливих речовин, що утворюються в середині приміщень, важливо ма-

ти чітко уявлення яким чином відбувається зменшення їх концентрацій.

3. Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є експериментальне дослідження концентрації діоксиду вуглецю у приміщеннях та її вплив на людину, порівняння з табличними нормами, оцінка систем вентиляції.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Провести вимірювання концентрації діоксиду вуглецю у приміщеннях різних типів та визначити фактори, що впливають на її рівень концентрації.
2. Визначити засоби які дозволяють зменшити рівень концентрацій в приміщенні.
3. Порівняти отримане значення концентрації з вимогами Європейського Союзу до вмісту діоксиду вуглецю у приміщеннях.

4. Методи дослідження

Перед тим як почати вимірювання був розроблений план досліджень. Потрібно виміряти концентрацію діоксиду вуглецю в межах міста, за містом, в житлових приміщеннях, у навчальних кімнатах університету зі студентами, та без них, та порівняти з європейськими стандартами приведеними в табл. 1. Визначити фактори, що впливають на рівень концентрації діоксиду вуглецю в приміщенні.

Згідно до ГОСТ 30494-2011 [8] вимоги до якості повітря в приміщенні варто приймати по умовах наведених в табл. 2

Таблиця 1

Концентрації діоксиду вуглецю в приміщенні за EN 13779:2007 [7]

Категорія приміщення	Перевищення рівня діоксиду вуглецю в приміщенні над його вмістом в атмосферному повітрі, ppm	
	Типічний діапазон	Задане значення
IDA 1	<400	350
IDA 2	400–600	500
IDA 3	600–1000	800
IDA 4	>1000	1200

Таблиця 2

Класифікація повітря в приміщеннях за ГОСТ 30494-2011

Клас	Якість повітря в приміщенні		Вміст CO ₂ , см ³ /м ³
	Оптимальне	Допустиме	
1	Високий	–	400 і менше
2	Середній	–	400–600
3	–	Допустиме	600–1000
4	–	Низьке	1000 і більше

5. Вплив концентрації діоксиду вуглецю на людину

Діоксид вуглецю має сильний вплив на організм людини і її самопочуття в цілому, в табл. 3

наведена залежність самопочуття до концентрації газу в повітрі приміщення, згідно до санітарно-гігієнічних дослідів [9] та державного стандарту [10].

Таблиця 3

Залежність концентрації діоксиду вуглецю до самопочуття людей.

Концентрація CO ₂ (ppm)	Будівельні нормативи (за державним стандартом)	Вплив на організм (згідно до санітарно-гігієнічних дослідів)
Атмосферне повітря 300–400	–	Ідеальне самопочуття і бадьорість
400–600	–	Нормальна якість повітря
600–800	Повітря високої якості	З'являються скарги на якість повітря. У людей, які хворіють астмою, можуть частішати напади
800–1000	Повітря середньої якості	Кожен другий відчуває млявість, духоту та головний біль. Може призвести до негативних змін крові, можуть з'явитися проблеми з кровоносною та дихальною системою
1000–1400	Нижня межа допустимої норми	Млявість, проблеми з уважністю і обробкою інформації, проблеми з носоглоткою, тяжке дихання
1400<	Повітря низької якості	Сильна втома, нездатність зосередитися, безініціативність, проблеми зі сном, сухість слизових
2000<	–	Кількість помилок в роботі сильно зростає, 70 % співробітників не можуть зосередитися на роботі

6. Результати досліджень та їх обговорення**6.1 Вимірювання діоксиду вуглецю в атмосферному повітрі**

Було виміряно концентрацію діоксиду вуглецю різних районів міста. Поблизу забруднених зон склала 600...800 ppm. В чистій зоні, у парку, концентрація вуглекислого газу 350 ppm.

6.2 Вимірювання діоксиду вуглецю в учебных приміщеннях університету

Концентрації діоксиду вуглецю було виміряно у навчальній аудиторії з природною вентиляцією. Обсяг приміщення 300 м³. Перед початком початкових занять концентрація діоксиду вуглецю в аудиторії склала 400 ppm, під час лекції вікна були закриті. На занятті були присутні 29 осіб. Під час перерви студенти вийшли попередньо відкривши всі вікна, за час лекції концентрація діоксиду вуглецю неспинно зростала і до кінця другої години концентрація склала 2200 ppm. Поступово через декілька годин у порожній аудиторії концентрація вуглекислого газу знизилась до 600 ppm. Результати приведені на рис. 1.

За час лекції концентрація діоксиду вуглецю зросла на таку величину:

$$\Delta C = 2200 - 400 = 1800 \text{ ppm}$$

На початку вимірювання концентрація діоксиду вуглецю була в межах норми і показувала на високий рівень якості повітря в приміщенні. Під час лекції, коли велика кількість людей стала джерелом викиду діоксиду вуглецю бачимо стрімкий ріст концентрації, який критично відхиляється від нормативних показань і вказує на недопустиму якість повітря. Причиною цього є порушення норм вентиляції приміщення, що призводить до порушення норм якості повітря за європейським стандартом.

Підвищення концентрації діоксиду вуглецю понад 1200 ppm призводить до погіршення самопочуття студентів, але критичним є те, що максимальні значення під час лекції досягали 2200 ppm, що згідно до табл. 3 вказує на зниження працездатності, низьку зосередженість і втому.

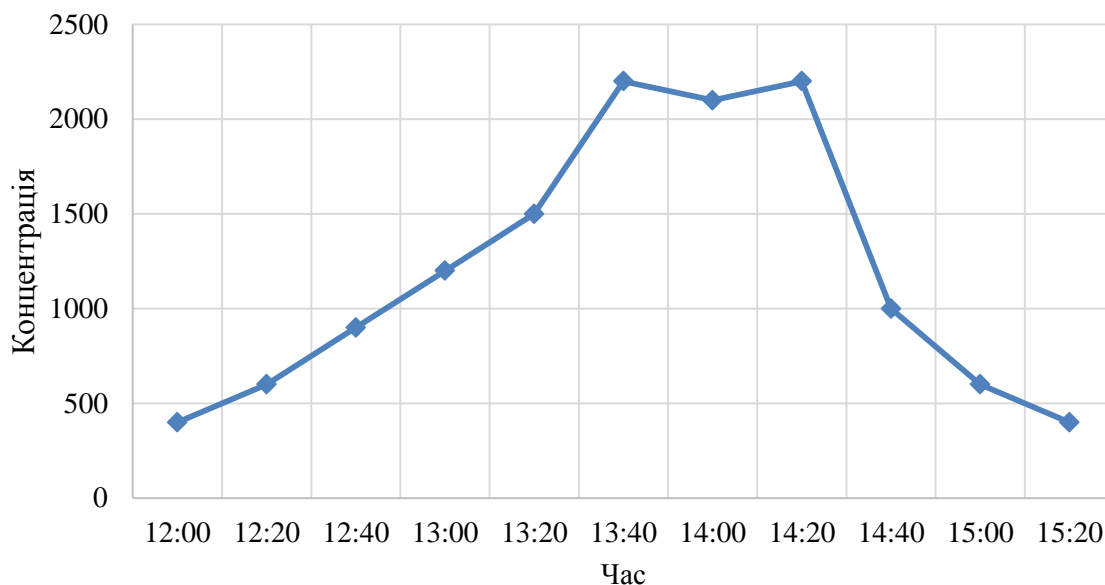


Рис. 1. Вимірювання концентрації діоксиду вуглецю в аудиторії підчас лекції, та після неї

6.3. Вимірювання діоксиду вуглецю у житлових приміщеннях

Було проведено вимірювання у житлових приміщеннях (дерев'яний будинок у сільській місцевості, кімната 17 м² в міському будинку, в цій же кімнаті коли в неї зайшло 9 осіб, на кухні, на тій же кухні при всіх включених газових конфорках). У кімнаті де було зібрано 9 осіб концентрація найвищою, що видно на рис. 2.

На початку вимірювань бачимо, що концентрація діоксиду вуглецю знаходиться в межах нормативних документів і відповідає високому рівню якості повітря, але під час лекції при великій кількості студентів в аудиторії почався стрімкий ріст концентрації, що призвело до виходу за допустимі норми концентрації.

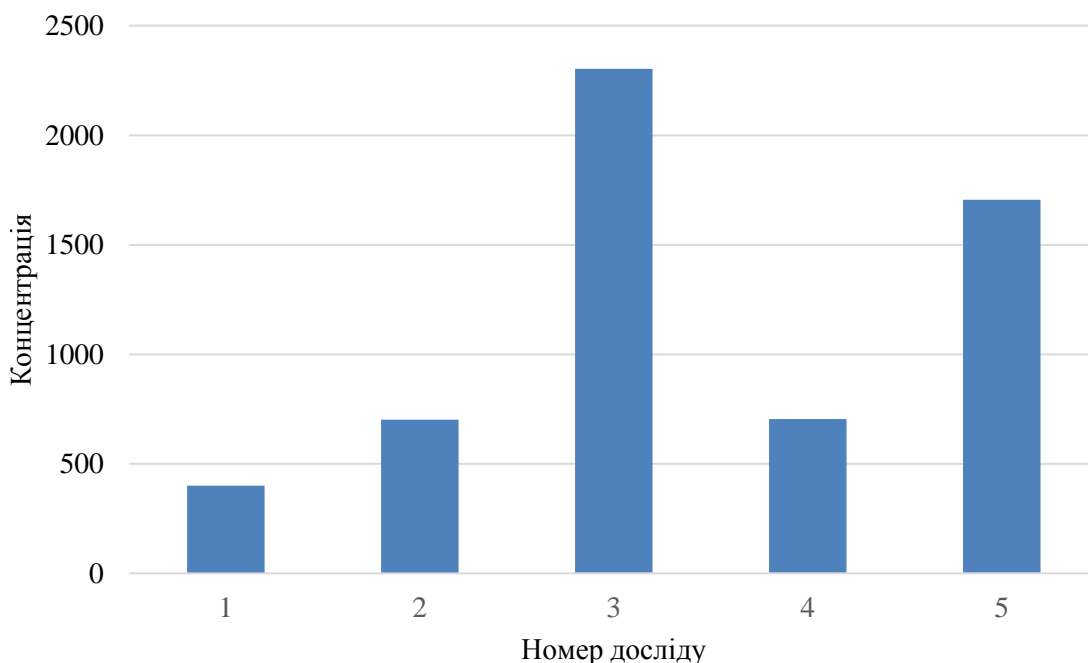


Рис. 2. Концентрація діоксиду вуглецю в повітрі житлових приміщень: 1 – повітря у будинку сільській місцевості; 2 – повітря у кімнаті 17м²; 3 – повітря в кімнаті коли до неї зайшло 9 осіб; 4 – повітря на кухні; 5 – повітря на кухні при включених газових конфорках

Було виявлено, що максимальна концентрація діоксиду вуглецю у приміщеннях, де працювала вен-

тиляція, виявилась нижче майже вдвічі ніж в кімнатах з природньою вентиляцією.

В 3-му та 5-му випадках концентрація діоксиду вуглецю в приміщенні перевищує нормативні норми європейського стандарту, що означає незадовільний стан якості повітря та некоректне планування будівлі, яке не передбачає наявності джерел викиду діоксиду вуглецю.

7. Висновки

1. Концентрація діоксиду вуглецю в приміщеннях має високу залежність від кількості осіб, які в ній знаходяться, об'єму приміщення, та вентиляційних можливостей приміщення.

2. Після вимірювань концентрації діоксиду вуглецю у навчальній аудиторії, виявлено, що під час лекції концентрація газу набуває критичного значення. виправити дану ситуацію можна покращивши систему вентиляції в аудиторії.

3. У спокійному стані, без джерел викиду діоксиду вуглецю, всі приміщення, які були задіяні в досліді, відповідали нормативним нормам вмісту концентрації газу, але при появі джерел викиду діоксиду вуглецю ситуація змінюється і концентрація досягає критичних значень за рахунок недостатньої вентиляції.

Література

1. Шилькрот Е. О., Губернский Ю. Д. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта // АВОК. 2008. № 4. С. 4–17.
2. Табунчиков Ю. А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты // АВОК. 2008. № 5. С. 4–11.
3. Санітарно-епідеміологічна оцінка використання системи вентиляції "Lossnay" в багатоквартирних житлових будинках / Акіменко В. Я. та ін. // Гігієна населених місць. 2013. № 61. С. 47–53
4. ДБН В.2.6-31:2006. Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Київ: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. 69 с.
5. Robinson J., Nelson W. C. National human activity pattern survey data base. Research Triangle Park, NC, US Environmental Protection Agency, 1995.
6. Квашнин И. М., Гурин И. И. К вопросу о нормировании воздухообмена по содержанию CO2 в наружном и внутреннем воздухе // АВОК. 2008. № 5. С. 34–41.
7. EN 13779:2007. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and roomconditioning systems. Brussels, 2007. 72 p.
8. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Москва: Стандартинформ, 2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>
9. Воздействие загрязнения воздуха на здоровье человека, экосистемы и объекты культуры. URL: http://www.unesco.org/fileadmin/DAM/env/documents/2013/air/wge/СЕН_IMPACT_RUSSIAN_single_pages_website.pdf
10. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики: (ІEN 15251:2007, IDT). Київ: Мінрегіон України, 2011. 65 с.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Зацепкіна Н. М.
Дата надходження рукопису 22.05.2018*

Івасенко Віталій Михайлович, кандидат технічних наук, асистент, кафедра наукових аналітичних та екологічних приладів та систем, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: ivasenko-vitaliy@ukr.net

Ганчев Богдан Сергійович, кафедра наукових аналітичних та екологічних приладів та систем, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: kanpajlbady@gmail.com