

## УДК 614.8

О.В. Васильченко, канд. техн. наук, доцент, УЦЗУ,  
М.М. Стець, ГУ МНС Кировоградської обл.

## УТОЧНЕННЯ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ЧЕРЕЗ ДВЕРНИЙ ПРОРІЗ У ПРИМІЩЕННІ ВЕЛИКОЇ ПЛОЩІ

(представлено д-ром техн. наук О.П. Алексеевим)

Показано можливість наближення розрахункового часу евакуації людей через дверний проріз у приміщенні великої площі до експериментальних результатів за допомогою усереднення інтенсивності руху людей у прорізі.

**Ключові слова:** розрахунковий час евакуації, інтенсивність руху.

**Постановка проблеми.** Оболонкові й каркасна конструктивні системи, які використовуються при зведенні більшості висотних адміністративних будинків, дають можливість широко варіювати об'ємно-планувальні рішення в межах кожного поверху, вивільняючи також зальні приміщення великої площі. Це ускладнює планування евакуації людей при надзвичайних ситуаціях, через відсутність жорсткої схеми їхнього руху [1].

При вільному русі людей у межах приміщення, відповідно до ГОСТ 12.1.004-91\*, параметри руху у дверному прорізі визначають по формулі:

$$q_{i+1} = \frac{q_i \cdot b_i}{b_{i+1}}, \quad (1)$$

де  $q_i$ ,  $q_{i+1}$  - інтенсивність руху на попередній і наступній ділянках шляху, м/хв;  $b_i$ ,  $b_{i+1}$  - ширина попередньої й наступної ділянок шляху, м.

Для приміщень великої площі розрахунок по цій формулі може дати значні похибки, пов'язані з тим, що людський потік не займає всю ширину приміщення, і його реальна інтенсивність буде вище розрахункової. Із цього випливає похибка у визначенні інтенсивності потоку через дверні прорізи й, відповідно, часу евакуації.

Похибки в оцінці часу евакуації при надзвичайних ситуаціях у висотних адміністративних будинках з непередбаченою щільністю людей на поверхах можуть привести до жертв і матеріальних втрат. Таким чином, виникає необхідність уточнення параметрів руху людських потоків при русі через дверні прорізи у висотних адміністративних будинках із приміщеннями великої площі.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Задачею даної роботи є уточнення формули розрахунку часу евакуації при русі людського потоку через дверний проріз у приміщенні великої площі.

Розрахунковий час евакуації людей із приміщення можна визначити по формулі, запропонованій в [2]:

$$t_p = \frac{N_i \cdot f_i}{q_D \cdot b_{np}}, \quad (2)$$

де  $t_p$  – розрахунковий час евакуації, хв;  $N$  - кількість людей що евакууються, чол;  $f$  – площа горизонтальної проекції людини,  $m^2$ ;  $q_D$  - розрахункова інтенсивність руху, м/хв;  $b_{np}$  - ширина прорізу, м.

Розрахувати інтенсивність руху людей у прорізі  $q_{np}$  можна по формулі

$$q_{np} = \frac{N \cdot f}{b_{np} \cdot t_{дв}}, \quad (3)$$

де  $t_{дв}$  – час руху по приміщенню.

$$t_{qb} = \frac{l}{V_D}. \quad (4)$$

де  $l$  - довжина шляху руху;  $V_D$  - групова швидкість руху.

Відомо, що перед прорізом під час евакуації часто утворюються локальні ущільнення, які ведуть до збільшення розрахункового часу евакуації [3]. Якщо допустити, що ширина дверного прорізу в приміщенні не викликає істотного уповільнення руху, то можна прийняти  $q_{np} = q_p$ . І в цьому випадку час евакуації людей із приміщення буде відповідати розрахунковому за ГОСТ 12.1.004-91\*. Якщо ж розміри дверного прорізу перешкоджають руху групи людей, то необхідно прийняти  $q_{np} = q_{max}$ , тобто підвищену інтенсивність руху відповідно до розрахунків по (2)-(4). Порівняння отриманих значень показано на рис. 1 для прорізу шириною 1,20 м.

Можна очікувати, що графік реального часу евакуації через проріз буде лежати між крайніми лініями 1 і 2. Причому, при невеликій щільності людського потоку (до 1 люд/м<sup>2</sup>) цей графік буде ближче до лінії 2, а при збільшенні щільності прагнути до лінії 1. Деякі дані, отримані в результаті експериментів за відомостями [3, 4], на-

несені в полі графіка, підтверджують це припущення. Видно, що використання значень  $q_{\max}$  істотно завищує час евакуації людей, а використання значень  $q_p$  – знижує. У діапазоні початкової щільності людського потоку до  $1 \text{ люд}/\text{м}^2$  експериментальні значення часу евакуації ближче до графіка, отриманого при значенні  $q_p$ .

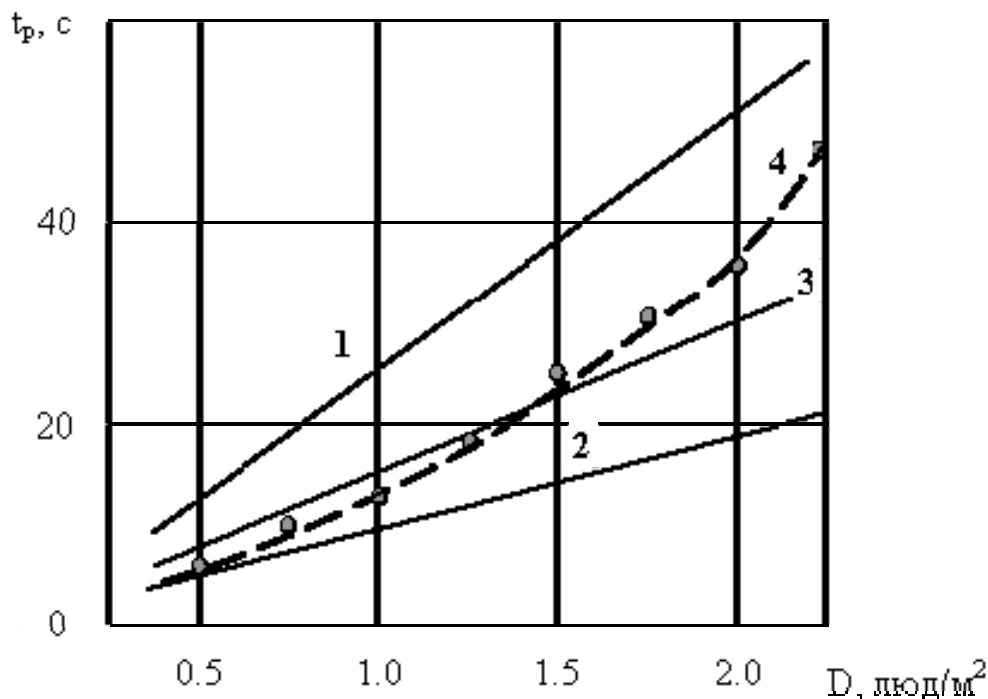


Рис. 1 – Розрахунковий час евакуації залежно від початкової щільності людського потоку із приміщення при ширині проходу 1.2 м: 1 – при використанні  $q_{\text{пр}} = q_{\max}$ ; 2 – при використанні  $q_{\text{пр}} = q_p$ ; 3 – при використанні  $q_{\text{пр}} = 0.5(q_p + q_{\max})$ ; 4 – при апроксимації експериментальних даних за рівнянням (5). Кружками відзначені експериментальні дані

Апроксимувати експериментальні дані можна кривою, що задається рівнянням:

$$t_p = a_0 + a_1 D + a_2 D^2. \quad (5)$$

Коефіцієнти рівняння, визначені за методом найменших квадратів, складають, відповідно:  $a_0 = 1,52$ ;  $a_1 = 4,22$ ;  $a_2 = 6,98$ . Однак, цих даних не достатньо для виведення аналітичної залежності параметрів руху людського потоку. Коли ж прийняти до уваги, що реально в приміщеннях великої площі важко уявити початкову щільність людського потоку вище  $1 \text{ люд}/\text{м}^2$ , то є сенс застосувати інший спосіб наближення до експериментальних даних саме при таких умовах.

Якщо у формулі (2) використовувати значення інтенсивності відповідно середньому значенню інтенсивності  $0,5(q_p + q_{\max})$  руху людського потоку на наступній ділянці шляху (у прорізі), то отриманий графік досить близький до значень, отриманих у результаті екс-

периментів, особливо, в діапазоні початкової щільності людей у приміщенні до  $1,25 \text{ люд/м}^2$ .

**Висновок.** Аналіз графіків на рис. 1, показує, що використання значень інтенсивності людського потоку, що дорівнює  $0,5(q_p+q_{\max})$ , у формулі (2) у діапазоні початкової щільності людей у приміщенні до  $1,25 \text{ люд/м}^2$  краще відповідає реальному часу евакуації людей через дверний проріз у приміщенні великої площі. У всякому разі, використання середнього значення інтенсивності  $0,5(q_p+q_{\max})$  руху людського потоку в прорізі можна використовувати для пошуку аналітичного рівняння, що зв'язує параметри руху людського потоку в приміщенні великої площі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий // Жилищное строительство. – № 8. – 2008. – С. 24-26.

2. Холщевников В. В. Моделирование людских потоков.: Моделирование пожаров и взрывов. - М.: Пожнаука, 2000.

3. Samoshin D.A. Boyce K.E., Shields T.J. An Investigation into Staff Behaviour in Unannounced Evacuation of Retail Stores - Implication for Training and Fire Safety Engineering.//Proceedings of the Eighth International Symposium "Fire Safety Science. – Beijing, China, 18-23 Sept. 2005. – Pp.519-530.

4. Васильченко А.В., Еременко В.А., Пономаренко В.С. О расчете времени эвакуации людей из лечебных заведений // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности».– Вып.6. – Харьков: ХИПБ, 1999.– С. 19-21.

nuczu.edu.ua

А.В. Васильченко, Н.Н. Стец

**Уточнение расчета времени эвакуации через дверной проем в помещении большой площади.**

Показана возможность приближения расчетного времени эвакуации людей через дверной проем в помещении большой площади к экспериментальным результатам с помощью усреднения интенсивности движения людей в проеме.

**Ключевые слова:** расчетное время эвакуации, интенсивность движения.

A.V. Vasilchenko, N.N. Stets

**Clarification of evacuation time through a doorway in the apartment of a large area.**

Possibility of approaching of the estimated evacuation time for people through a doorway in the apartment of large area to the experimental results by means of averaging of people-motion intensity in doorway is showed.

**Key terms:** estimated evacuation time, people-motion intensity.