

## КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ З ДИСИПАТОРОМ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Проаналізована необхідність ефективного використання пожежно-рятувальних пристроїв під час рятування потерпілих на пожежах у висотних будівлях. Наводяться різні конструктивні схеми індивідуальних рятувальних засобів, аналізуються їх переваги та недоліки, вказуються перспективні напрями конструювання таких пристроїв. Запропонована конструктивна схема рятувального пристрою з гідродинамічним гальмом. Наведені технічні характеристики пожежно-рятувального пристрою з дисипатором кінетичної енергії.

*Ключові слова:* пожежно-рятувальний пристрій, висотні будівлі, гідродинамічна муфта, математична модель, засоби індивідуального рятування, дисипатор кінетичної енергії, евакуаційний пристрій, пояс пожежний рятувальний, карабін пожежний.

Висотні будівлі через свою специфіку мають порівняно з будівлями нормальної поверховості, великий ступінь потенційної пожежної небезпеки, оскільки для них характерний швидкий розвиток пожежі по вертикалі і велика складність забезпечення евакуації людей і рятувальних робіт. Як показує аналіз пожеж, що сталися у висотних будівлях мегаполісів за період 2003 - 2010 рр., пожежні і рятувальні підрозділи досі не готові забезпечити своєчасну евакуацію людей з висотних будівель. Це обумовлено як відсутністю необхідною для проведення рятувальних операцій спецтехніки, так і неефективністю вживаних прийомів пожежної тактики. Як відомо, вирішальним для рятування життя людей є час прибуття пожежників і початку їх дій, а він в умовах мегаполісу може збільшуватися.

В більшості випадків, навіть в умовах складної дорожньо-транспортної обстановки, час прибуття пожежних розрахунків, що обслуговують дані райони лежить у межах встановлених нормативів. Проте своєчасно приступити до ефективних дій прибулі підрозділи часто не можуть до прибуття необхідної техніки, яка може базуватися у віддалених районах мегаполісу і час її прибуття може вимірюватися годинами. Як показує практика, прибулому спеціальному транспорту у ряді випадків недостатньо місця для виконання необхідних маневрів через припарковані поблизу будівлі автомашини.

Становище ускладнюється ще й тим, що в пожежно-рятувальних підрозділах відсутня спеціальна техніка для гасіння пожеж та рятування людей з будинків підвищеної поверховості (до 16 поверхів). Наявні на цей час автодрабини дають можливість піднятися лише до 9-го поверху включно. Таким чином, навіть якщо кожна пожежна частина, в зоні обслуговування якої знаходяться висотні будівлі, буде укомплектована колінчастим підйомником, проблема евакуації людей з верхніх поверхів висотних будівель вирішена не буде.

Автоматичні мобільні рятувальні пристрої для евакуації людей з висотних будівель досить широко використовуються у світі [1 - 3]. Щодо засобів індивідуального захисту і порятунку громадян під час пожежі, то необхідно дотримуватись таких вимог:

1. Засоби індивідуального захисту і порятунку громадян під час пожежі повинні забезпечувати безпеку евакуації або самопорятунку людей. При цьому міра забезпечення виконання цих функцій повинна характеризуватися показниками стійкості до механічних і несприятливих кліматичних дій, ергономічними і захисними показниками, які встановлюються виходячи з умов, що забезпечують захист людей від токсичних продуктів горіння, у тому числі від оксиду вуглецю, під час евакуації із задимлених приміщень під час пожежі і рятування людей з висотних рівнів будівель і споруд.

2. Конструкція засобів індивідуального захисту і порятунку громадян під час пожежі має бути надійна і проста в експлуатації, і давати змогу використання її будь-якою людиною без попередньої підготовки.

3. Сфера застосування, функціональне призначення і технічні характеристики засобів індивідуального захисту і порятунку громадян під час пожежі (до прийняття відповідного технічного регламенту) визначаються нормативними документами з пожежної безпеки.

Слід також наголосити на необхідності забезпечення підрозділів пожежної безпеки засобами самопорятунку (мотузка пожежна, пояс пожежний рятувальний і карабін пожежний), що повинні витримувати статичне навантаження не менше 10 кН, забезпечувати можливість страховки пожежників під час роботи на висоті і самостійного спуску пожежників з висоти.

Серед відомих конструкцій пожежно-рятувальних пристроїв слід відзначити конструкцію рятувального засобу з використанням дисипації енергії для рівномірного опускання вантажу, що описаний в роботі [6]. Однак розглянута вище система має один серйозний недолік. Як випливає із аналізу наведеної в [6] математичної моделі, вся енергія дисипатора перетворюється в тепло.

В установленому режимі руху вантажу його прискорення буде дорівнювати нулю, тому сила  $F = Mg = 981$  Н. Приймаючи швидкість  $V=2$  м/с, яка є максимально допустимою для безпечного приземлення людини, можна припустити, що максимальна потужність розсіювання тепла на дисипаторі становить 5 - 6 кВт. Оцінюючи цю величину можна зробити ряд зауважень.

По-перше, оцінивши масово-габаритні параметри електричних аналогів (генераторів постійного або змінного струму) орієнтуючись на цю потужність, стає зрозумілою неможливість їх використання для створення легких і компактних індивідуальних рятувальних пристроїв. Очевидною причиною цього є те, що максимальне електромагнітне напруження електричної машини обмежується магнітним насиченням матеріалу і є значно нижчим від тиску робочої рідини гідромашини. Це ж стосується і пневматичних пристроїв. В основному у світовій практиці для цих цілей використовують механічні та гідравлічні пристрої [1 - 3].

По-друге, кількість тепла, що виділяється під час рятування людей, ставить серйозні вимоги щодо тепловідведення, особливо при тривалому безперервному використанні пристрою, що можливе у випадку організованої евакуації групи людей.

По-третє, в'язкість робочої рідини залежить від температури. Максимальне значення в'язкості обмежується [5] можливістю експлуатації пристрою за низької температури, мінімальне – утриманням рідини ущільненнями, особливо під дією перепаду тиску. Нагрів рідини призведе до зменшення в'язкості, а отже і зменшення сили дисипації та збільшення тиску і, як наслідок, до значних втрат робочої рідини та до збільшення лінійної швидкості вантажу. Тому слід використовувати рідини із мінімальною залежністю коефіцієнта динамічної в'язкості від температури.

Ці недоліки, в певною мірою усунуті в конструктивній схемі рятувального пристрою з використанням гідродинамічної муфти [5] в якості динамічного дисипатора механічної енергії вантажу, що опускається (рис. 1).

Конструкція такого дисипатора складається із нерухомого корпусу (3), до якого жорстко закріплене колесо турбіни (1), розташоване на веденому (нерухомому) валу (5). Всередині корпусу, співвісно до робочого колеса турбіни, розміщене робоче колесо

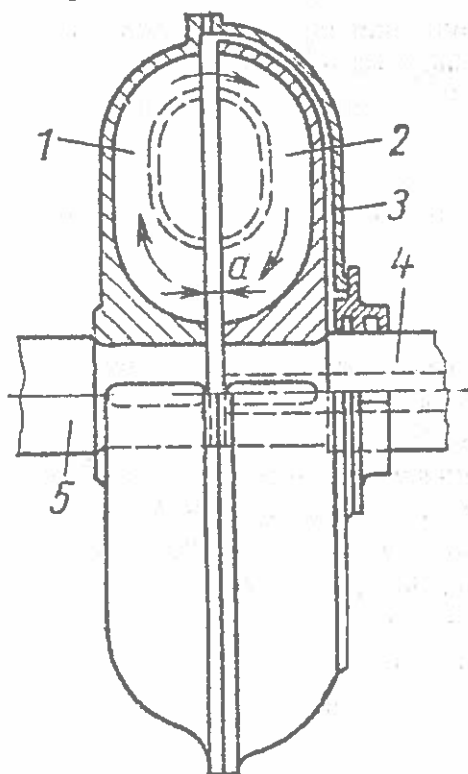


Рис. 1. Конструктивна схема гідромуфти (дисипатора):

1 – турбіна, 2 – насос, 3 – корпус,  
4 – ведучий вал, 5 – ведений вал.

відцентрового насоса (2), яке з'єднане із веденим валом і має можливість обертатися разом із цим валом. Робочі колеса насоса і турбіни мають прямі радіальні лопатки. Всередину корпусу залито робочу рідину.

Насос (2), обертаючись, передає роботу вантажу рідині і передає їй запас кінетичної енергії та енергії тиску. Рідина з цим запасом енергії поступає на лопатки турбіни (1), перетворюючи цю енергію в механічну роботу на корпусі – реактивний момент. Вийшовши із лопаток турбіни, рідина знову попадає на лопатки насоса і в дисипаторі встановлюється замкнута циркуляція по шляху насос – турбіна – насос і т.д. Крім того, внаслідок високої відносної швидкості колеса насоса та коліс турбіни в дисипаторі буде розвиватися значний момент сил в'язкого тертя, як наслідок зсуву шарів рідини між колесами насоса та турбіни.

Дисипатор енергії (динамічне гальмо) відрізняється від звичайної гідромуфти лише тим, що в гідромуфті обидва вали рухомі, тобто обертаються і насос і турбіна, а в гальмі турбіна є нерухомою, обертається лише насос.

В роботі гідромуфти [5] такий режим – нерухома турбіна, зустрічається лише в початковий момент включення гідромуфти, а далі, під дією кінетичної енергії рідини та енергії тиску на лопатках, турбіна розкручується практично до швидкості насоса (різниця швидкостей становить 2 – 4%), що і зумовлює особливість застосування гідромуфт – плавний розгін великих мас, обмеження крутильних коливань, поштовхів та раптових перевантажень. При перевантаженнях турбіна короткочасно пригальмовується з наступним розгоном до швидкості насоса. Ситуація, коли турбіна принципово зупинена і муфта працює сама на себе протягом всього часу роботи в теорії гідромуфт не розглядалася за відсутністю такої потреби. Саме таку гідромуфту, з нерухомою турбіною яка працює сама на себе, ми називатимемо динамічним дисипатором енергії, або динамічним гальмом. Гальмом, гальмівний момент якого пропорційний швидкості обертання вала.

Конструктивна схема рятувального пристрою з динамічним гальмом представлена на рис. 2.

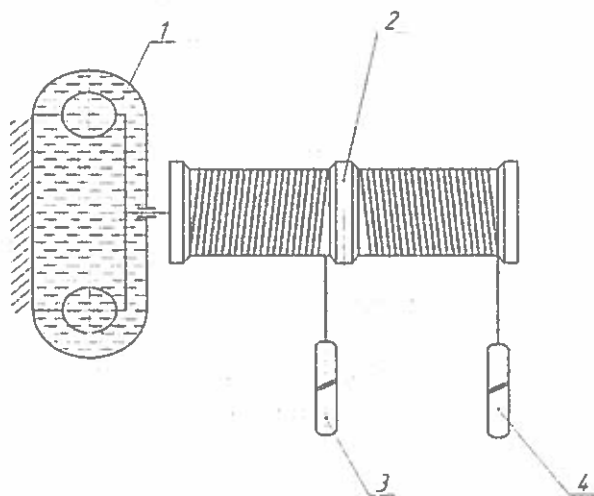


Рис. 2. Конструктивна схема рятувального пристрою з динамічним гальмом

Конструкція складається із динамічного гальма (1) з рухомим диском якого з'єднаний вал барабана (2). На вал намотано два канати: один з правою, а інший із лівою намоткою. На кінцях канатів закріплено карабіни (3) і (4).

На початку роботи один із карабінів – 4 (крайній) заховано всередину барабана (рис. 3), внаслідок чого при розмотуванні каната 5 з карабіном 3 (евакуація людини) – канат 6 із карабіном 4 не розмотується.

При потребі евакуації наступної людини, пожежник розфіксує карабін 4 та заправляє його в напрямних планках 7. Евакуація людини тросом 6 призведе до змотування троса 5, що дозволяє продовжити евакуацію наступних людей.

Обмеженням в даному випадку служитиме перегрів робочої рідини динамічного гальма.

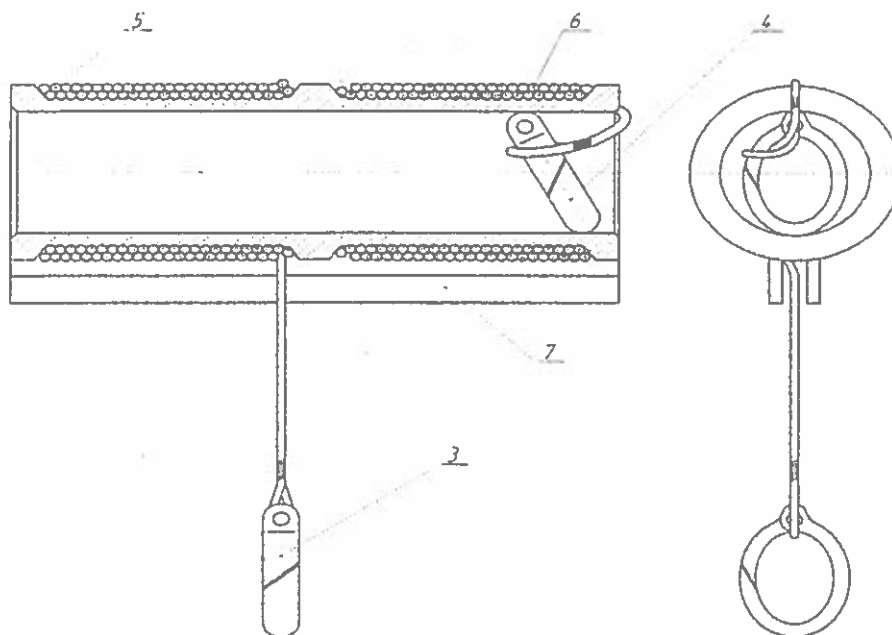


Рис. 3. Конструктивна схема барабана

Пристрій канатно-спусковий призначений для масового порятунку людей з будівель під час пожежі. Дозволяє проводити евакуацію людей з офісів, готелів, гуртожитків, шкіл. Для використання саморятівника не потрібне навчання і спеціальні навички.

Технічні характеристики пожежно-рятувального пристрою з дисипатором кінетичної енергії:

Трос для пожежно-рятувального пристрою з дисипатором кінетичної енергії має поліамідне плетіння з металевим сердечником (діаметр сердечника 4,2 мм.)

Рятувальна косинка є сполучною ланкою між людиною і тросом. Вона має трикутну форму і виготовлена з тканини підвищеної міцності, з підсилювальним прострочуванням стропами. Розривне навантаження, що витримується косинкою, не менше 1200 кг.

Карабін, призначений для з'єднання корпусу пристрою з точками кріплення на стіні будівлі відповідає ГОСТ 12.4.225-99, розривне навантаження 2200 кг.

#### Висновки

1. Пристрій канатно-спусковий пожежний з гідравлічним дисипатором кінетичної енергії використовується відповідно до НАПБ В.02.014 та відповідає вимогам європейських норм EN 341 до пожежних канатно-спускових рятувальних пристроїв.

2. Цей пристрій належить до пожежно-рятувальних засобів тросового типу і забезпечує роботу з тросами завдовжки до 300 м. Максимальна швидкість спуску при максимально припустимій для цього рятувального пристрою вазі, не перевищує 2 м/сек. Робочий діапазон ваги людей, що спускаються (врятованих), за допомогою пожежно-рятувального пристрою з дисипатором кінетичної енергії становить від 40 до 200 кг.

3. Цей засіб порятунку є атмосферний-стійким і працездатним в складних метеорологічних умовах (підвищена і знижена температура від -40 до +40°C, дощ, сніг, підвищене вітрове навантаження), він є повністю автоматичним, тобто параметри спуску не залежать від суб'єкта спуску і дає змогу успішно досягати землі навіть у неприємному стані.

### Список літератури:

1. Устройство для аварийного спуска людей с высотных зданий. Пат 2265465 Россия, МПК А 62 В 1/10 ОАО «З-д им. В. А. Дегтярева», Клопов Н. В. №2004126575/12; Заявл. 01.09.2004; Оpubл. 10.12.2005 Рус.
2. Канат для спасения с постоянной скоростью. Constant velocity cable lowering device: Заявка 2394214 Великобритания, МПК А 62 В 1/00, 35/00. Williams David Hume. №02239432; Заявл. 15. 10 2002; Оpubл. 21. 04. 2004; НПК В8М. Англ.
3. Персональная система эвакуации с высотных зданий (США). Egress: personal building evacuation system. Clothier David Elevator World 2005 53, №3, с 63-64 Англ.
4. Rocard Y. Dynamique generale des vibrations. Paris. Masson, 1949.
5. Гидравлический привод. Гавриленко Б. А., Минин В.А., Рождественский С. Н. «Машиностроение», 1968, – 502 с.
6. Семерак М.М. Вибір та обґрунтування конструктивної схеми автоматичного регулятора швидкості індивідуального пожежно-рятувального пристрою / М.М.Семерак, А.В. Каминський. – Львів: ЛДУ БЖД, №1, 2007. – С.121-130.

*А.В. Каминский (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)*

### КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА С ДИССИПАТОРОМ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Проанализирована необходимость эффективного использования пожарно-спасательных устройств во время спасания потерпевших на пожарах в высотных зданиях. Наводятся разные конструктивные схемы индивидуальных спасательных средств, анализируются их преимущества и недостатки, указываются перспективные направления конструирования таких устройств. Предложена конструктивная схема спасательного устройства с гидродинамическим тормозом. Приведены технические характеристики пожарно-спасательного устройства с диссипатором кинетической энергии.

**Ключевые слова:** пожарно-спасательное устройство, высотные здания, гидродинамическая муфта, математическая модель, средства индивидуального спасания, диссипатор кинетической энергии, эвакуационное устройство, пояс пожарный спасательный, карабин пожарный.

*A. V. Kaminskyi (Lviv State University of Life Safety)*

### STRUCTURAL PECULIARITIES OF THE INDIVIDUAL FIRE RESCUE DEVICE WITH THE KINETIC ENERGY DISSIPATOR

The article deals with necessity of effective fire-rescue equipment application during rescuing of victims on fire in high-rise buildings. Different structure schemes of rescue equipment of individuals were suggested, their advantages and disadvantages were analyzed, and perspective ways of their design were given. The constructive scheme of rescue device with the hydrodynamic brake was suggested. The technical characteristics of fire-rescue device with the dissipater of the kinetic energy were given.

**Key words:** fire-rescue device, high-rise buildings, hydrodynamic sleeve, mathematical model, the ways of individuals rescue, the dissipater of kinetic energy, evacuation equipment, fire rescue belt, fire