

Математичне моделювання організації повітрообміну опуклими напівобмеженими струминами, що взаємодіють

Вадим Корбут, Віктор Мілейковський

*Київський національний університет будівництва і архітектури
м. Київ, Україна*

I. ВСТУП

Сталий розвиток [1] передбачає підвищення енергетичної ефективності. Закон України “Про енергетичну ефективність будівель” [2] визначає пріоритетом державної політики саме енергетичну ефективність. У методиці [3] визначення енергоефективності будівель системи формування мікроклімату зазначено як одні з найбільших споживачів енергії. Понад 30 % енергетичного балансу держави споживається саме цими системами, що використовують понад 60 % енергетичного балансу будівель. У Європейському Союзі [4] половина витрат енергії припадає на формування мікроклімату. Тому першочерговою проблемою будівництва є енергоефективність формування мікроклімату приміщень.

II. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Найбільш енергоефективними та екологічними, але дорогими рішеннями вентиляції та кондиціонування повітря є системи [5] зі змінною витратою повітря (Variable Air Volume – VAV). Тривалий термін окупності обмежує їхнє широке впровадження. Здешевшення подібних систем стимулюватиме їхнє використання та знижуватиме витрати енергії на формування мікроклімату.

III. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

В Київському національному університеті будівництва і архітектури на кафедрі теплогазопостачання і вентиляції створено повітророзподільник (рис. 1 а) ежекційний сопловий (ПЕС-Д). Він формує струмину, яка швидко затухає завдяки настиланню на опуклу поверхню. Після відриву струмини диск спричиняє додаткове її затухання. Такі повітророзподільники можна встановити над робочою зоною, що дозволяє мінімізувати підсмоктування відпрацьованого повітря з верхньої зони.

Завдяки зазначеному повітророзподільному пристрою вдається досягти енергоефективного формування мікроклімату в приміщеннях, де неможливо подати повітря безпосередньо до робочої зони. Прикладом такого приміщення є виставкова зала для проведення комерційних виставок. Стенди заввишки до 3,5 м можуть бути розміщені де завгодно в нижній зоні. Тому неможливо встановити повітророзподільні пристрої в робочій зоні так, щоб вони не могли бути перекриті протягом експлуатації. Для таких приміщень пропонується подача повітря на висоті 4 м від підлоги (рис. 1 б).

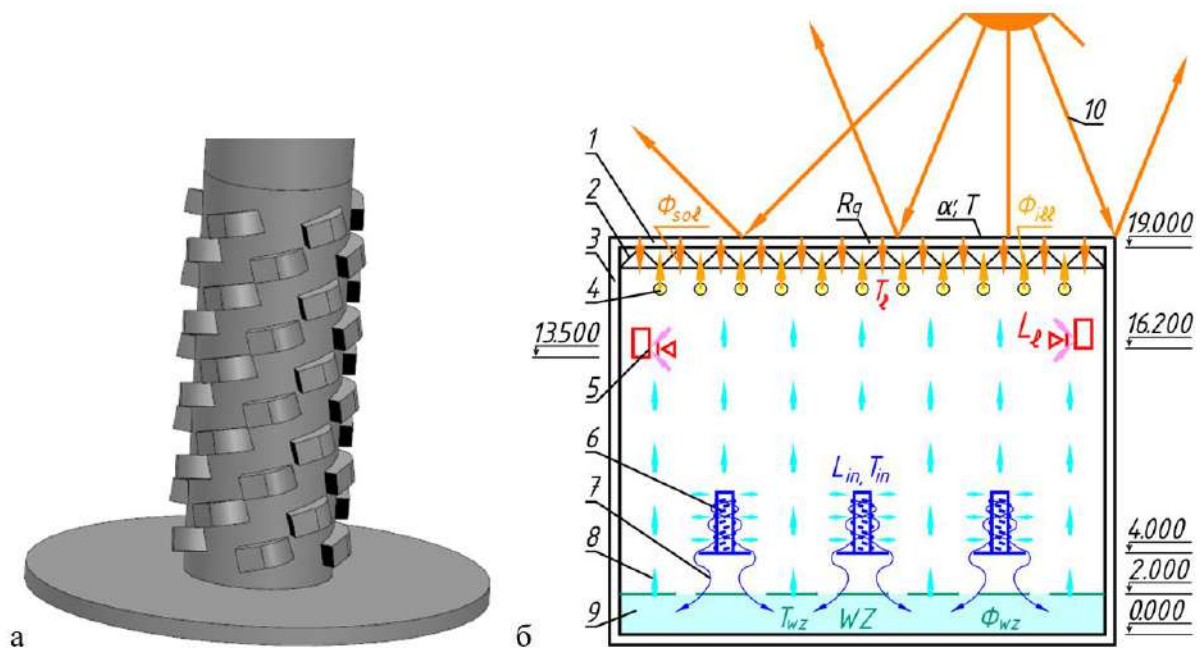


Рисунок 1 – Подача повітря над робочою зоною:

а – повітророзподільник ПЕС-Д; б – пропонувана схема організації повітрообміну виставкової зали МВЦ у м. Києві:

- 1 – дах будівлі; 2 – ферма; 3 – стіни приміщення; 4 – світильники; 5 – витяжні решітки;
 6 – припливні повітророзподільники; 7 – припливні струмини; 8 – потоки повітря в приміщенні; 9 – робоча зона; 10 – сонячна радіація: Φ_{sol} – теплонадходження від сонячної радіації, Вт; Φ_{ill} – теплонадходження від штучного освітлення, Вт; R_q – опір теплопередачі покрівлі, (м² К)/Вт; α' – коефіцієнт поглинання сонячної радіації;
 T – температура поверхні, К

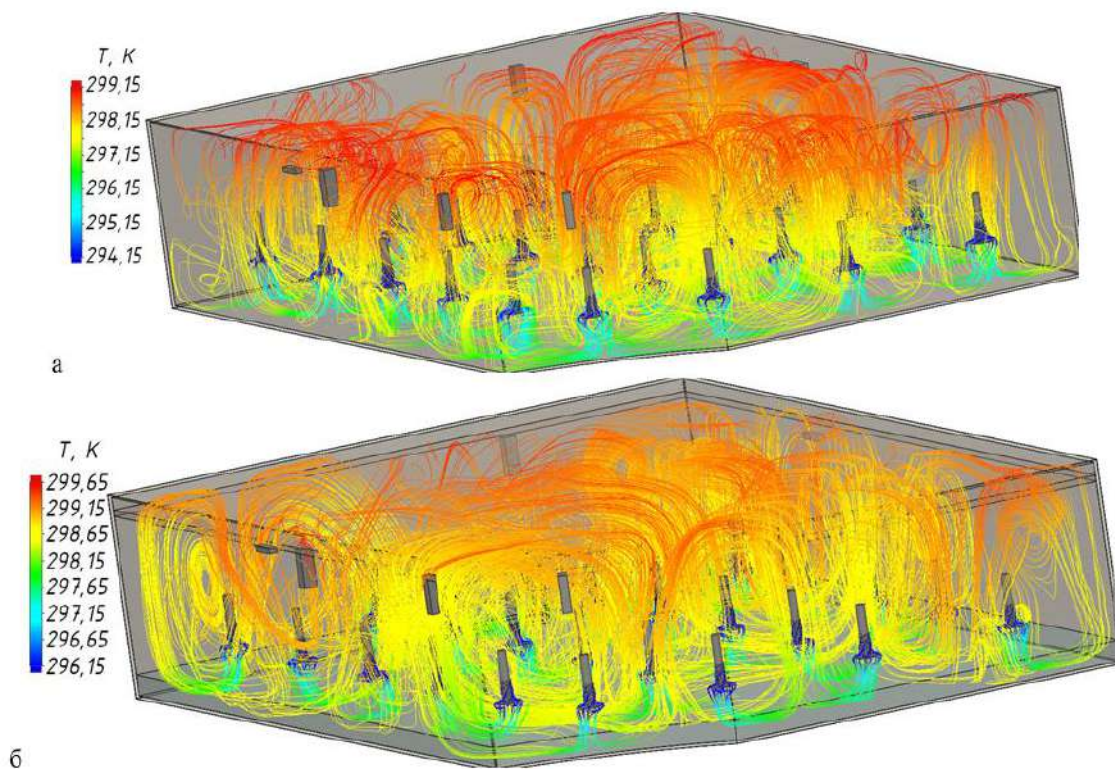


Рисунок 2 – Лінії течії за результатами моделювання при витраті повітря:

а – максимальній; б – 25 % від максимальної

Виконано математичне моделювання схеми організації повітрообміну при різних режимах роботи вентиляції зі змінною витратою, серед яких максимальне і мінімальне (25 %) навантаження (рис. 2). Використано k - ε модель турбулентних течій. Результати показують, що схема циркуляції повітря при регулюванні витрати залишається незмінною, а швидкість і температура повітря робочої зони заввишки 2 м від підлоги відповідають вимогам [6]. При цьому форма і розміри повітророзподільних пристроїв не змінювалися. Це означає відсутність потреби автоматизації повітророзподільників, що характерно для подачі повітря до верхньої зони [7]. Це призводить до суттєвого зниження вартості системи, що покращує її інвестиційну привабливість.

IV. ВИСНОВКИ

Запропонована схема організації повітрообміну з подачею повітря на мінімальній висоті від робочої зони та повітророзподільники типу ПЕС-Д дозволяють уникнути потреби автоматизації останніх. Глибоке регулювання витрати повітря (до 25 % і менше) не порушує ані схему циркуляції повітря в приміщенні ані розподіл температури та швидкості в робочій зоні. Це дозволяє мінімізувати потреби в автоматизації систем вентиляції та кондиціонування повітря зі змінною витратою. Уникнення необхідності керування геометричною формою та розмірами повітророзподільників значно знижує капітальні вкладення у енергоефективну організацію повітрообміну.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Цілі сталого розвитку: Україна: Національна доповідь 2017. Київ: United Nations Ukraine, 2017. 174 с. URL: https://issuu.com/mineconomdev/docs/sdgs_nationalreportua_web
- [2] Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII "Про енергетичну ефективність будівель," в *Відомості Верховної Ради*. 2017. №33. С. 359. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
- [3] Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 169 "Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>
- [4] "New report: District energy can decarbonize the EU heating and cooling sector," December 5, 2019. URL: <https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/news/cf/new-report-district-energy-can-decarbonize-the-eu-heating-and-cooling-sector/>
- [5] Weimin Wang, Jian Zhang, Michael R. Brambley, Benjamin Futrell. "Performance Simulation and Analysis of Occupancy-Based Control for Office Buildings with Variable-Air-Volume Systems," *Energies*. 2020. Vol. 13. ArticleID: 3756. 21 p. doi: <https://doi.org/10.3390/en13153756>
- [6] ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування," чинний від 01.01.2014. Київ: Укрархбудінформ, 2013. V, 141 с. (Державні будівельні норми України). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018#load>
- [7] T. Szczepanik-Scislo, J. Schnotale, "An Air Terminal Device with a Changing Geometry to Improve Indoor Air Quality for VAV Ventilation Systems," *Energies*. 2020. Vol. 13. ArticleID: 4947. 20 p. doi: <https://doi.org/10.3390/en13184947>