

С.С.Жуковський, Г.М. Клименко, О.В.Юркова, Б.І. Пізнак, Р.В. Ощудляк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ОСОБЛИВОСТІ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТРАТИФІКАЦІЇ ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ ЕФЕКТИВНО ТЕПЛОІЗОЛЬОВАНОГО ПРИМІЩЕННЯ ЗА ДІЇ СИСТЕМ ТЕРМОВИПИРАЛЬНОЇ БЕЗТРУБОПРОВІДНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ (“АЕРАЦІЇ”)

О Жуковський С.С., Клименко Г.М., Юркова О.В., Пізнак Б.І., Ощудляк Р.В., 2008

Проаналізовані результати досліджень вертикального розподілення температур внутрішнього повітря і межової стратифікаційної верстви моделі природно вентиляваного приміщення з джерелами тепловиділень різної теплопродуктивності і змінними площами отворів притоку і витоків повітря, а також визначені показники температурної ефективності вентиляції.

In this article the results of investigations of vertical temperature distribution of internal air and boundary layer of natural ventilated room model with extra heat sources at different heat capacity and variable squares of air supply and exhaust holes have been analyzed, as well characteristics of ventilation temperature efficiency are determined.

Проблема. Дослідження роботи вентиляційних систем переважно на моделях приміщень [1], в яких робочим середовищем є повітря. Наприклад, у роботі [2] методика моделювання вентиляційних систем приміщень за одночасного виділення теплових і газових забрудників та ізотермічних умов, а в роботі [3–4] проаналізовані особливості вентилявання приміщень за умов нестационарного виділення забрудників.

Зрідка дослідження вентиляційних систем приміщень виконують на моделях, в яких робочим середовищем є водні розчини солей [5, 6, 7].

Дія систем термовипіральної безтрубопровідної вентиляції (аерації) приміщень ґрунтується на притіканні прохолодного навколишнього повітря через регульовані отвори зовнішніх огорож, розміщені в нижньому їх рівні і витіканні теплого внутрішнього повітря через регульовані отвори огорож, розміщені у верхньому їх рівні. Такі вентиляційні системи найперше були застосовані ще у ХІХ ст. для вентилявання виробничих приміщень з потужними джерелами тепловиділень.

Аналіз досліджень. Вивчення робіт подібних вентиляційних систем виконав відомий вчений В.В. Батурін [8]. Працівники КНУБА В.П. Корбут [9] і В.Б. Довгалюк [10] вивчали задіяння подібних вентиляційних систем у турбінних відділеннях атомних електростанцій. Заслужують уваги і визнання наукові публікації Є.О. Шількрота [11–14].

У довіднику [15] розглянуті: основні відомості про термовипіральну вентиляцію; розподілення температур внутрішнього повітря по висоті приміщення; відомості про конвекційні теплові потоки і поширення забрудників у приміщенні; ефективність випіральної вентиляції і повітророзподільники для неї тощо.

Дослідження систем активного гібридного термовипірального вентилявання із задіянням одного (двох) чвертьциліндричних джерельних повітророзподільників та стельового витікача внутрішнього повітря на майже натурній моделі шкільного класу із фіксацією температур внутрішнього повітря по восьми прямовисних (вертикальних) лініях виконав А.В.Лівчак [16].

Оскільки майже всі вищезгадані дослідження виконані за незмінної кількості джерел тепла і їх теплопродуктивності, а також незмінного повітрообміну, то їхні результати можна застосувати лише для аналізу ідентичних (подібних) систем, а не для розширеного діапазону практично можливих їхніх версій.

Постановка задачі. Задачею виконаних досліджень було визначення температурної стратифікації внутрішнього повітря в двох симетричних перерізах моделі приміщення та дослідження межової стратифікаційної верстви („температурного перекриття”) за змінної потужності джерел тепловиділень та змінних площ отворів для притоку і витoku повітря за дії систем термовипіральної безтрубопровідної вентиляції (“аерації”). А також визначення значень показників температурної ефективності загальної вентиляції та припідлогового простору приміщення .

Методика досліджень. Дослідження розподілення температур внутрішнього повітря і межової стратифікаційної верстви моделі природно вентиляованого приміщення з джерелами тепловиділень різної теплопродуктивності і різними площами отворів для витoku і притоку повітря та різними їх геометричними розмірами виконували на дослідницькому комплексі, схема якого зображена на рис 1, а загальний вигляд – на рис. 2. Джерелами тепловиділень були використані зафарбовані жарівки різної потужності.

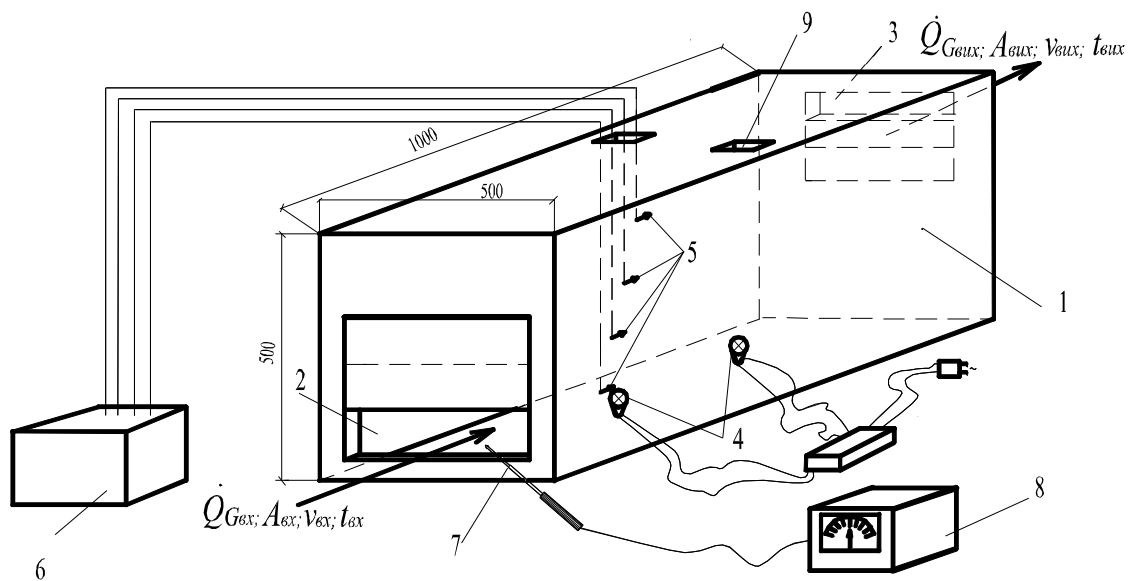


Рис. 1. Схема комплексу для дослідження розподілу температур у вертикальному перерізі приміщення: 1 – модель термоізованого приміщення; 2 – отвір для притікання повітря; 3 – отвір для витікання повітря; 4 – джерела тепла різної теплопродуктивності (затемнені жарівки); 5 – сенсори вимірювання температури повітря в моделі (хромель-копелеві термомпари); 6 – реєстратор температури; 7 – щуп термоелектроанометра ТА-9; 8 – термоелектроанометр ТА-9; 9 – отвір для замірювання температур щупом 7



а



б

Рис. 2. Загальний вигляд моделі природновентильованого приміщення і дослідницького комплексу : а) із зображенням джерел тепловиділень; б) під час виконання досліджень

Результати досліджень зображені у вигляді графічних залежностей температури внутрішнього повітря від висоти її замірювання за джерел тепловиділень різної потужності і різних геометричних розмірів та, відповідно, і різних площ отворів для витoku повітря ($A_{\text{вит}}$) і притоку повітря ($A_{\text{пр}}$), показані на рис. 3–5.

Температурну ефективність загальної вентиляції доцільно оцінювати за температурним показником приміщення $\eta_t(m_t)$ [17]:

$$\eta_t = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{пр}}}{t_{\text{внт}} - t_{\text{пр}}}, \quad (1)$$

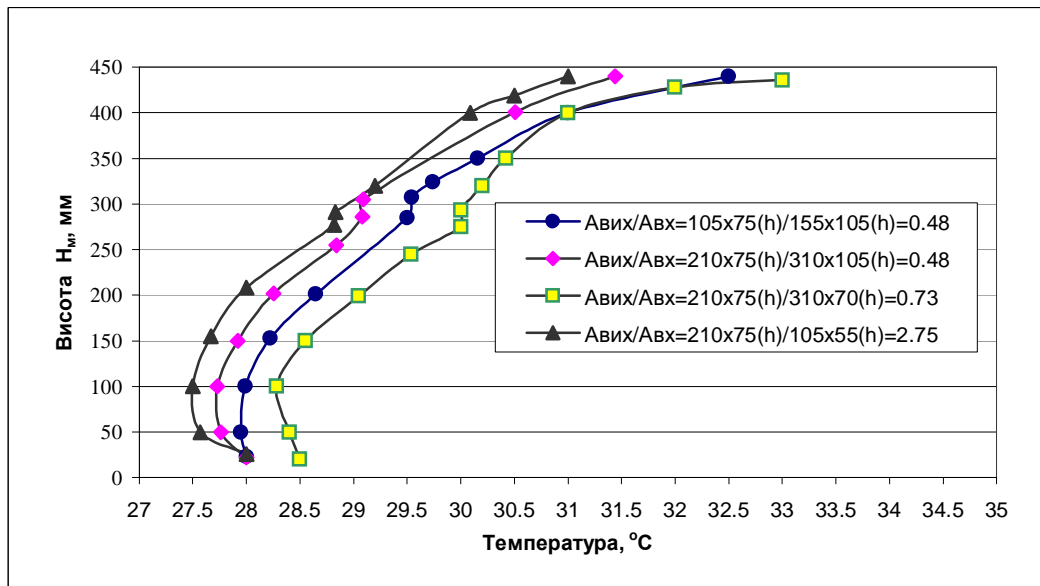


Рис.3. Зміна температури внутрішнього повітря по висоті моделі приміщення за продуктивності джерел тепла 2x40Вт

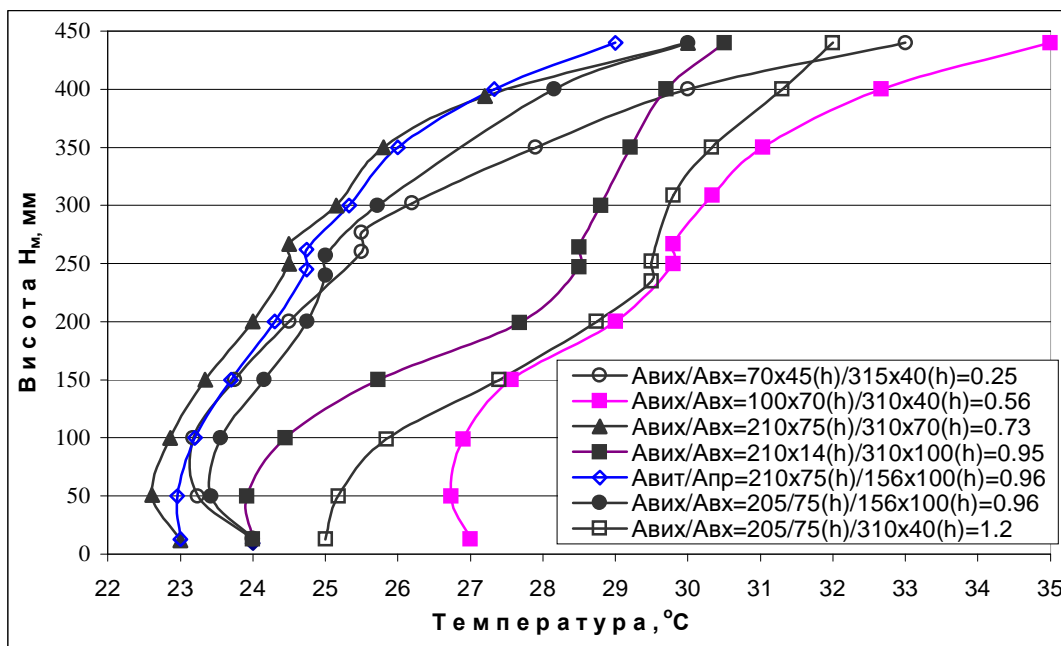


Рис. 4. Зміна температури внутрішнього повітря по висоті моделі приміщення за продуктивності джерел тепла 2x60Вт

а також за температурним показником припідлогового простору:

$$\eta_{t_{плл}} = \frac{t_{плл} - t_{пр}}{t_{вит} - t_{пр}}, \quad (2)$$

де t_v – середня температура внутрішнього повітря нижча від межої стратифікаційної верстви, $^{\circ}\text{C}$; $t_{пр}$ – середня температура у вхідному отворі моделі, $^{\circ}\text{C}$; $t_{вит}$ – середня температура у вихідному отворі моделі, $^{\circ}\text{C}$; $t_{плл}$ – температура припідлогового простору, $^{\circ}\text{C}$.

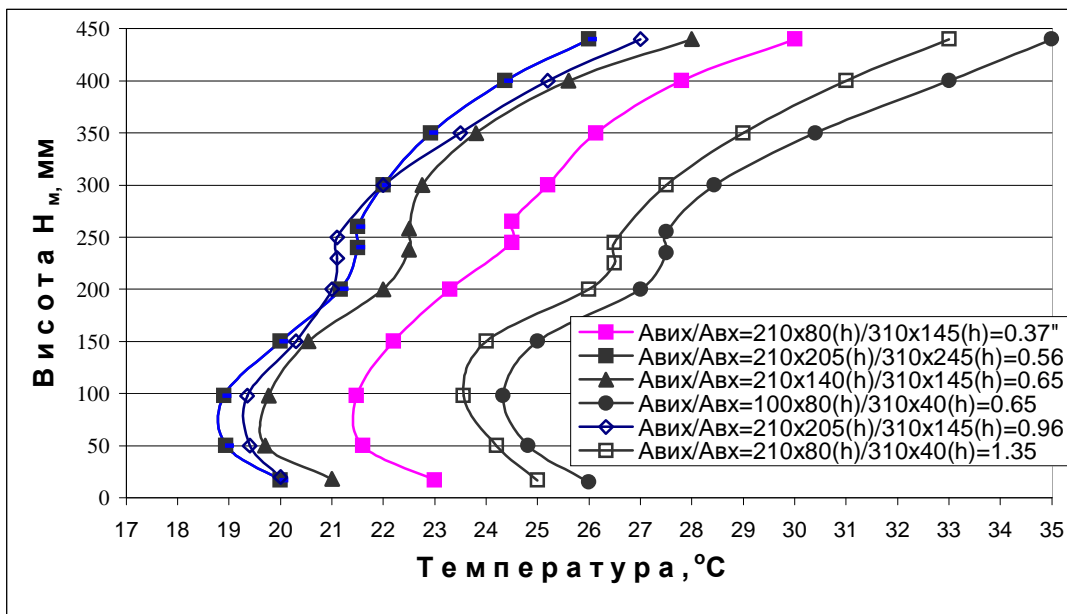


Рис. 5. Зміна температури внутрішнього повітря по висоті моделі приміщення за продуктивності джерел тепла 2x75Вт

На основі результатів досліджень моделі природно вентильованого приміщення розраховано значення показників температурної ефективності η_t і $\eta_{t_{плл}}$, які наведені в таблиці.

**Значення показників температурної ефективності η_t і $\eta_{t_{плл}}$
моделі природно-вентильованого приміщення
за різної потужності джерел тепловиділень**

Потужність джерел тепловиділень, Вт	η_t	$\eta_{t_{плл}}$
2x40	0.136	0.29
2x60	0.11	0.2
2x75	0.087	0.18

Висновки: 1. Аналіз графічних залежностей, показаних на рис. 3–5, засвідчує, що:

– зміни (градієнти) температури внутрішнього повітря по висоті моделі приміщення подібні між собою, але залежать від потужності джерел тепловиділень, геометричних розмірів отворів для витоку і притоку повітря та співвідношення їхніх площ;

– на певній висоті, яка дорівнює або дещо перевищує середину висоти моделі приміщення, виникає межа стратифікаційна верства певної товщини, яка характеризується незмінністю

температури, а отже і густини внутрішнього повітря, причому температура цієї верстви дорівнює середньозваженій температурі внутрішнього повітря;

– рівень стратифікаційної верстви залежить переважно від співвідношення площ отворів для витоку і притоку повітря і незначно залежить від потужності джерел тепла: зі зростанням співвідношення цих площ він знижується, а зі зменшенням співвідношення площ – підвищується;

– товщина стратифікаційної верстви зростає зі збільшенням потужності джерел тепловиділень;

2. Значення показників температурної ефективності η_t і $\eta_{t,mll}$ зменшуються із збільшенням потужності джерел тепловиділень.

1. Кудрявцев Є.В. Моделирование вентиляционных систем. – М.: Стройиздат, 1950. 2. Дудинцев Л.М., Монахова А.М. Методика моделирования вентиляционных помещений при выделении тепла и газов // Науч. работы ин-тов охраны труда. – 1966. – Вып. 39. 3. Кузьмина Л.В. Середнева И.С. К вопросу моделирования вентиляции помещений при выделении токсичных газов // Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС. – 1971. – Вып. 74. 4. Вышневецкий Е.П. Характеристика вентиляции помещений при нестационарных режимах выделения вредных веществ // Водоснабжение и санитарная техника. – 1972. – №1. 5. Вышневецкий Е.П., Хирви В.А. Методика кондуктометрических измерений при исследовании систем вентиляции на гидромоделях // Водоснабжение и санитарная техника. – 1969. – № 8. 6. Мелик-Аракелян А.Т. Исследование организации воздухообмена в кондиционируемых помещениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1979. 7. Щербатюк Б.І., Звягін В.М. Кондуктометричні вимірювання під час досліджень вентиляції приміщень на гідромоделях // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. Теорія і практика будівництва. – №520. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – С.195–200. 8. Батурич В.В. Основы промышленной вентиляции. – Изд. 3-е. – М.: Профиздат, 1965. 9. Корбут В.П. Энергозберігаючі технології створення повітряно-теплових режимів теплових електростанцій. Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – К., 2003. – 35 с. 10. Довгалюк В.Б. Зональна вентиляція турбінних відділень атомних електростанцій. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 1989. – 20 с. 11. Живов А.М., P.V. Nielsen, G. Riskovski, Шилькрот Е.О. Системы вытесняющей вентиляции для промышленных зданий // Типы областей применения, принципы проектирования, „АВОК”. – 2001. – №5. – С. 36–46. 12. Шилькрот Е.О. Системы вентиляции с воздухораспределителями в полу / Опыт применения „АВОК”. – 2002. – №6. – С. 40–42. 13. Шилькрот Е.О. Системы вентиляции с воздухораспределителями в полу // Температурная стратификация, „АВОК”. – №6. – С. 44–50. 14. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. / Под ред. И.Г. Староверова. – Изд. 3-е. Ч.2 Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1978. – 509 с. 15. H. Skistad, E. Mundt, P.V/ Nielsen, K. Magston, I. Railio. Displacement Ventilation in Non-Industrial Premises. (довідник). – REHVA Guindebook, 2002. 16. Ливчак А.В. Вытесняющая вентиляция в школах // АВОК. – 2004. – №8. 17. Жуковський С.С. Оцінювання термовипіральної деяких сучасних вентиляційних систем приміщень // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка „Теорія і практика будівництва” №600. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2007. – С.125–132.