

**Басок Б. І.**, чл. кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.,  
**Давиденко Б. В.**, д-р техн. наук, с.н.с.,  
**Гончарук С. М.**, канд. техн. наук,  
**Лисенко О.М.**, канд. техн. наук,  
Інститут технічної теплофізики НАН України

## **МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООВОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОФІЗИЧНОГО ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

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 навколо 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 теплопереносу 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 теплопереносу, в даній роботі використана наближена теплофізична модель приміщення з зосередженими параметрами [1-2]. Згідно з нею, в досліджуваних приміщеннях розглядаються окремі теплообмінні поверхні, температури яких вважаються однорідними.

Проникнення повітря в приміщення здійснюється внаслідок різниці тисків вітрового потоку з навітряної та завітряної сторін будівлі. Крім того, внаслідок різниці температур повітря ззовні 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 витрат 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 ззовні та його видалення з приміщення через нещільності в віконних рамах та дверях, використовуються дані про розподіл тиску вітрового потоку по поверхнях ОК [3-4].

Для верифікації запропонованої моделі проведено розрахунок стаціонарного температурного режиму одного з приміщень досліджуваної будівлі. Результати верифікації приведеної моделі з використанням пірометру «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 теплопереносу всередині будівлі. Розроблено наближений метод чисельного аналізу температурного стану повітряного середовища, ОК та системи опалення будівлі, що ґрунтується на вирішенні задачі теплопереносу 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 отопляемого помещения. Приближенная теплофизическая модель / Б. И. Басок, Б. В. Давыденко, С. М. Гончарук, О. М. Лысенко // Промышленная теплотехника. – 2013. – Т. 35, № 4. – С. 23-30.
2. Басок Б.И. Теплофизическое моделирование температурного режима здания (на примере административного корпуса ИТТФ НАН Украины) / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, М.П. Новицкая, С.М. Гончарук, О.Н. Лысенко // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної конференції «Проблеми промислової теплотехніки», м. Київ, Україна, 20-23 жовтня 2015 р. [електронний ресурс].
3. Давиденко Б.В. Аэродинамические характеристики триэтажных гражданских зданий / Б.В. Давыденко, С.М. Гончарук, А.О. Лунин, А.И. Тесля // Промышленная теплотехника. – 2009. – Т. 31, №7. – С. 81-84.
4. Басок Б.И. Теплоотдача с поверхностей ограждающих конструкций трехэтажного административного здания / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, М.П. Новицкая, С.М. Гончарук, А.И. Тыринов // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, № 2. – С. 81-86.

#### **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. Thermophysical simulation of the temperature regime of a building (on the example of the administrative building of ITTF NAS of Ukraine) / B.I. Basok, B.V. Davydenko, M.P. Novitskaya, S.M. Goncharuk, O.N. Lysenko // Proceedings of the IX International Conference "Problems of Industrial Heat Engineering", Kyiv, Ukraine, October 20-23, 2015 [electronic resource].
3. Davydenko B.V. Aerodynamic characteristics of three-storied civic buildings / B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk, A.O. Lunin, A.I. Teslya // Industrial heat engineering. - 2009. - Vol. 31, No. 7. - P. 81-84.
4. Basok B.I. Heat transfer from external surfaces of three-storied civic building / B.I. Basok, B.V. Davydenko, M.P. Novitskaya, S.M. Goncharuk, A.I. Tyrinov // Industrial Heat Engineering. - 2012. - V. 34, № 2. - p. 81-86.