

ВПЛИВ ЗМІНИ ЗБУРЮЮЧИХ ФАКТОРІВ НА РІВЕНЬ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ НА ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХНЯХ БУДИНКІВ

¹Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, Харків;

²Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

Проаналізовано вплив на рівень коефіцієнтів тепловіддачі таких факторів як температура зовнішнього повітря і зміна його швидкості. Об'єктом дослідження є комплекс будівель Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України (ІП Маш НАН України).

Для зниження енергоспоживання необхідно визначити теплові втрати через зовнішні огорожувальні конструкції ІП Маш НАН України з урахуванням температури зовнішнього і внутрішнього повітря, швидкості і напрямку вітру.

Для коректного визначення теплових втрат необхідно визначити уточнений коефіцієнт опору теплопередачі. Тому на першому етапі визначають коефіцієнти тепловіддачі на зовнішніх конструкціях ІП Маш НАН України, які залежать від швидкості вітру, його напрямку, зміни по висоті, а також температури зовнішнього повітря.

Проектною документацією Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного передбачені такі будівлі: висотний 16-поверховий корпус (корпус № 1); 2-поверховий лабораторний корпус (стендова, корпус № 2); конференц-зал на 500 місць (корпус № 3); корпус № 4, а також допоміжні споруди: повітродувна станція; насосна оборотного водопостачання; градирня; прохідна, будівля для автотранспорту цивільної оборони.

З використанням чисельного моделювання проаналізовано характер обтікання вітровим потоком згаданих вище будівель. Визначено розміри зони гальмування вітрового потоку, а також розміри зони його відриву від корпусу № 1. Наведено формулу для визначення уточненого коефіцієнта тепловіддачі даху цього корпусу. Коефіцієнти тепловіддачі визначено для кожного типу панелі. На навітряній стороні будівлі коефіцієнти тепловіддачі визначено в залежності від пульсаційної складової швидкості вітру, з урахуванням зміни цієї швидкості по висоті корпусу. Коефіцієнти тепловіддачі в зоні відриву визначено в залежності від розмірів цієї зони і швидкості вітру у цій зоні.

Для визначення впливу зовнішніх збурень, розрахунок коефіцієнтів тепловіддачі виконано для двох значень температури зовнішнього повітря: $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результати досліджень показують, що уточнений коефіцієнт тепловіддачі на зовнішніх панелях корпусу № 1 істотно залежить від швидкості вітру та її зміни по висоті корпусу, напрямку вітру і температури зовнішнього повітря.

Ключові слова: швидкість вітру, коефіцієнти тепловіддачі, зовнішні поверхні будівлі, тепловий режим.

Вступ

В холодний період року усереднена температура повітря в приміщеннях залежить від втрат тепла через зовнішні конструкції будівель, а також тепла яке надходить від системи опалення. Сукупність цих факторів і процесів, які впливають на тепловий баланс в приміщеннях, називають тепловим режимом.

Тепловий режим висотного корпусу Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України визначається об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями з істотно різними особливостями його формування в приміщеннях, зумовленими їх технологічним призначенням та застосовуваними системами регулювання мікроклімату. Тому потрібен системний підхід для врахування всіх факторів і основних типових елементів, з яких складається будівля як єдина теплоенергетична система.

Для зниження енергоспоживання необхідно розробити уточнену методику визначення комплексу характеристик, основу на вимірюванні температури зовнішнього повітря, швидкості потоків і на розв'язанні нестационарних диференціальних рівнянь теплопереносу. Ця методика призначена для

проведення масових обстежень на новому рівні точності й повноти отриманих відомостей для забезпечення енергоефективності конструкцій будівлі. Такий метод визначення коефіцієнта теплопередачі вдалося розробити для типових елементів будинків масових серій [1]. Аналіз показує, що значення термоопору за цією методикою відрізняється на більше, ніж на 1 %, від методики, наведеної в [2].

Тепловий режим висотної будівлі залежить від підвищених значень вітрового тиску на зовнішні стіновій конструкції будівель (вітрове навантаження), а також пов'язаний з температурою зовнішнього повітря. Якщо для малоповерхових будівель вітровий тиск прийнято вважати рівномірним для всієї будівлі, то для висотної споруди в розрахунках тепловтрат приміщеннями необхідно враховувати зміну швидкості вітру по його висоті. Підвищена висота будівлі визначає процес обтікання його зовнішніх поверхонь вітром, що зумовлює відмінність в умовах теплообміну для зовнішніх стін приміщень, розташованих на різних поверхах. Дослідження [3], [4] показують, що зі збільшенням швидкості вітру по висоті від поверхні землі за різних станів атмосфери, перш за все в холодний період року необхідно враховувати не тільки осереднене значення коефіцієнтів тепловіддачі (КТВ), але і їх локальні значення з урахуванням напрямку і швидкості вітру та температури зовнішнього повітря.

Мета роботи — визначення індивідуальних значень коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішніх поверхнях висотного корпусу ІП Маш НАН України в залежності від швидкості вітру і її розподілу по висоті будівлі корпусу, напрямку вітру, а також температури зовнішнього повітря.

Результати дослідження

Для аналізу впливу зовнішніх збурюючих факторів на КТВ як базові для проведення розрахунків дослідження прийнято, що вітер північний, значення його швидкості складають $U = 5 \text{ м/с}$, 10 м/с , 15 м/с , температура зовнішнього повітря для холодної п'ятиденки м. Харкова $t_{3,п} = -23 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{3,п} = -7 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Для визначення КТВ в залежності від структури потоку і швидкості вітру панелі пронумеровано, рис. 1, 2.

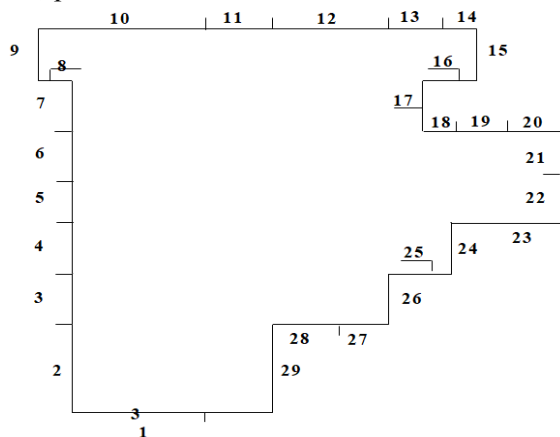


Рис. 1. Нумерація панелей типового поверху висотного корпусу

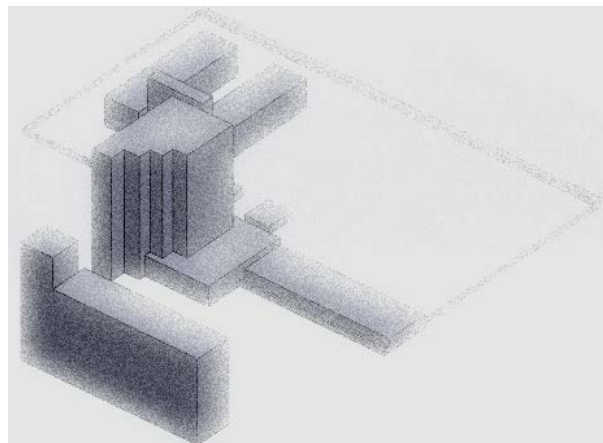


Рис. 2. Нумерація зовнішніх панелей висотного корпусу в ІП Маш ім. А. Н. Підгорного НАН України

На першому етапі проводиться моделювання обтікання повітряним потоком вищевказаного комплексу для аналізу розподілу швидкості вітру уздовж нього та по висоті. Зміну КТВ визначають для кожної сторони адміністративної будівлі, а саме на навітряній стороні утворюється зона гальмування повітряного потоку і градієнта. Уздовж кутів утворюються зони відриву. Таким чином встановлюється, що на навітряній стороні будівлі в зоні гальмування КТВ залежать від пульсаційної складової швидкості вітру, в градієнтній залежать від розподілу швидкості по висоті. В зонах відриву від розмірів зони відриву і швидкості в цій області.

Дослідженнями впливу зміни температури зовнішнього повітря на КТВ встановлено, що при обдуванні східним вітром первинний відрив потоку відбувається відразу ж на лобових (передніх) гострих кромках, в результаті майже всі фасади постійно знаходяться в зоні зворотного-циркуляційної течії. Деякі з цих зон є стійкими і не змінюються в часі. До таких зон можна віднести стаціонарний вихор, що локалізується в заглибленні профілю на лобовій поверхні, і два квазіусталених вихори у південній частині контуру корпусу. У північній і західній частинах поверхонь корпусу обтікання є нестационарним, зі змінним напрямком потоку вздовж контуру будівлі через почерговий зрив вихорів з його бічних поверхонь (рис. 3).

Коли вітровий потік обтікає будівлю, на навітряній стіні, а також над дахом; за будівлею утворюються замкнуті циркуляційні зони, характер і розміри яких залежать від геометричних розмірів будів-

лі, наявності сусідніх будівель, їх відносного розташування і відстані між ними. Ця обставина диктує необхідність уточнити коефіцієнт тепловіддачі на даху, який можна визначити за формулою [5]

$$\alpha_{i\text{cp}}^{\text{KP}} = 3,0 + 3,03 \cdot U. \quad (1)$$

Як впливає з формули (1), зі зміною швидкості вітру в діапазоні від 5 до 15 м/с, КТВ змінюється від 17 до 40 Вт/(м²°C), відповідно.

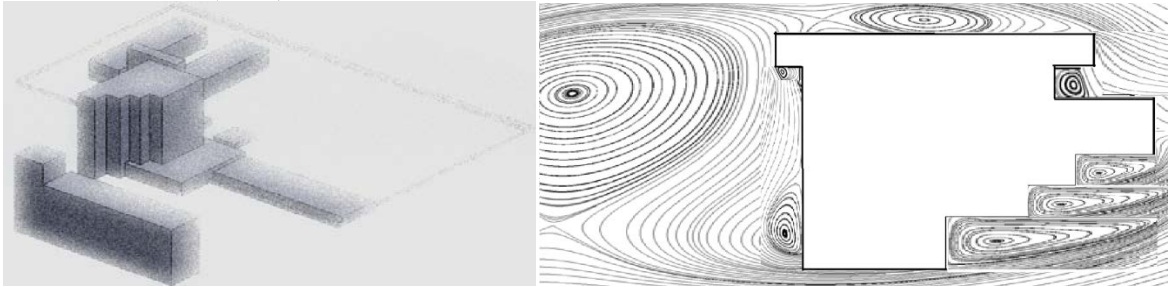


Рис. 3. Схема обтікання повітрям досліджуваного висотного корпусу

Розрахункові дослідження зміни коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішній поверхні висотного корпусу проведені методом чисельного моделювання. Для визначення КТВ на навітряній поверхні висотного корпусу встановлюється ширина зони градієнтної течії. Після чого встановлюється залежність КТВ в зоні гальмування від пульсаційної складової швидкості вітру, а в зоні градієнтної течії — від зміни швидкості повітряного потоку по висоті. В результаті спільного розв'язання рівнянь збереження імпульсу, маси і енергії визначена висота зони відривної течії і коефіцієнт тепловіддачі на боковій частині будівлі.

У табл. 1 подані результати розрахункового визначення коефіцієнтів тепловіддачі за швидкості вітру $U = 15$ м/с і температурах зовнішнього повітря $t_{\text{з.п.}} = -23$ °C, $t_{\text{з.п.}} = -7$ °C.

Таблиця 1

Зміна КТВ (Вт/м²°C) за швидкості вітру $U = 15$ м/с і температурі зовнішнього повітря $t_{\text{з.п.}} = -23, -7$ °C

| № поверху | Номери панелей | | | | | | $t_{\text{з.п.}} = -23$ °C | $t_{\text{з.п.}} = -7$ °C |
|-----------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|---------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| | α_2 | α_3 | α_4 | α_5 | α_6 | α_7 | | |
| 1 | 63,1 | 76,7 | 85,7 | 76,7 | 63,1 | — | 90,2 | 87,5 |
| | 64,3 | — | 83,1 | — | 61,3 | — | 118,7 | 111,1 |
| 2 | — | — | — | — | — | — | | |
| 3 | — | — | — | — | — | — | 135,0 | 126,7 |
| 4 | — | — | — | — | — | — | 146,7 | 137,6 |
| | — | 132,9 | 148,5 | 148,5 | 132,9 | — | | |
| 5 | — | 124,6 | 139,3 | 139,3 | 124,6 | — | 156,3 | 146,6 |
| | — | — | — | — | — | — | | |
| 6 | 114,9 | 139,6 | 156,0 | 156,0 | 139,6 | 114,9 | 164,2 | 154,0 |
| | 107,8 | 130,9 | 146,3 | 146,3 | 130,9 | 107,8 | — | — |
| 7 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 9 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 129,2 | 156,8 | 175,3 | 175,3 | 156,8 | 129,2 | | |
| 10 | 121,2 | 147,1 | 164,4 | 164,4 | 147,1 | 121,2 | 184,5 | 173,1 |
| 11 | 132,0 | 160,21 | 179,1 | 179,1 | 160,2 | 132,0 | 188,5 | 176,9 |
| | 123,8 | 149,8 | 170,6 | 170,6 | 149,8 | 123,8 | | |
| 12 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 14 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 172,0 | 192,3 | — | — | — | | |
| 15 | — | 161,5 | 180,5 | — | — | — | 202,4 | 190 |
| 16 | 144,0 | — | 192,3 | 192,3 | — | — | — | 192,8 |
| | 135,0 | — | 183,2 | 183,2 | — | 135,0 | — | — |
| 17 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 18 | 183,9 | 205,5 | 205,5 | 183,9 | — | — | — | — |
| 19 | 172,6 | 192,9 | 192,9 | 172,6 | — | 216,3 | 203,0 | — |

В табл. 2, 3 наведені КТВ, з урахуванням зміни швидкості вітру по висоті, котра визначається згідно з [6]

$$U(h) = U_0 \left(\frac{h}{10} \right)^{0,25} \quad (2)$$

Таблиця 2

Зміна значення коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішніх панелях поверхонь № 1, 28, 27, 25, 23

| № поверху | h_i^m , м | $U_0 = 5 \text{ м/с}$ | | $U_0 = 10 \text{ м/с}$ | | $U_0 = 15 \text{ м/с}$ | | Панель № 29 | | | |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | $U(h_i)$ | $\alpha_3^{\text{вн}}$ | $U(h_i)$ | $\alpha_3^{\text{вн}}$ | $U(h_i)$ | $\alpha_3^{\text{вн}}$ | $U_0 = 5 \text{ м/с}$ | $\alpha_3^{\text{вн}}$ | $U_0 = 10 \text{ м/с}$ | $U_0 = 15 \text{ м/с}$ |
| 1 | 2,1 | 3,4 | 7,44 | 6,7 | 14,76 | 10,15 | 22,33 | Панелі відсутні | | | |
| 2 | 6,3 | 4,5 | 9,79 | 8,9 | 18,28 | 13,36 | 29,39 | 9,06 | 18,14 | 27,2 | 27,2 |
| 3 | 10,5 | 5,1 | 11,13 | 10,1 | 22,2 | 15,2 | 33,44 | 10,3 | 20,56 | 30,95 | 30,95 |
| 4 | 14,7 | 5,5 | 12,1 | 11,0 | 24,2 | 16,51 | 36,32 | 11,2 | 22,42 | 33,61 | 33,61 |
| 5 | 18,9 | 5,86 | 12,89 | 11,7 | 25,78 | 17,59 | 38,7 | 11,93 | 23,86 | 35,81 | 35,81 |
| 6 | 23,1 | 6,2 | 13,56 | 12,32 | 27,1 | 18,49 | 40,68 | 12,47 | 25,08 | 37,65 | 37,65 |
| 7 | 26,8 | 6,4 | 14,08 | 12,8 | 28,16 | 19,2 | 42,24 | 13,03 | 26,06 | 39,09 | 39,09 |
| 8 | 30,0 | 6,5 | 14,48 | 13,17 | 28,97 | 19,75 | 43,45 | 13,4 | 28,02 | 40,21 | 40,21 |
| 9 | 33,4 | 6,7 | 14,87 | 13,5 | 29,74 | 20,28 | 44,62 | 13,77 | 27,53 | 41,29 | 41,29 |
| 10 | 36,7 | 6,9 | 15,23 | 13,8 | 30,45 | 20,77 | 45,69 | 14,09 | 28,18 | 42,29 | 42,29 |
| 11 | 40,0 | 7,0 | 15,56 | 14,1 | 31,11 | 21,22 | 46,68 | 14,4 | 28,79 | 43,2 | 43,2 |
| 12 | 43,3 | 7,2 | 15,87 | 14,4 | 31,75 | 21,65 | 47,63 | 14,69 | 29,38 | 44,08 | 44,08 |
| 13 | 47,4 | 7,4 | 16,23 | 14,76 | 32,47 | 22,14 | 48,71 | 15,02 | 30,05 | 45,08 | 45,08 |
| 14 | 49,9 | 7,5 | 16,44 | 14,95 | 32,89 | 22,42 | 49,32 | 15,2 | 30,44 | 45,65 | 45,65 |
| 15 | 53,2 | 7,6 | 16,71 | 15,19 | 33,42 | 22,79 | 50,14 | 15,47 | 30,93 | 46,4 | 46,4 |
| 16 | 56,5 | 7,7 | 16,96 | 15,42 | 33,92 | 23,13 | 50,89 | 15,7 | 31,4 | 47,09 | 47,09 |
| 17 | 60,0 | 7,8 | 17,22 | 15,65 | 34,43 | 23,48 | 51,55 | 15,93 | 31,86 | 47,81 | 47,81 |
| 18 | 64,8 | 7,9 | 17,56 | 15,95 | 35,09 | 23,93 | 52,65 | 16,19 | 32,47 | 48,72 | 48,72 |
| 19 | 69,4 | 8,1 | 17,85 | 16,23 | 35,71 | 24,35 | 53,57 | 16,52 | 33,04 | 49,58 | 49,58 |

Таблиця 3

Коефіцієнти тепловіддачі на завітряній стороні будівлі, панелі № 10—14, 19, 20, 16—18

| № поверху | $U_0 = 5 \text{ м/с}$ | | | | $U_0 = 10 \text{ м/с}$ | | | | $U_0 = 15 \text{ м/с}$ | | | | $U_0 = 5 \text{ м/с}$ $U^{0,667}$ | $U_0 = 10 \text{ м/с}$ $U^{0,667}$ | $U_0 = 15 \text{ м/с}$ $U^{0,667}$ |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | $U(h_i), \text{ м/с}$ | $\alpha_{10,14}^{\text{завтр}}$ | $\alpha_{19,20}^{\text{завтр}}$ | $\alpha_{16,18}^{\text{завтр}}$ | $U(h_i), \text{ м/с}$ | $\alpha_{10,14}^{\text{завтр}}$ | $\alpha_{19,20}^{\text{завтр}}$ | $\alpha_{16,18}^{\text{завтр}}$ | $U(h_i), \text{ м/с}$ | $\alpha_{10,14}^{\text{завтр}}$ | $\alpha_{19,20}^{\text{завтр}}$ | $\alpha_{16,18}^{\text{завтр}}$ | | | |
| 1 | 3,38 | 0,66 | 0,93 | Вимушена конвекція відсутня, тому $\alpha_{\text{прир}} = 4,34$ | 6,7 | 1,04 | 1,47 | Вимушена конвекція відсутня, тому $\alpha_{\text{прир}} = 4,34$ | 10,15 | 1,38 | 1,94 | Вимушена конвекція відсутня, тому $\alpha_{\text{прир}} = 4,34$ | 2,253 | 3,56 | 4,69 |
| 2 | 4,5 | 0,79 | 1,12 | | 8,9 | 1,26 | 1,78 | | 13,36 | 1,65 | 2,33 | | 2,707 | 4,301 | 5,64 |
| 3 | 5,1 | 0,86 | 1,22 | | 10,1 | 1,37 | 1,93 | | 15,2 | 1,8 | 2,54 | | 2,95 | 4,68 | 6,14 |
| 4 | 5,5 | 0,91 | 1,29 | | 11,0 | 1,44 | 2,05 | | 16,51 | 1,90 | 2,68 | | 3,12 | 4,95 | 6,49 |
| 5 | 5,86 | 0,95 | 1,34 | | 11,7 | 1,513 | 2,13 | | 17,59 | 1,98 | 2,79 | | 3,25 | 5,16 | 6,77 |
| 6 | 6,2 | 0,99 | 1,39 | | 12,32 | 1,56 | 2,21 | | 18,49 | 2,05 | 2,89 | | 3,36 | 5,34 | 6,99 |
| 7 | 6,4 | 1,01 | 1,42 | | 12,8 | 1,61 | 2,26 | | 19,2 | 2,1 | 2,96 | | 3,45 | 5,48 | 7,18 |
| 8 | 6,5 | 1,03 | 1,45 | | 13,17 | 1,64 | 2,3 | | 19,75 | 2,14 | 3,02 | | 3,51 | 5,58 | 7,31 |
| 9 | 6,7 | 1,05 | 1,48 | | 13,5 | 1,66 | 2,35 | | 20,28 | 2,18 | 3,07 | | 3,58 | 5,68 | 7,44 |
| 10 | 6,9 | 1,07 | 1,5 | | 13,8 | 1,69 | 2,38 | | 20,77 | 2,22 | 3,12 | | 3,63 | 5,77 | 7,56 |
| 11 | 7,0 | 1,08 | 1,52 | | 14,1 | 1,71 | 2,41 | | 21,22 | 2,25 | 3,17 | | 3,69 | 5,83 | 7,67 |
| 12 | 7,2 | 1,09 | 1,54 | | 14,4 | 1,74 | 2,45 | | 21,65 | 2,28 | 3,21 | | 3,74 | 5,93 | 7,78 |
| 13 | 7,4 | 1,11 | 1,57 | | 14,76 | 1,77 | 2,49 | | 22,14 | 2,31 | 3,26 | | 3,79 | 6,02 | 7,89 |
| 14 | 7,5 | 1,12 | 1,58 | | 14,95 | 1,78 | 2,51 | | 22,42 | 2,33 | 3,29 | | 3,83 | 6,07 | 7,96 |
| 15 | 7,6 | 1,132 | 1,59 | | 15,19 | 1,79 | 2,54 | | 22,79 | 2,36 | 3,32 | | 3,87 | 6,14 | 8,05 |
| 16 | 7,7 | 1,14 | 1,61 | | 15,42 | 1,82 | 2,56 | | 23,13 | 2,38 | 3,36 | | 3,91 | 6,2 | 8,13 |
| 17 | 7,8 | 1,16 | 1,63 | | 15,65 | 1,84 | 2,59 | | 23,48 | 2,41 | 3,39 | | 3,95 | 6,26 | 8,2 |
| 18 | 7,9 | 1,16 | 1,64 | | 15,95 | 1,86 | 2,62 | | 23,93 | 2,44 | 3,43 | | 3,97 | 6,34 | 8,31 |
| 19 | 8,1 | 1,19 | 1,67 | | 16,23 | 1,88 | 2,65 | | 24,35 | 2,46 | 3,47 | | 4,04 | 6,42 | 8,41 |

Як впливає з табл. 1, КТВ для панелей 2—7 на рівні першого поверху змінюються від 63,1 Вт/(м²°С) до 76,7 Вт/(м²°С) і зростають більше, ніж удвічі на рівні 19 поверху. При цьому слід зазначити, що зміна температури зовнішнього повітря істотно впливає на них. За зміни температури від –7 °С до –23 °С КТВ змінюється щонайбільше на 10 %.

Подальші дослідження показали, що КТВ істотно залежить від швидкості вітру, його напрямку і висоти. Так для панелей (табл. 2) 25, 23, 28, 27 спостерігаємо, що зі зміною швидкості вітру від 5 м/с до 10 м/с КТВ зростає більше, ніж утричі. Слід зазначити, що на рівні першого поверху нормоване значення КТВ згідно з [2], досягається за швидкості вітру 15 м/с. При цьому бачимо, що у разі зростання швидкості вітру з висотою корпусу, КТВ також істотно змінюється.

Деяку іншу картину спостерігаємо для панелей, які знаходяться на завітряній стороні. Коефіцієнт тепловіддачі змінюється в діапазоні від 0,66 Вт/(м²°С) до 1,67 Вт/(м²°С), коли швидкість вітру 5 м/с, зі зміною швидкості вітру до 10 м/с спостерігається зростання КТВ на 60 %.

Висновки

Отже, коефіцієнти тепловіддачі істотно змінюються в залежності від швидкості вітру, висоти, зони обтікання. Зміна температури зовнішнього повітря істотно не впливає на їх значення. Отримані значення КТВ відрізняються від тих, які наведено в [2].

Використання отриманих значень КТВ дозволяє уточнити опір теплопередачі стінових конструкцій досліджуваного корпусу. Так для панелі 1 при швидкості вітру 5 м/с опір теплопередачі змінюється від 2 (м²°С)/Вт до 2,7 (м²°С)/Вт. При цьому тепловтрати відрізняються більше, ніж на 15...20 %. Це дозволяє в подальшому розробити:

– заходи, спрямовані на перехід до низькотемпературної системи опалення або інші заходи з урахуванням зміни зовнішніх збурювальних впливів, визначити призначення приміщень (температура повітря в середині приміщень).

– математичну модель теплового режиму приміщень для визначення температури опалювальних приладів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Н. О. Орлова, «Вплив зовнішніх збурень на теплові режими будинків.» автореф. дис. канд. техн. наук, НАН України, Ін-т пробл. машинобуд. ім. А. М. Підгорного, Харків, Україна, 2008, 20 с.
- [2] ДБН В.2.2-15-2005, *Державні будівельні норми. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення*, [На заміну СНиП 2.08.01-89; чинні від 2006-01-01]. Київ, Україна: Мінбуд України, 2005, 35 с.
- [3] С. М. Гончарук, «Особливості теплопереносу в адміністративній будівлі з конвекторною системою опалення.» автореф. дис. канд. техн. наук, НАН України, Ін-т техн. теплофізики.
- [4] В. И. Леденев, И. В. Матвеева, *Физико-технические основы эксплуатации наружных кирпичных стен гражданских зданий*, учеб. пос. Тамбов, РФ: Изд-во ТГТУ, 2005.
- [5] А. В. Лыков, *Теоретические основы строительной теплофизики*. Минск: Изд-во АН БССР, 1961.
- [6] Э. И. Ретгер, *Архитектурно-строительная аэродинамика*. Москва, 1984.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 1.10.2020

Орлова Наталья Александрівна — канд. техн. наук, старший науковий співробітник, e-mail: naorl@ukr.net .
Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного, Харків

N. O. Orlova^{1,2}

Influence of Change of Disturbance Factors on the Level of Heat Transfer Coefficients on the Exterior Surfaces of Buildings

¹A. Pidgorny Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv;

²V. N. Karazin Kharkiv National University

This article analyzes the impact on the level of heat transfer coefficients of such factors as: outside air temperature and change in its speed. The object of study is a complex of buildings of the A. Pidgorny Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine.

To reduce energy consumption, it is necessary to determine the heat loss through the external enclosing structures of the A. Pidgorny Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, taking into account the temperature of outdoor and indoor air, wind speed and direction.

To correctly determine the heat loss, it is necessary to determine the specified heat transfer resistance coefficient. Therefore, at the first stage, the coefficients of heat transfer on the external structures of A. Pidgorny Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of the Ukraine are determined, which depend on the wind speed, its direction, changes in height, as well as the temperature of the outside air.

Project documentation of the A. Pidgorny Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine provided the following buildings: 16-storey building (building № 1); 2-storey laboratory (bench) building (building № 2); conference hall for 500 seats, building № 3; housing № 4, as well as the following ancillary facilities: air blower station (its compressor, dismantled); pumping circulating water supply; cooling tower; a separate checkpoint, a structure for civil defense vehicles.

On the basis of numerical modeling the analysis of character of flow around by a wind stream of the given building is carried out. The sizes of a zone of braking of a wind stream and also the sizes of a zone of its separation are defined. The formula for determining the specified heat transfer coefficient on the roof is given. Heat transfer coefficients are determined for each type of panel. As a result, on the windward side of the building, the heat transfer coefficients are determined depending on the pulsating component of the wind speed, taking into account the change in the latter in height. The heat transfer coefficients in the separation zone are determined depending on its size and speed in this area.

To determine the effect of external perturbations, the calculation of heat transfer coefficients is performed at $t = -23^{\circ}\text{C}$ and $t = -7^{\circ}\text{C}$. As a result of the research it is shown that the specified heat transfer coefficient on the outer panels of the high-rise building of SP Mash NAS of Ukraine significantly depends on the speed and direction of the wind and its change in height.

Keywords: wind speed, heat transfer coefficients, external surfaces, thermal regime.

Orlova Natalia O. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Researcher, e-mail: naorl@ukr.net

Н. А. Орлова^{1,2}

Влияние изменения возмущающих факторов на уровень коэффициентов теплоотдачи на внешних поверхностях домов

¹Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, Харьков;

²Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

Проанализировано влияние на уровень коэффициентов теплоотдачи таких факторов как температура наружного воздуха и изменение его скорости. Объектом исследования является комплекс сооружений Института проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины (ИП Маш НАН Украины).

Для снижения энергопотребления необходимо определить тепловые потери через наружные ограждающие конструкции строений ИП Маш НАН Украины с учетом температуры наружного и внутреннего воздуха, скорости и направления ветра.

Для корректного определения тепловых потерь необходимо уточнить коэффициент сопротивления теплопередачи. Поэтому на первом этапе определены коэффициенты теплоотдачи на внешних конструкциях зданий ИП Маш НАН Украины. Предполагалось, что эти коэффициенты зависят от скорости ветра, его направления, изменения по ее высоте, а также температуры наружного воздуха.

Проектной документацией Института проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины предусмотрены следующие здания: 16-этажный корпус (корпус № 1); 2-этажный лабораторный корпус (корпус № 2, стендовая); конференц-зал на 500 мест (корпус № 3); корпус № 4, а также вспомогательные сооружения: воздухоподводящая станция, насосная оборотного водоснабжения; градирня; отдельная проходная, строение для автотранспорта гражданской обороны.

З использованием числового моделирования проанализирован характер обтекания ветровым потоком корпуса № 1. Определены размеры зоны торможения ветрового потока, а также размеры зоны его отрыва. Приведена формула для определения уточненного коэффициента теплоотдачи крыши. Коэффициенты теплоотдачи определены для каждого типа панели. В результате на наветренной стороне здания коэффициенты теплоотдачи определяются в зависимости от пульсационной составляющей скорости ветра, с учетом изменения последней по высоте. Коэффициенты теплоотдачи в зоне отрыва определяются в зависимости от ее размеров и скорости ветра в этой зоне.

Для определения влияния внешних возмущений, расчет коэффициентов теплоотдачи для корпуса № 1 выполнен при $t_{н.в.} = -23^{\circ}\text{C}$ и $t_{н.в.} = -7^{\circ}\text{C}$. Результаты исследования показывают, что уточненный коэффициент теплоотдачи на внешних панелях корпуса № 1 существенно зависит от скорости и направления ветра и ее изменения по высоте.

Ключевые слова: скорость ветра, коэффициенты теплоотдачи, внешние поверхности, тепловой режим.

Орлова Наталия Александровна — канд. техн. наук, старший научный сотрудник, e-mail: naorl@ukr.net