

УДК 697.911

ЕФЕКТИВНІ ПРОТИВІРУСНІ РІШЕННЯ В СИСТЕМАХ ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ

О. В. Меленчук

здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, група ТГВ-51м,
навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Наукові керівники – к.т.н., доцент С. Б. Проценко,
к.т.н., доцент О. С. Новицька

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Запропоновано низку ефективних протівірусних рішень у системах формування мікроклімату приміщень, а саме: підвищення кратності повітрообміну, збільшення частки зовнішнього повітря та зменшення рециркуляції, підвищення класу фільтрації повітря, підтримання відносної вологості внутрішнього повітря в безпечному діапазоні, відмова від централізованої вентиляції на користь децентралізованих систем, запровадження знезаражування повітря. Показано, що подібні інженерні рішення можуть стати ефективною альтернативою загальноприйнятим заходам боротьби з поширенням коронавірусної інфекції.

Ключові слова: мікроклімат приміщень, вентиляція, протівірусний захист, безпека повітряного середовища.

The following effective antiviral solutions are proposed in the systems of indoor microclimate formation: increase of air exchange rate, increase the proportion of outside air and recirculation decrease, increase of air filtration class, maintenance the relative humidity of the indoor air in a safe range, change from the centralized air ventilation systems to the decentralized ones, and provision of air disinfection. It is shown that such engineering solutions can be the effective alternative to generally accepted measures to reduce the risk of coronavirus infection spreading.

Keywords: indoor microclimate, ventilation systems, antiviral solutions, air safety.

Пересічна людина до 90% свого життя проводить у замкнених приміщеннях, тому від якості і безпечності внутрішнього повітряного середовища напряму залежить стан її здоров'я та самопочуття. Водночас нові виклики сьогодення, що пов'язані з пандемією коронавірусу та пошуком способів захисту від нього, вимагають запровадження нових підходів при проектуванні, будівництві та експлуатації інженерних систем, відповідальних за формування мікроклімату приміщень [1].

Традиційними цілями розробки систем формування мікроклімату є створення необхідних умов для високої продуктивності праці та комфортних умов для життя і відпочинку людей. Проте в сучасних умовах перед проєктувальниками постає нова задача – забезпечення епідемічної безпеки для життєдіяльності людини.

Для досягнення вказаних цілей необхідно забезпечити не тільки тепло-вологісну обробку повітря в системах вентиляції та кондиціонування житлових і нежитлових приміщень, але й запровадити його знезаражування від вірусів, бактерій та інших патогенів. Раніше подібні заходи здійснювали переважно для медичних закладів, і це були досить ексклюзивні та дорогі проєктні рішення. Сьогодні проєктанти змушені вдаватися до таких заходів для

будь-яких громадських і виробничих об'єктів задля збереження життя, здоров'я і самопочуття людей.

У грудні 2019 р. в м. Ухань (Китай) був виявлений вірус SARS-CoV-2, поширення якого спричинило глобальну пандемію COVID-19, що подекуди триває і досі [2]. Пандемія призвела до поважних соціально-економічних наслідків, включаючи найбільшу після Великої депресії світову рецесію та масовий голод, що вже торкнувся близько 265 млн осіб. Згідно з прогнозами фахівців, чергові спалахи захворюваності можуть виникати у світі і надалі кожні три-шість місяців через появу нових штамів коронавірусу або нових вірусів.

Аналіз типових шляхів передачі вірусу SARS-CoV-2 від людини до людини [3] (при тісному контакті з інфікованою людиною; через невеликі краплі, що утворюються при кашлі, чханні та розмові; через дрібніші краплі, що зависають у повітрі (біоаерозолі); рідше – при торканні забрудненої вірусом поверхні, а потім – обличчя) показує, що найбільш небезпечним є поширення вірусів з потоками повітря.

Частинки біоаерозолі настільки малі, що на них практично не діє гравітаційна сила. Вони залишаються завислими в повітрі досить тривалий час. Рух частинок аерозолі в замкненому просторі відповідає схемі руху потоків повітря. Отже, віруси поширюються приміщенням майже так само, як і ароматичні речовини (запахи). Комп'ютерне моделювання конвекційних і механічних потоків повітря показує, що в замкнених приміщеннях розташування робочих місць на віддалі 1,5 м одне від одного («соціальна дистанція») або влаштування між ними перегородок не гарантують захисту людини від зараження вірусом. Для цього необхідні більш дієві інженерні та технічні заходи.

В загальному вигляді ефективні противірусні рішення в системах формування мікроклімату можна сформулювати наступним чином [4]:

- підвищення кратності повітрообміну в приміщеннях;
- збільшення частки зовнішнього припливного повітря та зменшення рециркуляції;
- підвищення класу фільтрації повітря;
- підтримання відносної вологості внутрішнього повітря в безпечному діапазоні;
- відмова від централізованої вентиляції на користь децентралізованих систем;
- запровадження знезаражування повітря.

Підвищення кратності повітрообміну у приміщеннях зі збільшенням частки зовнішнього повітря та зменшенням рециркуляції аж до повної відмови від неї в період найбільш напруженої епідемічної обстановки сприятиме розбавленню концентрації вірусів у повітрі приміщень і зменшенню ризику зараження людей. Крім того, свіже повітря має більш сприятливі для людини мікробіотичні асоціації, ніж ті, що формуються в замкненому просторі при перебуванні в ньому великої кількості людей та за наявності джерел пилу.

Дієвим кроком є підвищення класу фільтрації повітря (до F8, F9), зокрема, в рециркуляційних системах [5]. Попри те, що коронавіруси мають дуже малі розміри (порядку 80...120 нм у діаметрі), і сучасні повітряні фільтри комерційного діапазону не здатні затримувати їх безпосередньо, переважна більшість вірусів у повітрі зв'язана або з конгломератами пилу, або з краплинами вологи і подібними частинками, що добре уловлюються при фільтрації. Тому правильна і належна фільтрація повітря в системах штучної вентиляції досить ефективно знижує концентрацію вірусів у приміщеннях і, відповідно, зменшує ризик інфікування людини. Окрім вірусів SARS-CoV-2, існує також багато інших патогенних мікроорганізмів (бактеріальне зараження, грибова патогенна мікрофлора тощо), які мають набагато більші розміри і можуть безпосередньо затримуватись повітряними фільтрами.

Якщо раніше в системах вентиляції зазвичай застосовували фільтри класів G3, G4, M5, M6, то сьогодні слід використовувати фільтри класу від F7 і вище. Це, звісно, не абсолютні фільтри типу HEPA, проте вони цілком здатні забезпечити певний захист людей від

патогенів, особливо за наявності рециркуляції повітря в системах вентиляції та кондиціонування.

Досить ефективним також є підтримання відносної вологості внутрішнього повітря в безпечному діапазоні від 40% до 60%. Дослідженнями доведено, що за типових температур приміщень відносна вологість повітря понад 40% згубно діє на багатьох вірусів, включаючи коронавіруси CoV у цілому. Підвищена внутрішня вологість зменшує розсіювання патогенів у повітрі за рахунок більшого розміру крапель вологи, що містять вірусні частинки, і швидшого їх осідання на поверхнях у приміщенні. Зволоження повітря також зменшує сприйнятливості людини до інфекційних атак (активізує мукоциліарний кліренс – систему місцевого захисту слизової оболонки органів дихання).

Водночас відносна вологість повітря понад 80% може спричинювати іншу потенційну небезпеку – розвиток плісняви та подібних патогенних організмів. Тому для надійності, важливо підтримувати рівень вологості внутрішнього повітряного середовища не вище 60%.

Радикальним способом боротьби з поширенням вірусів у будівлях є відмова від централізованої вентиляції на користь застосування децентралізованих вентиляційних систем для ізольованих приміщень (квартир, офісів тощо) із забором зовнішнього повітря через периметр будівлі та з викидом відпрацьованого витяжного повітря назовні. При цьому для зменшення енерговитрат необхідно застосовувати рекуператори теплоти з надійним розділенням робочих потоків припливного і витяжного повітря. За такої системи вентиляції навіть у випадку перебування в одному з ізольованих приміщень інфікованої людини вірус не поширюватиметься далі будівлею.

Нагальною потребою сьогодні стало застосування в каналах механічної вентиляції або в закритих термінальних пристроях (вентиляційних установках, фанкойлах, внутрішніх блоках спліт-систем) знезараження повітря шляхом ультрафіолетового герміцидного опромінення (UVGI), фотокаталітичного окислення (PhotoCatalic Oxudation) [6] тощо.

Доведено, що ультрафіолетове випромінювання в короткохвильовому діапазоні (UVC) з довжиною хвилі 254 нм найбільш ефективно знищує бактерії і віруси (99,999% тестованих CoV, SARS-CoV та MERS-CoV).

Технологія фотокаталітичного окислення використовує комбіновану дію променів спеціальної ультрафіолетової лампи з каталітичною структурою на основі діоксиду титану TiO₂. Продуктом фотокаталітичної реакції є пероксид водню H₂O₂, що руйнує більшість забруднюючих речовин та знищує патогенів, таких як бактерії, віруси, грибки, пліснява, алергени і запахи.

Запропоновані інженерні рішення можуть стати ефективною альтернативою таким загальноприйнятим заходам боротьби з поширенням коронавірусної інфекції, як дотримання соціальної дистанції, носіння захисних масок, дистанційні робота і навчання тощо.

1. Агапова К. Здания против вирусов. *Sustainable Building Technologies*. 2020. № 2. С. 34–40.
2. Пандемія коронавірусної хвороби 2019 : матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Пандемія_коронавірусної_хвороби_2019 (дата звернення: 02.05.2022).
3. Новий коронавірус: шляхи передавання і варіанти захисту. URL: <https://www.phc.org.ua/news/noviy-koronavirus-shlyakhi-peredavannya-i-varianti-zakhistu> (дата звернення: 02.05.2022).
4. Меленчук О. В., Проценко С. Б., Новицька О. С. Нові підходи у формуванні безпечного повітряного середовища приміщень у сучасних умовах. *Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування* : VII Міжнар. молодіж. конгрес, 10–11 лютого 2022, Україна, Львів. Зб. мат-в. Київ : Яроченко Я. В., 2022. С. 182. DOI: <https://doi.org/10.51500/7826-04-9>.
5. Хэггстрем Ф. Эффективная очистка воздуха для предотвращения распространения коронавирусной инфекции. *Энергосбережение & умные технологии*. 2020. № 3. С. 30–31.
6. FCZ_H – FCZI_H. Fan coil with photocatalytic device. Aermec S.p.A. 8 p. URL: https://global.aermec.com/site/wp-content/uploads/Aermec_Depl_FCZ_H_EN.pdf (дата звернення: 02.05.2022).