

УДК 331.101

П.Ю. Бородич, С.С. Беридзе

*Національний університет цивільного захисту України, Харків*

## **ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В МЕТРОПОЛІТЕНІ**

*За рахунок врахування закономірностей роботи рятувальників в ізолюючих апаратах, які були отримані експериментально, обгрунтовано розрахункові співвідношення, якими доцільно користуватись на посту безпеки під час ліквідації надзвичайних ситуацій в метрополітені.*

***Ключові слова:** АСП, метрополітен, рятувальні роботи, пост безпеки, контрольний тиск, спрощені розрахунки.*

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Керівні документи щодо проведення аварійно-рятувальних робіт в метрополітені [1, 2] вимагають, щоб рятувальники працювали в регенеративних дихальних апаратах (РДА). У відповідності до них визначено і порядок розрахунків, які виконуються на посту безпеки [3].

Проте, практично всі пожежно-рятувальні під-

розділи МНС, які першими прибувають до місця надзвичайної ситуації, про що свідчить як аналіз реальних аварійно-рятувальних робіт, які мали місце під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) в метрополітені [4, 5], так і практика тактико-спеціальних навчань, наприклад на станціях Харківського метрополітену [6], озброєні апаратами на стисненому повітрі (АСП). Час захисної дії останніх значно менше часу захисної дії РДА.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій** показав, що в більшості робіт [3, 7], де розглядаються питання розрахунків на посту безпеки під час роботи в РДА, в їх основу покладено резервування на непередбачені обставини такої кількості газоповітряної суміші в балоні апарату, яка була витрачена за час входу. Аналогічний підхід має місце і в [8], де наведені пропозиції щодо розрахунків у разі проведення аварійно-рятувальних робіт в АСП в будівлях, які мають складні конструктивно-планувальні рішення та значні розміри. При цьому при визначенні конкретних часових характеристик використовують показник легеневої вентиляції  $\omega_{л}=30$  л/хв., який відповідає роботі середнього ступеня важкості. В той же час в [9] відмічено, що під час розрахунків доцільно користуватись показником розходу повітря (в звичайному випадку  $\omega \approx 40$  л/хв.), який в цілому відповідає показнику легеневої вентиляції, який рекомендує фірма Drager [10]. Це дозволило в [9] обґрунтувати спрощені розрахункові співвідношення. Проте вони не враховують специфічні особливості, які є характерними для рятувальних робіт в АСП в метрополітені.

**Постановка завдання.** Таким чином, вдосконалення існуючих підходів до розрахунку часу роботи в ізолюючих апаратах під час проведення аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену вимагає врахування закономірностей роботи рятувальників, які озброєні апаратами на стисненому повітрі.

### Виклад основного матеріалу

Для розв'язання поставленої задачі за результатами тактико-спеціальних навчань на станціях глибокого залягання Харківського метрополітену були отримані закономірності розходу повітря при роботі рятувальників в апаратах на стисненому повітрі, які представлені у вигляді, який наведено на рис. 1.

Видно, що рекомендований в [9, 10] показник  $\omega \approx 40$  л/хв. суттєво відрізняється від результатів експериментальних досліджень розходу повітря, які були отримані експериментально.

Крім того, необхідно врахувати, що швидкість руху відділення ГДЗС суттєво міняється в залежності від того, спуск чи підйом здійснюють газодимозахисник, яким чином здійснюється евакуація потерпілих (супровід чи винесення), тощо. Для цього під час навчань було проаналізовано швидкість руху рятувальників, які озброєні АСП. Отримані результати представлені у вигляді, який наведено на рис. 2.

В [3] відзначено, що при роботі в АСП мінімальний тиск у балонах на момент початку виходу  $P_{вих}$  розраховується як

$$P_{вих} = P_{вх} + P_{рез}, \quad (1)$$

де  $P_{вх}$  – величина, на яку зменшився тиск під час руху до місця роботи, МПа;

$P_{рез}$  – деякий рівень показника тиску повітря, яке необхідно резервувати на непередбачені обставини, МПа.

В той же час, якщо врахувати різницю у витраті повітря при спуску рятувальників  $\bar{\omega}_{лвх}$  і підйомі по нерухомому ескалатору з потерпілим без свідомості  $\bar{\omega}_{лвых}$  (рис. 1), що при однаковій відстані  $S$  до місця роботи визначає час входу  $t_{вх}$  й виходу  $t_{вых}$  ланки або відділення ГДЗС, можна побачити, що без урахування тиску повітря, яке резервується, має місце відношення

$$\frac{P_{вых}}{P_{вх}} = \frac{Q_{вых} \cdot P_a / V_6}{Q_{вх} \cdot P_a / V_6} = \frac{\bar{\omega}_{лвых} \cdot t_{вых}}{\bar{\omega}_{лвх} \cdot t_{вх}} = \frac{\bar{\omega}_{лвых} \cdot (S / \bar{v}_{вых})}{\bar{\omega}_{лвх} \cdot (S / \bar{v}_{вх})} = \frac{120 \cdot 19}{79 \cdot 12,5} = 2,3, \quad (2)$$

де  $\bar{v}_{вх} \approx 19$  м/хв.,  $\bar{v}_{вых} \approx 12,5$  м/хв. – середня швидкість руху рятувальників при спуску й підйомі по ескалатору з постраждалими, відповідно (рис. 2).

Тобто, з обліком  $P_{рез}$  і того, що тиск в АСП-2 (розрахунковий тиск 20,0 МПа), при якому апарат може стояти на чергуванні, повинен бути більше 18,0 МПа, а в інших АСП (розрахунковий тиск 30,0 МПа) – більше 27,0 МПа, мінімальний тиск  $P_{вих}$  повітря в балонах АСП, при якому треба починати повернення на свіже повітря, повинен бути практично у три рази більше тієї величини  $P_{вх}$ , на яку впав тиск за час руху до місця бойової роботи. Одночасно це співвідношення дає важливу практичну рекомендацію з визначення моменту, коли ланці (відділенню) ГДЗС необхідно припинити розвідку, – рятувальники повинні почати повернення до поста безпеки при зменшенні тиску в АСП у любого з рятувальників на одну четверту початкового  $P_{поч}$  тиску.

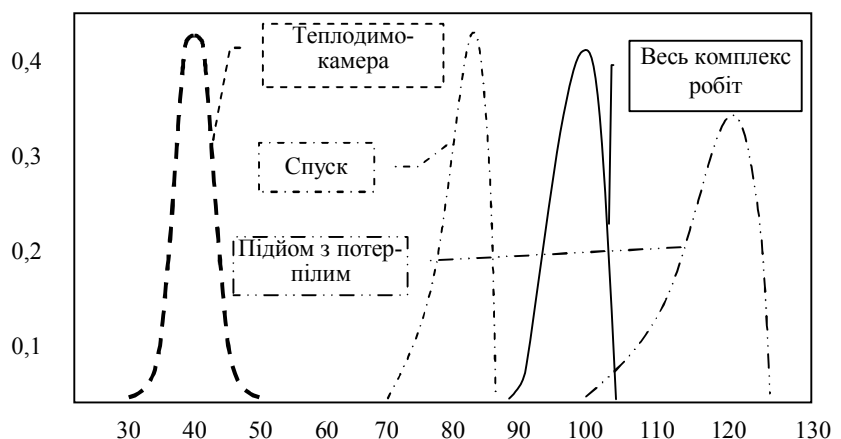


Рис. 1. Розподіл розходу повітря під час роботи в АСП

Крім цього, якщо врахувати те, що більшість АСП, які використовуються в оперативно-рятувальних підрозділах, мають восьмилітрові (або два чотирилітрові) балони, постовий на посту безпеки може використовувати для розрахунку часу роботи рятувальників не величину витрати повітря й відповідні співвідношення, які зв'язують кількість повітря, тиск і час, а швидкість падіння тиску  $\Delta P/\Delta t$ .

Так, при спуску рятувальників по нерухомому ескалатору тиск зменшується зі швидкістю

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta Q \cdot P_a}{\Delta t \cdot V_6} = \left| \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \omega = 80 \text{ л / хв.}; \right. = \quad (3)$$

$$\left. \begin{matrix} V_6 = 8 \text{ л}; P_a = 0,1 \text{ МПа} \\ = 1 \text{ МПа / хв.}, \end{matrix} \right.$$

а при підйомі потерпілого по нерухомому ескалатору

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = 1,5 \text{ МПа / хв.} \quad (4)$$

Практика використання запропонованих рекомендацій показала, що скорочення часу розрахунків на посту безпеки дає можливість постовому приділити більше уваги підготовці ланки (відділення) ГДЗС та контролю їх роботи.

### Висновки

Таким чином, врахування закономірностей проведення аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену в АСП дозволило уточнити розрахункові співвідношення, які повинен виконувати постовий на посту безпеки:

- при проведенні розвідки в ході рятувальних робіт в АСП ланка (відділення) ГДЗС повинна почати повернення до поста безпеки при зменшенні тиску в балонах у любого з рятувальників на одну четверту початкового;
- постовий на пості безпеки може збільшити час для підготовки ланки до проведення робіт у непридатному для дихання середовищі за рахунок скорочення часу виконання обов'язкових розрахунків (розрахункових часів припинення розвідки й повернення, контрольного тиску, при якому необхідно починати повернення) шляхом використання спрощених співвідношень. Так, у випадку роботи в АСП, які мають восьмилітровий балон, можна використовувати для розрахунку швидкість падіння тиску від 1 МПа/хв. для ситуації спуска ланки по нерухомому ескалатору до 1,5 МПа/хв. при підйомі потерпілого без свідомості по нерухомому ескалатору.

Показано, що штаб ліквідації надзвичайної ситуації в метрополітені повинен орієнтуватись на гірші результати.

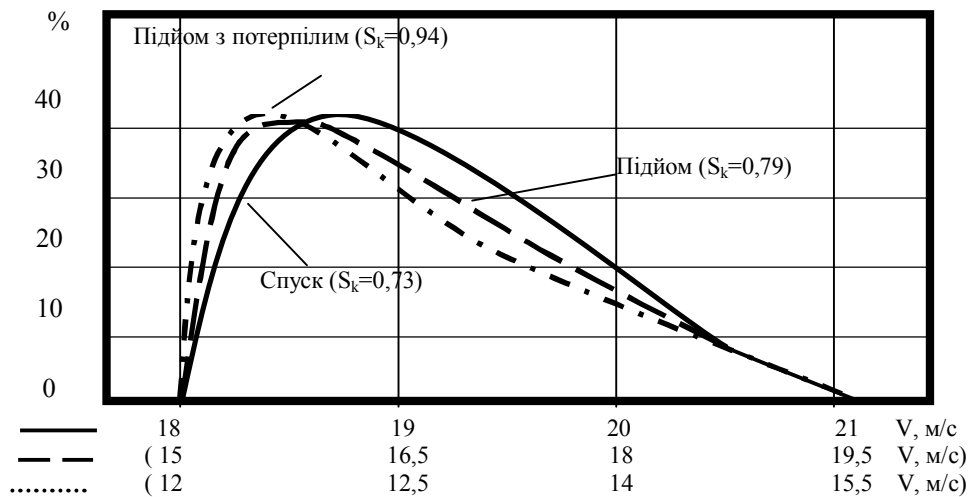


Рис. 2. Розподіл швидкості руху рятувальників в АСП по нерухомому ескалатору

Подальші дослідження доцільно направити на визначення тих особливостей, які необхідно враховувати постовому на посту безпеки, що пов'язані з оснащенням ланки (відділення), маркою ізолюючого апарату, характеристиками конкретної станції метрополітену, а також виконанням нормативних вимог на ній.

### Список літератури

1. НАПБ 04.002-95 Бойовий статут пожежної охорони України / Затверджено: МВС України, 29.03.95 Наказ №188 діє з: 29.03.1995. – К.: Десна, 1995. – 126 с.
2. Беляцкий В.П. Методическое пособие по организации и тактике тушения пожаров на объектах метрополитена / В.П. Беляцкий, Г.П. Павлов. – М., 1986. – 156 с.
3. Настанова по газодимозащитной службе пожежної охорони МВС України. Наказ № 657 МВС України від 2 грудня 1994 р. – К., 1994. – 128 с.
4. Бородич П.Ю. Особливості застосування ізолюючих апаратів при ліквідації надзвичайних ситуацій в метрополітені / П.Ю. Бородич, В.В. Стрілець // Технічні засоби для профілактики надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків. Мат-ли НТК – Х.: АЦЗУ, 2004. – С. 11-14.
5. Форум: Пожар в метрополитене. – 2008. [Електрон. ресурс]. – Режим доступа к источнику: www.emercomrb.bashnet.ru.
6. Стрілець В.М. Перспективи вдосконалення дослідницького характеру командно-штабних навчань / В.М. Стрілець // Мат-ли наук.-пр. конф. «МНС України: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку». – Х., УЦЗУ, 2007. – С. 332-334.
7. Перепечаев В.Д. Газодымозащитная служба пожарной охраны: учебн. / В.Д. Перепечаев, В.Ю. Береза. – Чернигов, РИК «Деснянська правда», 2000. – 468 с. с ил.
8. Бондаренко М.В. ГДЗС в примерах: учебн. пособ. / М.В. Бондаренко, С.Н. Долматов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – 53 с.
9. Ковальов П.А. Вдосконалення методики розрахунку часу роботи в ізолюючих апаратах / П.А. Ковальов, В.М. Стрілець // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: УГЗУ. – 2007. – № 22. – С. 101-105.
10. Рекомендації для вивчення повітряних протигазів "Drager" PA 90 SERIES {PA 92} у підрозділах гарнізонів пожежної охорони. – К.: УДПО МВС України, 1995. – 19 с.

Надійшла до редколегії 4.05.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.С. Басманов, Національний університет цивільного захисту України, Харків.

**ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВО ВРЕМЯ ЛИКВИДАЦИИ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ**

П.Ю. Бородич, С.С. Беридзе

*За счет использования закономерностей работы спасателей в изолирующих аппаратах, полученными экспериментально, обоснованы расчетные соотношения, которыми целесообразно пользоваться на посту безопасности во время ликвидации чрезвычайной ситуации в метрополитене.*

**Ключевые слова:** АСП, метрополитен, спасательные работы, пост безопасности, контрольное давление, упрощены расчеты.

**RATIONALE FOR THE METHODOLOGY OF CALCULATION TIME CHARACTERISTICS DURING AN EMERGENCY  
SITUATION IN THE METRO**

P.Y. Borodich, S.S. Beridze

*By using the laws of the rescuers in insulating devices, obtained experimentally proved computational relations that it is expedient to use the post security during an emergency situation in the metro.*

**Keywords:** ASP, underground passage, rescue works, post of safety, control pressure, calculations are simplified.