

**Басок Б.І.**, член-кор. НАН України, д-р техн. наук, професор  
**Давиденко Б.В.**, д-р техн. наук, старш. наук. співр.  
**Гончарук С.М.**, канд. техн. наук, старш. наук. співр.  
**Лисенко О.М.**, канд. техн. наук  
Інститут технічної теплофізики НАН України

## **ЧИСЕЛЬНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТАНУ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД**

При дослідженні теплового стану будівель виникає необхідність в розрахунку температурних полів, розподілу температури повітря в об'ємі приміщень і по поверхнях стін, вікон та по інших внутрішніх поверхнях, полів швидкості руху повітря та тиску в об'ємі приміщень та біля поверхонь будівлі. Експериментальні методи натурних досліджень для вирішення задачі комплексного аналізу теплового режиму будівлі не набули широкого розповсюдження через суттєву складність їх реалізації. Також для визначення температурного поля всередині огорожувальної конструкції (ОК) проведення такого експерименту практично неможливе. Для дослідження теплового режиму будівлі в цілому експериментальні дослідження в основному проводять для верифікації створеної теплофізичної моделі досліджуваного процесу або ж для визначення реальних теплотехнічних параметрів ОК, що закладають в граничні умови теплофізичного моделювання. Тобто для вирішення комплексної задачі по дослідженню теплового режиму будівлі в цілому слід застосовувати розрахунково-експериментальний підхід.

В даній роботі розглядаються результати застосування вдосконаленої теплофізичної чисельної моделі теплоперенесення всередині будівлі, з використанням якої було встановлено характерні особливості розподілу температури в будівлі в залежності від розміщення приміщень в її загальному об'ємі та визначено тепловтрати через ОК за рахунок тепловіддачі з поверхонь огорож та внаслідок інфільтрації.

Для спрощеного розв'язання задачі розрахунку теплового режиму приміщень будівлі, що взагалі можна одержати з розв'язання тривимірної системи рівнянь гідродинаміки та теплоперенесення, в даній роботі використана наближена теплофізична модель приміщення з зосередженими параметрами [1-3]. Згідно з нею, в досліджуваних приміщеннях розглядаються окремі теплообмінні поверхні, температури яких вважаються однорідними. Для проведення теплофізичного моделювання температурного режиму будівлі в цілому проводився гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання будівлі, що дав можливість через визначення витрат теплоносія через окремі розподільчі трубопроводи системи опалення встановити температуру опалювального пристрою в кожному окремому приміщенні будівлі [4].

Проникнення повітря в приміщення здійснюється внаслідок різниці тисків вітрового потоку з навітряної та завітряної сторін будівлі. Крім того, внаслідок різниці температур повітря зовні та всередині будівлі, повітрообміну сприяє природна тяга, що виникає завдяки Архімедовій силі. Для розрахунку вимушеної повітряної течії через окремі приміщення та всю будівлю в цілому складається наближена система рівнянь збереження маси та система рівнянь, що описує перепад тиску в повітряній течії на місцевих опорах (щілинах) заданого розміру. Така система рівнянь складалася для кожного приміщення та будівлі в цілому. З її розв'язання визначається середній тиск в кожному приміщенні та витрати повітря, що надходить з зовнішнього простору до кімнат (з боку надлишкового значення тиску) та витрати повітря, що виходить з кімнат в зовнішній простір з боку знижених рівнів тиску повітряного потоку. Для розрахунку повітрообміну будівлі, що здійснюється шляхом проникнення холодного повітря зовні та його видалення з приміщення через нещільності в віконних рамах та дверях, використовуються дані про розподіл тиску вітрового потоку по поверхнях ОК [5].

Для верифікації запропонованої моделі проведено розрахунок стаціонарного температурного режиму одного з приміщень досліджуваної будівлі. Результати верифікації приведеної моделі з використанням пірометра «Німбус 760» показали задовільне узгодження теоретичних та експериментально отриманих даних. Розбіжність між даними розрахунків та експерименту не перевищувала 4%.

За запропонованою методикою проведено дослідження динаміки температурного режиму

будівлі в цілому при змінних в часі значеннях температури зовнішнього повітря. В якості вихідних даних для розрахунку були використані результати вимірювання за певний період часу температури зовнішнього повітря, температури і витрати теплоносія на вході в систему опалення будівлі. В результаті розрахункових досліджень визначалися залежності від часу температури теплоносія на виході з системи опалення, а також сумарні тепловтрати будівлі. Отримані розрахунковим шляхом значення температури теплоносія на виході з системи опалення порівнювалися з даними експериментальних вимірювань. Розрахункові значення температур теплоносія дещо перевищують експериментальні. Найбільше відхилення спостерігається на початковому періоді, що є наслідком не повної відповідності початкових умов, прийнятих для розрахунку, реальним умовам. З плином часу, по мірі зниження впливу початкових умов на результати обчислень, різниця між розрахунковими і експериментальними величинами зменшується. Подібна картина спостерігається також при порівнянні розрахункових значень тепловтрат будівлі і експериментально знайдених величин сумарної потужності опалювальної системи.

**Висновки.** Вдосконалено чисельну модель для дослідження теплоперенесення всередині будівлі. Розроблено наближений метод чисельного аналізу температурного стану повітряного середовища, ОК та системи опалення будівлі, що ґрунтується на вирішенні задачі теплоперенесення з зосередженими параметрами. Проведено аналіз динаміки температурного режиму будівлі в зимовий період року, визначені рівні тепловтрат з поверхонь його ОК, а також за рахунок інфільтрації. Знайдено характерні особливості розподілу температури в будівлі в залежності від розміщення приміщень в її загальному об'ємі.

#### **Список використаних джерел:**

1. Басок Б.И. Температурный режим отапливаемого помещения. Приближенная теплофизическая модель / Б. И. Басок, Б. В. Давыденко, С. М. Гончарук, О. М. Лысенко // Пром. теплотехника. – 2013. – Т. 35, № 4. – С. 23-30.
2. Басок Б.И. Эффективность прерывистого режима отопления помещений / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, С.М. Гончарук, О.М. Лысенко // Пром. теплотехника. – 2013. – Т. 35, № 6. – С. 39-46.
3. Басок Б.И. Теплофизичне моделювання теплового режиму будівлі / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, С.М. Гончарук, М.П. Новицька // Энергобережения та промислова безпека: виклики та перспективи: Е61 наук.-техн. зб.: матеріали II Міжнар. наук.-пр. конф. (Київ, 4-5 червня 2019 р.). – К.: Основа, 2019. – С. 9-19.
4. Басок Б.И. Гидравлический расчет системы отопления здания / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, С.М. Гончарук, М.П. Новицька // Энергобережения та промислова безпека: виклики та перспективи: Е61 наук.-техн. зб.: матеріали III Міжнар. наук.-пр. конф. (Київ, 2-3 червня 2020 р.). – К.: Основа, 2020. – С. 89-103.
5. Гончарук С.М. Теплофизичні аспекти підвищення енергоефективності громадських будівель / С.М. Гончарук, О.М. Лисенко // – КИЇВ: НАУКОВА ДУМКА (монографія), 2021. – 230 с.

#### **References:**

1. Basok B.I. Temperature regime of a heated room. An approximate thermophysical model / B.I. Basok, B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk, O.M. Lysenko // Promishlennaya teplotekhnika. – 2013. T.35, №4. – P. 23-30.
2. Basok B.I. Efficiency of intermittent heating regime of room / B.I. Basok, B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk, O.N. Lysenko // Promishlennaya teplotekhnika. – 2013. T.35, №6. – P. 39-46.
3. Basok B.I. Thermophysical modeling of the thermal regime of the building / B.I. Basok, B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk, M.P. Novitskaya // Energy saving and occupation safety: challenges and opportunities: E61 scientific and technical collection: materials of the II International scientific and practical conference (Kyiv, June 4-5, 2020). – K.: Osнова, 2019. – P. 9-19.
4. Basok B.I. Hydraulic calculation of the heating system of the building / B.I. Basok, B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk, M.P. Novitskaya // Energy saving and occupation safety: challenges and opportunities: E61 scientific and technical collection: materials of the III International scientific and practical conference (Kyiv, June 2-3, 2020). – K.: Osнова, 2020. – P. 89-103.
5. Goncharuk S.M. Thermophysical aspects of increasing the energy efficiency of public buildings / S.M. Goncharuk, O.M. Lysenko // – KYIV: NAUKOVA DUMKA (monograph), 2021. – 230 p.