

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стандарт СЭВ 383 – 87 Пожарная безопасность в строительстве. Термины и определения.
2. ДСТУ Б В.1.1-4-98 Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.
3. Стандарт СЭВ 1000 – 88 Строительные конструкции. Метод испытаний на огнестойкость
4. Стандарт EN 1363-1:1999 Fire resistance tests – Part 1: General requirements
5. Міждержавний стандарт ГОСТ 30247.0-97 “Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования”
6. Стандарт prEN 13501-2:2000 Fire classification of construction products and buildings elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services
7. Стандарт EN 1363 – 2:1999 Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures

УДК 629.7.067.8: 614.842.6

В.С. Бабенко, канд. техн. наук, Є.С. Базілев

РЯТУВАННЯ ЛЮДЕЙ З ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. ПІДХІД ДО ПРОБЛЕМИ

Технічна оснащеність висотних будівель в Україні на випадок виникнення пожеж, на жаль, не відповідає вимогам сьогодення, що призводить до зростання кількості жертв на пожежах. Тому проблема евакуації людей при пожежах у висотних будівлях, постає досить-таки гостро. У філії Академії наук пожежної безпеки України у південно-східному регіоні проводяться роботи над принципово новою системою евакуації із багатопверхових будівель – “інерційним парашутом”.

В наш час нестабільності політичної обстановки в ряді регіонів Європи та Азії, наявності небезпеки міжнародного тероризму, фактора техногенних катастроф все гостріше постає питання забезпечення безпеки людини. Що ж до безпеки людини у висотних будівлях на Україні, то на поточний період їх технічна оснащеність на випадок виникнення пожеж, на жаль, не відповідає вимогам сьогодення. Закономірно, що це призводить до зростання кількості жертв на пожежах [1].

Отже, і проблема евакуації людей при пожежах у висотних будівлях, не обладнаних сучасними засобами безпеки, постає досить-таки гостро і на сьогоднішній момент вирішується двома основними шляхами:

1. Використанням технічних засобів із зовнішніми джерелами енергії (автопідйомники, автодрабини, фасадні ліфти, спеціалізовані мобільні рятувальні системи та літальні апарати);
2. Використанням технічних засобів, що працюють на принципі плавного гасіння енергії, акумульованою масою вантажу, що знаходиться на висоті (канатно-спускові пристрої, рукавні рятувальні системи та амортизуючі стрибкові рятувальні пристрої).

Сучасні пожежні автодрабини, автоколінчасті підйомники є основними засобами рятувальних робіт на висотах, та досвід їх експлуатації свідчить, що робоча висота 50..52 м є лімітуючою з точки зору оптимального поєднання міцності, стійкості, а також габаритів вказаних засобів. Для будівель вище 16-17 поверхів вони стають дуже незручними, і, як наслідок, виникає необхідність розглянути використання альтернативних пристроїв.

За відсутності пересувних (автотранспортних) засобів рятування людей з висоти більше 50-70 м, як правило, використовується літальна техніка. За кордоном вертольоти широко використовуються для рятування людей завдяки тому, що там більшість покрівель висотних будівель мають спеціально пристосовані майданчики. На превеликий жаль, майже всі висотні будівлі на Україні не пристосовані для посадки вертолотів.

До засобів евакуації людей можна віднести також рятувальний пристрій на базі еластичного рукава, який забезпечує пропускну здатність 30-35 чоловік на хвилину; натяжні ряту-

вальні полотна, пневматичні стрибкові рятувальні пристрої – всі вони призначені для гасіння енергії падаючих з висоти людей в будівлях і спорудах обмеженої поверховості. Але при використанні вказаних засобів існує велика ймовірність травматизму людей.

Зважаючи на актуальність проблеми, зупинимося більш докладніше на такій групі рятувальних пристроїв та пристосувань, до якої входять як найпростіші гальмівні шайби, що використовуються альпіністами, так і складні гальмівні механізми-автомати.

Канатно-спускові пристрої умовно можна розділити на дві групи: з автоматичним (група А) та ручним (група Б) регулюванням швидкості спуску.

Пристрої групи А випускаються за кордоном у великій кількості і асортименті. Найбільш часто в цих пристроях використовуються відцентрові гальмівні муфти. Висота їх використання, в залежності від призначення, від 5 до 100 м. У ВНІПО МВС Росії розроблено ряд рятувальних пристроїв цієї підгрупи з відцентровими гальмівними механізмами та використанням принципу в'язкого тертя в рідинах. Дані пристрої відрізняються малою масою і габаритами, дозволяють транспортувати людей з безпечною швидкістю з висоти до 50 м. Одним із засобів рятування з висот з можливістю стаціонарного закріплення в будівлях є російський пристрій "Шанс" одноразового використання. Розпочавши спуск з допомогою "Шансу" зупинити його неможливо та й після повного використання "Шансу", він повинен збиратися і перезаряджатися до 5 разів, до того ж трос і рідина є витратними матеріалами.

Канатно-рятувальні пристрої групи Б найбільш часто використовуються в пожежній охороні західних країн для саморятування пожежних і потребують, як правило, спеціального навчання людей, що з ними працюють з ними. На російському ринку рятувальні пристрої з ручним регулюванням швидкості спуску серійно випускає фірма "Спецзащита ЛТД".

Для більш зручного сприйняття аналізу вказаних рятувальних пристроїв з висотних будівель вкажемо на їх основні недоліки та позитивні сторони в табл. 1.

А чи не можна в одному рятувальному пристрої об'єднати всі позитивні та, по можливості, виключити всі негативні властивості, вказаних в табл.1, засобів? На це питання спробували відповісти представники філії Академії наук пожежної безпеки України у південно-східному регіоні (м.Дніпропетровськ), які працюють над принципово новою системою евакуації із багатоповерхових будівель, так званим, "інерційним парашутом", котрий, будучи закріпленим стаціонарно у висотних будівлях, може використовуватись під час спуску людей багаторазово. Це забезпечує невеличкий рекуперативний агрегат пристрою, основою якого є маховик (махове колесо), що використовується в якості інерційного акумулятора механічної енергії.

Слід сказати, що рекуперация – це такий фізичний процес, під час якого проходить повернення частини енергії для її повторного використання в тому ж процесі.

Робота пристрою здійснюється в такий спосіб. Людина або група людей, спускаючись з висотної будівлі, збільшує кінетичну енергію маховика, що розкручується; і ця кінетична енергія використовується для підняття рятувального пристрою у вихідну позицію.

Як бачимо, система є напівавтоматичною, що дозволяє її багаторазово використати на пожежі при евакуації людей. Це, а також можливість регулювання швидкості спуску, мобільність використання, невелика вага та малі габарити пристрою є тими позитивними сторонами, що виносить питання практичного застосування "інерційного парашута в розряд актуальних.

Слід додати, що маховичні системи, представником яких є елементи "інерційного парашута", використовуються також в ракетно-космічній галузі для орієнтації і стабілізації космічних апаратів, сільському господарстві (інерційний стартер тракторів), інших областях діяльності людей (інерційний енергоакумуляційний блок для машин циклічної дії, різного роду змішувачів; механічних інструментів для роботи в аварійних ситуаціях – дрелей, різаків, лебідок).

Таблиця 1

№ з/п	Засіб рятування з висоти	Недоліки	Позитивні сторони
1	2	3	4
1.	Спеціалізовані рятувальні ліфти	Для більш високих будівель стають дуже незручними; робоча висота 50..52 м є лімітуючою з точки зору оптимальної міцності, стійкості та габаритів	Можливість їх використання без масштабної реконструкції будівель і споруд висотою в 16-17 поверхів
2.	Літальні апарати	Покрівлі висотних будівель повинні бути обладнані відповідними майданчиками	Мобільність
3.	Рятувальний пристрій на базі еластичного рукава, натяжні рятувальні полотна, пневматичні стрибкові рятувальні пристрої каркасного і безкаркасного типів	Використовуються в будівлях і спорудах обмеженої поверховості з великою ймовірністю травматизму людей	Швидкість евакуації (пропускна здатність: 30-35 чел./хв..)
4.	Канатно-спускові пристрої з автоматичним регулюванням швидкості спуску	Відсутність мобільності використання. Низький рівень ергономічності	Можливість стаціонарного монтажу в будівлях
5.	Канатно-спускові пристрої з ручним регулюванням швидкості спуску	Використання потребує спеціального навчання і постійних тренувань	Забезпечують безпечну (необхідну) швидкість спуску людей

“Інерційний парашут” може забезпечити можливість швидкої евакуації із висотних будівель і споруд в різноманітних екстремальних ситуаціях. Простота і надійність пристрою дозволяє користуватися ним, не маючи спеціальної підготовки.

Приведемо деякі оціночні параметри вказаного рятувального пристрою.

Припустимо, що висота будівлі H , з якої проводяться рятувальні роботи, становить 90 м, середня маса людини, що спускається з висоти – 100 кг, середня швидкість спуску v – 2 м/с.

Потенціальна енергія $E_{\text{л}}$ людини, що спускається з висоти H :

$$E_{\text{л}} = m_{\text{люд}} \cdot g \cdot H \quad (1)$$

де $m_{\text{люд}}$ – маса людини; g – прискорення вільного падіння, 9,8 м/с².

Акамульована в маховику енергія $E_{\text{М}}$:

$$E_{\text{М}} = \frac{J_{\text{М}} \cdot \omega^2}{2} = J_{\text{М}} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \approx 0,005 \cdot J_{\text{М}} \cdot n^2 \quad (2)$$

де n – частота обертання маховика, об./хв. (max); $J_{\text{М}}$ – момент інерції маховика; ω – кутова швидкість обертання маховика.

Так як коефіцієнт використання акамульованої в маховику енергії $\eta_{\text{тр}}$ для розглядуваного випадку складає 1, то:

$$\text{тобто} \quad E_{\text{л}} = E_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{тр}} \quad (3)$$

$$\text{Отже,} \quad E_{\text{л}} = E_{\text{м}} \quad (4)$$

$$M_{\text{люд}} \cdot g \cdot H = 0,005 \cdot J_{\text{м}} \cdot n^2 \cdot \eta_{\text{тр}} \quad (5)$$

$$J_{\text{м}} = \frac{m_{\text{люд}} \cdot g \cdot H}{0,005 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot n^2} \quad (6)$$

Вага маховика, при вибраних максимальних обертах (n_{max}) визначається для маховика вибраної конструктивної схеми за вказаними формулами.

Враховуючи вищевказані формули, дані, наведені в [2], а також вихідні дані, проведемо оціночний розрахунок “інерційного парашута”.

Потенціальна енергія $E_{\text{л}}$ людини, що спускається з висоти H , а також акумуляована (накопичена) в маховичному пристрої (рекуператорі) “інерційного парашута” кінетична енергія буде:

$$E_{\text{л}} = E_{\text{м}} = m_{\text{люд}} \cdot g \cdot H = 100 \cdot 9,8 \cdot 90 = 88200 \text{ Дж} \quad (7)$$

Розрахуємо масу та приблизний об'єм рятувального пристрою, але спочатку знайдемо масу та об'єм ободного маховика [2]. Враховуючи, що масова ефективність маховика E_1/M_1 з органопласту становитиме $5 \cdot 10^5$ Дж/кг, маса маховика становитиме:

$$m_1 = k \cdot E_{\text{л}} / (E_1/M_1) = 2 \cdot 88200 / 5 \cdot 10^5 = 0,35 \text{ кг} \quad (8)$$

де $k = 2$ – коефіцієнт конструкційних елементів.

Займаний об'єм ободного маховика:

$$v_1 = E_{\text{л}} / (E_1/V_1) = 88200 / 4,5 \cdot 10^8 = 0,000196 \text{ м}^3 \quad (9)$$

де E_1/V_1 – об'ємна ефективність ободного маховика.

Тепер знайдемо масу та об'єм фрикційного торового варіатора (передаточного механізму) “інерційного парашута”. Та, насамперед, необхідно знайти час t , за який спуститься людина з висоти 90 м, а також потужність спускового пристрою N , що затратиться при її спусканні із вказаної висоти.

$$t = H / v = 90 / 2 = 45 \text{ с} \quad (10)$$

$$N = E_{\text{л}} / t = 88200 / 45 = 1960 \text{ (Вт)} = 1,96 \text{ кВт} \quad (11)$$

Тоді маса передаточного механізму рятувального пристрою:

$$M_2 = k \cdot (m_2/N_2) \cdot N = 2 \cdot 0,8 \cdot 1,96 = 3,136 \text{ кг} \quad (12)$$

де m_2/N_2 – відношення маси вказаного механізму до потужності, яка через нього передається. Об'єм, що займе варіатор становитиме:

$$v_2 = (V_2/N_2) \cdot N = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,96 = 0,0098 \text{ м}^3 = 9,8 \text{ л} \quad (13)$$

де V_2/N_2 – відношення об'єму вказаного механізму до потужності, яка через нього передається.

Загальна маса рятувального пристрою становитиме:

$$m_{\text{заг}} = k^1 \cdot (m_1 + m_2) = 1,5 \cdot (0,35 + 3,136) = 5,2 \text{ кг} \quad (14)$$

k^1 – коефіцієнт загальної ваги пристрою.

Приблизно половина кінетичної енергії, що акумулюється в маховичному пристрої (рекуператорі) “інерційного парашута” дисипіює (розсіюється), тобто при спускові людини на рівень землі енергія $E_{\text{зал}}$, що залишиться в рятівному пристрої, становитиме половину від його початкової (потенціальної) енергії $E_{\text{л}}$ на відмітці 90 м над нульовою позначкою.

$$E_{\text{зал}} = 0,5 \cdot E_{\text{л}} = 0,5 \cdot 88200 = 44100 \text{ Дж} \quad (15)$$

Чи вистачить цієї енергії, щоб підняти “інерційний парашут” масою $m_{\text{заг}} = 5,2$ кг на висоту 90м? Підрахуємо:

$$E_{\text{необх}} = m_{\text{заг}} \cdot g \cdot H = 100 \cdot 5,2 \cdot 90 = 4586 \text{ Дж}$$

Як бачимо $E_{\text{л}} > E_{\text{зал}}$ (44100 Дж > 4586 Дж), і це означає, що рятівний пристрій самостійно, без допомоги, повернеться на вихідну позицію (поверх будівлі на відмітці 90 м) для продовження евакуації пожежних з будівлі у випадку екстрених ситуацій, зокрема пожеж.

Підводячи підсумок, можна сказати, що на даний момент за кордоном розроблено серію пристроїв для колективного та індивідуального рятування людей з висотних будівель. Але українські розробки можуть і просто повинні внести свій вклад в значне покращення тактико-технічних характеристик аварійно-рятувальних систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Журнал “Пожарное дело” № 7. Россия, 2000 год. С. 12-14.
2. Инерционные механические энергоаккумулирующие системы. Под общей редакцией акад. АН УССР В.С.Будника. К.: Наукова думка. 1986. 175 с.

УДК 614.84

М.М. Козяр, канд. пед. наук,

ЧИ ПОТРІБНІ УКРАЇНІ ПОЖЕЖНІ ДОБРОВОЛЬЦІ!

Про необхідність створення добровільних пожежних формувань на нових економічних, правових, а найголовніше – морально-етичних засадах. Виховання покоління, для якого захист народного та свого власного майна від пожеж став би предметом великої гордості та честі.

Аналіз динаміки пожеж за останні роки переконує, що незважаючи на досягнуті у деяких країнах успіхи щодо зменшення кількості пожеж, вони продовжують наносити серйозні збитки світовій економіці. Водночас більш чітко проявляється соціальна екологічна сутність пожежі і, якщо поки що економічний аспект стоїть на першому місці, то швидше в силу більшої вивченості і наявності відпрацьованих методик визначення економічних параметрів.

Якщо зв'язок між економічним і соціальним прогресом досить очевидний, то без сумніву повинен існувати прямий або опосередкований зв'язок між економічними, соціальними і екологічними втратами, серйозною частиною яких залишаються втрати від пожеж. Тому соціальні і екологічні наслідки пожеж потребують не менш глибокого вивчення, ніж еко-