

**УДК 614.8**

*О.В. Васильченко, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ  
М.М. Стець, УМНС України в Кіровоградській області*

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІТРУ ТА ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ НА  
БЕЗПЕКУ ЗАСТОСУВАННЯ ТРОСОВИХ ТЕХНІЧНИХ  
ЗАСОБІВ РЯТУВАННЯ ЛЮДЕЙ З ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ**

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.М.)

Приведено розрахунок безпечних умов рятування людей за допомогою тросових ТЗР на горизонтальну площадку певної ширини при впливі вітру. Оцінено необхідний гальмівний шлях при використанні ТЗР для спуску.

**Ключові слова:** технічні засоби рятування.

**Постановка проблеми.** Для збільшення ефективності проведення аварійно-рятувальних робіт, евакуаційних заходів при пожежі у висотній будівлі пропонується використовувати додаткові технічні системи протипожежного захисту. До числа подібного устаткування належать і технічні засоби рятування (евакуації) людей, (далі - ТЗР).

Для впровадження та подальшого використання технічних засобів необхідно дослідити різноманітні за принципом дії та характеристиками зразки ТЗР, оцінити безпеку їх практичного застосування при впливі різноманітних несприятливих чинників зовнішнього середовища. При рятуванні людей зі значної висоти за допомогою тросових ТЗР можна очікувати негативний вплив вітру на процес спуску.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У роботах [1, 2] наведено результати досліджень у частині виділення типових груп ТЗР, які можливо використати при рятуванні людей з верхніх поверхів висотної будівлі. Це дозволило визначити основні вимоги щодо комплектування та розміщення ТЗР на поверхах будівлі створити узагальнену методику оцінки фактичного часу рятування людей з висотної будівлі за їх допомогою.

Авторами робіт [3, 4] відмічено, що кожен типовий зразок ТЗР ефективно спрацьовує лише при заданих умовах, у певній обмеженій області, де утворюється так звана робоча зона ТЗР. Для прикладу (рис. 1) схематично зображено зони тросових (1) та рукавних (2) технічних засобів рятування. Документами ДБН В.2.2-9:2009 та ДБН В.2.2-24:2009 у висотних будівлях регламентовано необхідність розташування у межах нижнього поверху кожного протипожежного відсіку (висота якого не повинна перевищувати 30 м) по периметру бу-

динку карнизів або евакуаційних балконів, що виступають за межі фасаду не менше 0,75 м.

**Постановка задачі та її рішення.** Можливість використання ТЗР для рятування буде залежати від того, чи забезпечать вказані розміри карнизів (балконів) при впливі зовнішніх чинників (наприклад, вітру) достатню безпеку користування ТЗР.

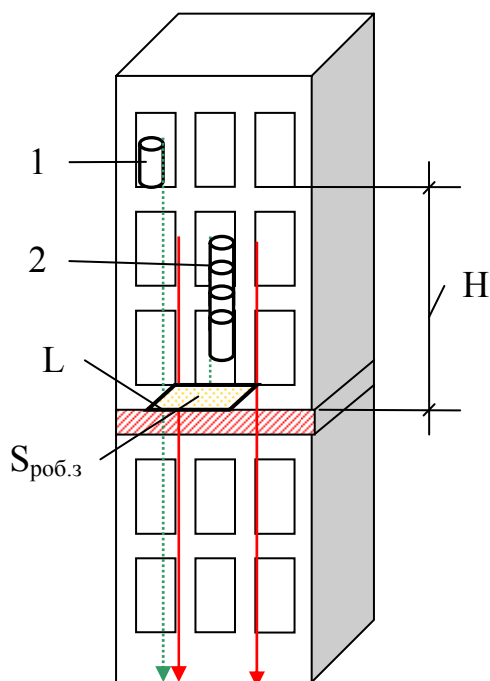


Рис. 1 – Зони ТЗР

Задача складається у тому, щоб визначити відповідність розмірів робочої зони ТЗР рекомендованим розмірам карнизів.

Визначимо кілька параметрів робочої зони ТЗР та дамо оцінку ймовірності травмування людини при спуску з поверху. Припустимо, що під час пожежі на поверсі людина (масою  $m$ ) буде виконувати спуск за допомогою ТЗР з висоти ( $H$ ), при цьому на швидкість її дій впливає паніка, стресова ситуація або небезпечні чинники пожежі.

При наявності вітру, що дме зі швидкістю  $V_B$ , зміщення точки приземлення від центру по горизонтальному напрямку ( $L_1$ ) складе:

$$L_1 = \frac{\rho S_0 V_B^2 H}{mg}, \quad (1)$$

де  $\rho$  - густина повітря;  $S_0$  - ефективна площа людини;  $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$ .

Якщо врахувати допустиме відхилення людини від центру робочої зони ТЗР при виконанні спуску ( $\Delta_1$ ), тоді найменша ширина цієї зони складе:

$$L_{\min} = 2\left(\frac{\rho S_0 V_B^2 H}{mg} + \Delta_1\right), \quad (2)$$

Коли припустити, що робоча зона ТЗР має форму квадрата, то з урахуванням швидкості вітру і висоти спуску її площа ( $S_{P3}$ ) дорівнює:

$$S_{P3} = 4\left(\frac{\rho S_0 V_B^2 H}{mg} + \Delta_1\right)^2, \quad (3)$$

Враховуючи (3), можливо оцінити найбільшу допустиму швидкість вітру, при якому можливий безпечний спуск людини за допомогою ТЗР:

$$V_{B_{\max}} = \sqrt{\frac{mg}{2\rho S_0 H} [\sqrt{S_{P3}} - 2\Delta_1]}, \quad (4)$$

На графіку рис. 2 відображено залежність зміщення точки приземлення людини з певної висоти від швидкості вітру при користуванні тросовим приладом типу "Карусель". За штриховою лінією визначається допустима сила вітру при рятуванні людей на площадку шириною до 75 см з різних висот. Наприклад, вітер швидкістю понад 5 м/с може бути небезпечним при рятуванні з висоти 30 м.

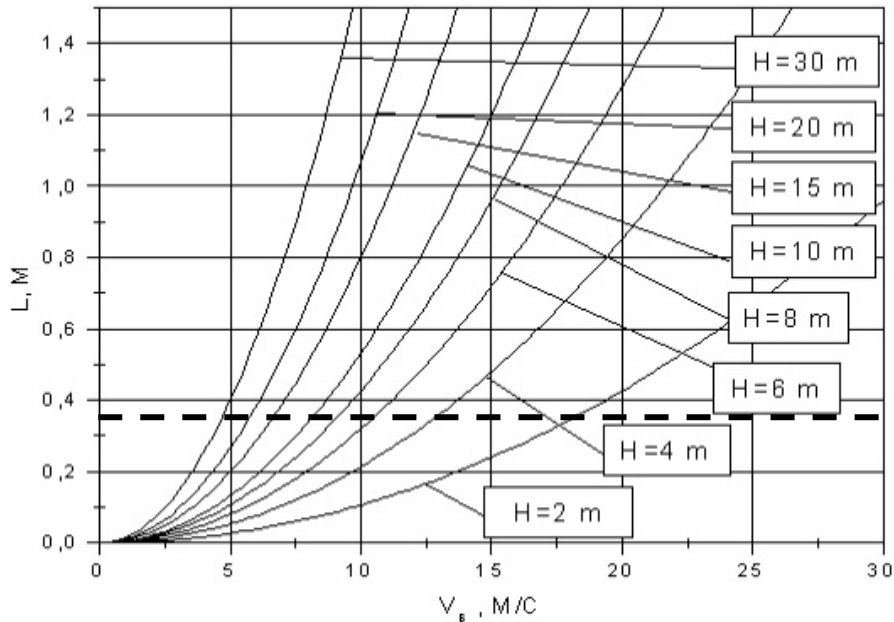


Рис. 2 – Зміщення точки приземлення людини (L) у залежності від швидкості вітру (V<sub>в</sub>) та висоти (H) при користуванні приладом типу "Карусель"

Під час неконтрольованого спуску (що обумовлений панікою або стресом) за допомогою ТЗР і подальшому гальмуванні на людину діє перевантаження. При гальмівному шляху *h* перевантаження *n* складає:

$$n = \frac{H}{h}, \quad (5)$$

при часу дії перевантаження *t*:

$$t = \frac{h\sqrt{2}}{\sqrt{gH}}, \quad (6)$$

Враховавши можливості людини переносити навантаження, можна отримати графічні оціночні залежності гальмівного шляху від висоти спуску. Наприклад, при використанні тросових ТЗР перевантаження діє у напрямку голова–тулуб. На рис. 3 наведено перевантаження, які діють на людину при використанні тросових ТЗР типу "Карусель" при швидкості спуску (1,5...3) м/с.

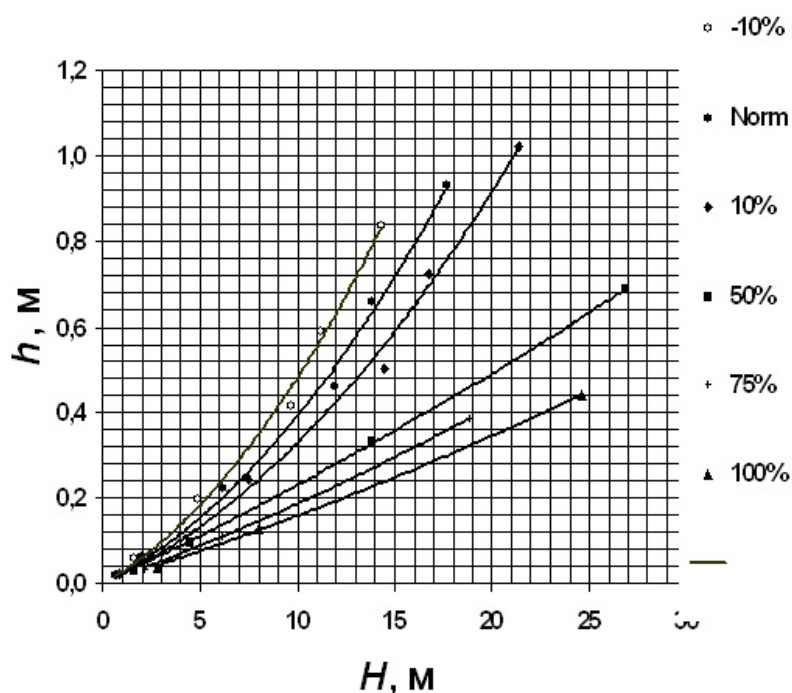


Рис. 3 – Залежність перевантаження від гальмівного шляху ( $h$ ) та висоти спуску ( $H$ ) при користуванні приладом типу "Карусель"

Графік з індексом "Norm" на рис. 3 відповідає допустимому перевантаженню. Графіки з індексами "10%", "50%", "75%", "100%" відповідають перевантаженням, які більше допустимих, відповідно, на 10 %, 50 %, 75 %, 100 % і, таким чином, обумовлюють підвищену вірогідність травмування. Графік з індексом "-10%" описує ситуацію, коли перевантаження на 10 % менше допустимого. Наприклад, при спуску з висоти 23 м гальмівний шлях 0.4 м викликає перевантаження у 2 рази більше допустимого. За приведеними графіками можна визначити, що для безпеки рятування тросовий ТЗР при спуску з висоти (20...30) м повинен забезпечувати гальмівний шлях не менше (1,2...1,5) м.

**Висновки.** У роботі показано можливість визначення безпечних умов рятування за допомогою тросових ТЗР при впливі вітру на

горизонтальную площадку шириной 75 см (соответственно требованиям ДБН В.2.2-9:2009 та ДБН В.2.2-24:2009).

Отримано залежності, які дозволяють рекомендувати необхідний гальмівний шлях при використанні ТЗР для спуску, проаналізувати ймовірність травмування людини і можуть бути використані при проектуванні ТЗР.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Васильченко, О.В. Варіант класифікації технічних засобів евакуації людей з висотних будівель / О.В.Васильченко, М.М.Стець, Т.М.Полуляшна // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних сил. – Харків: ХУПС, 2005. – Вип. 6(6) – С. 98-100.

2. Васильченко, А.В. Расчет фактического времени спасения людей из высотного здания с помощью технических средств / А.В.Васильченко, Н.Н.Стец // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Вип. 25. – Харьков: УГЗУ, 2009. – С. 34-37.

3. Служев В.И. Теоретические принципы опасности падения человека с высоты: Монография. – М.: Академия ГПС МЧС России - 136 с.

4. Харисов Г.Х. Теоретические основы и разработка принципов безопасности людей при несчастных случаях /Дис. д-ра тех. наук. – М.: 1991.

nuczu.edu.ua

А.В. Васильченко, Н.Н. Стец

**Оценка влияния ветра и перегрузки на безопасность применения тросовых технических средств спасения людей из высотного здания**

Приведен расчет безопасных условий спасения людей с помощью тросовых ТСС на горизонтальную площадку определенной ширины при воздействии ветра. Оценен необходимый тормозной путь при использовании ТСС для спуска.

**Ключевые слова:** технические средства спасения.

A.V. Vasilchenko, N.N. Stets

**Estimation of influence of wind and g-load on safety of application of rope rescue devices from a high-rise building**

Calculation of safe conditions of evacuation of people by rope rescue devices on a horizontal platform of certain width at wind influence is demonstrated. The necessary brake way at use of rope rescue devices for descent is estimated.

**Keywords:** rope rescue devices.