

УДК 331.101

*Бородич П.Ю., канд. техн. наук, викл., НУЦЗУ,  
Росоха С.В., д-р техн. наук, нач. фак., НУЦЗУ,  
Стрілець В.М., канд. техн. наук, нач. лаб., НУЦЗУ*

**ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКІВ НА ПОСТУ БЕЗПЕКИ  
ПІД ЧАС РОБОТИ В АСП ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ  
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В МЕТРОПОЛІТЕНІ**  
(представлено д-ром техн. наук Прохачем Е.Ю.)

За результатами аналізу отриманих закономірностей роботи рятувальників в ізолюючих апаратах запропоновано розрахункові співвідношення, якими доцільно користуватись для визначення часу роботи в апаратах на стисненому повітрі під час ліквідації надзвичайних ситуацій в метрополітені

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

**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 підрозділи 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 досліджень 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. Так, рекомендований в [9,10] показник  $\omega \approx 40$  л/хв. суттєво відрізняється від результатів експериментальних досліджень розходу повітря, які були отримані під час тактико-спеціальних навчань на станціях метрополітену глибокого залягання [11].

**Постановка завдання та його вирішення.** 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.

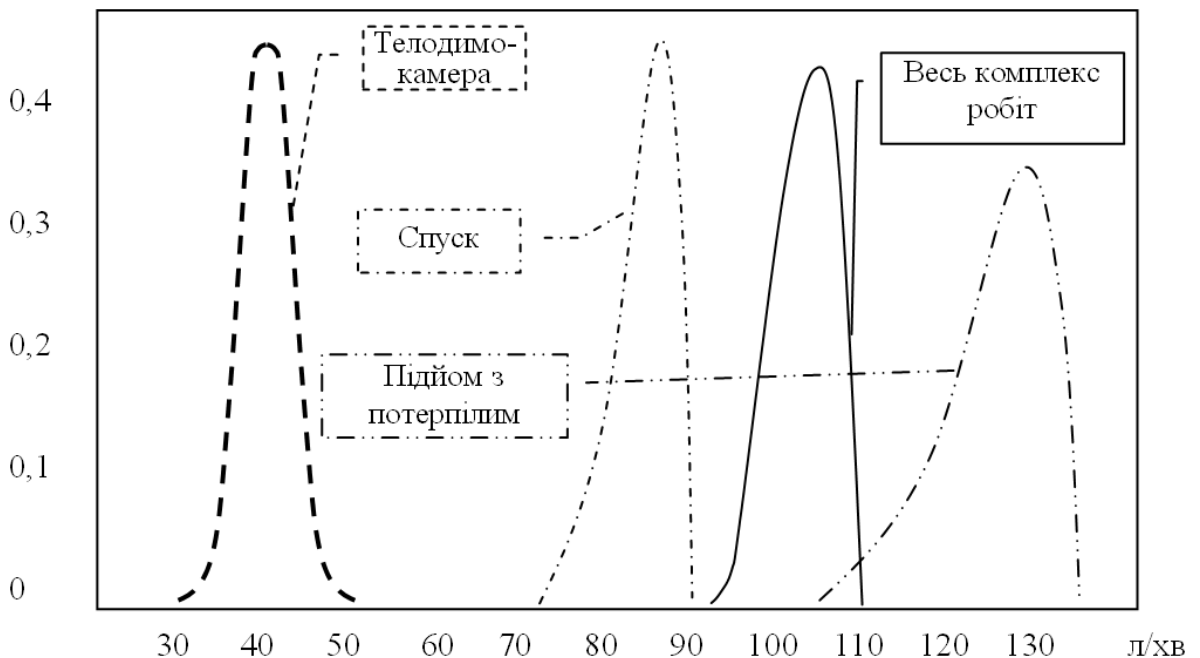


Рис. 1 – Розподіл розходу повітря під час роботи в АСП

Для розв'язання поставленої задачі закономірності розходу повітря, які були отримані за результатами тактико-спеціальних навчань на станціях глибокого залягання Харківського метрополітену [11], представлені у вигляді, який наведено на рисунку 1.

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 експериментальні результати, які дозволяють проаналізувати швидкість руху рятувальників, що озброєні АСП, представлені у вигляді, який наведено на рисунку 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.

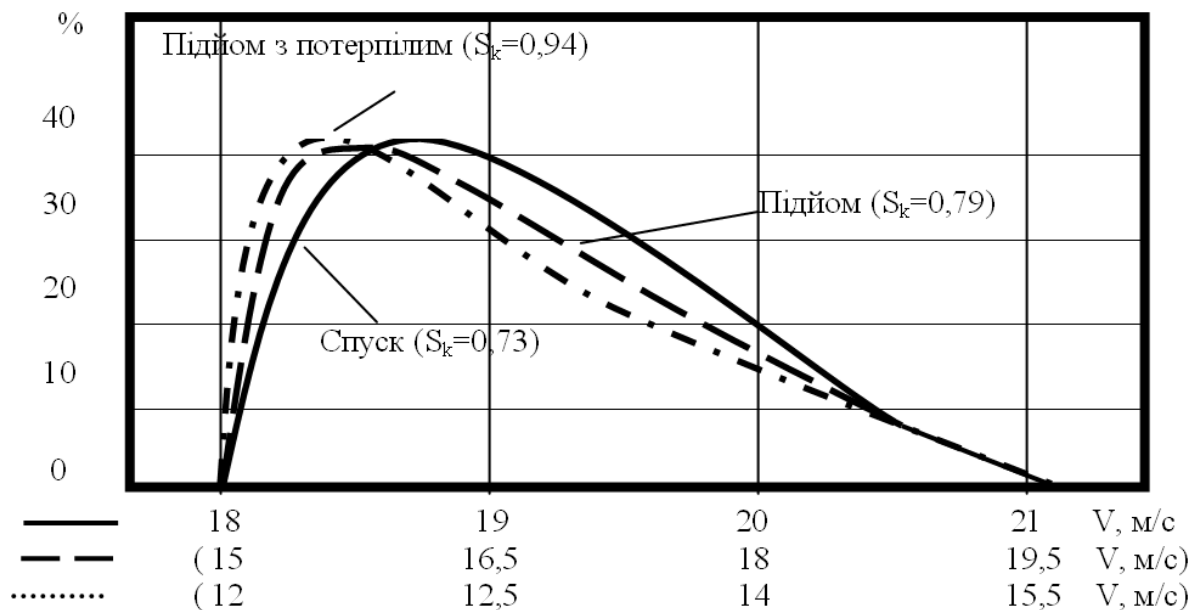


Рис. 2 – Розподіл швидкості руху рятувальників в АСП по нерухомому ескалатору

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  $\bar{\omega}_{лвих}$  (див. рис.2), що при однаковій відстані  $S$  до місця роботи визначає час входу  $t_{вх}$  й виходу  $t_{вих}$  ланки або відділення ГДЗС, можна побачити, що без урахування тиску повітря, яке резервується, має місце відношення

$$\begin{aligned} \frac{P_{вих}}{P_{вх}} &= \frac{Q_{вих} \cdot \frac{P_a}{V_{\delta}}}{Q_{вх} \cdot \frac{P_a}{V_{\delta}}} = \frac{\bar{\omega}_{лвих} \cdot t_{вих}}{\bar{\omega}_{лвх} \cdot t_{вх}} = \frac{\bar{\omega}_{лвих} \cdot \frac{S}{\bar{v}_{вих}}}{\bar{\omega}_{лвх} \cdot \frac{S}{\bar{v}_{вх}}} = \\ &= \frac{\bar{\omega}_{вих} \cdot \bar{v}_{вх}}{\bar{\omega}_{вх} \cdot \bar{v}_{вих}} \approx \frac{120 \cdot 19}{79 \cdot 12,5} \approx 2,3, \end{aligned} \quad (2)$$

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

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  $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ .

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

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta Q \cdot P_a}{\Delta t \cdot V_6} = \left| \begin{array}{l} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \omega \approx 80 \text{ л/хв.}; \\ V_6 = 8 \text{ л}; P_a \approx 0,1 \text{ МПа} \end{array} \right| \approx 1 \text{ МПа/хв.}, \quad (3)$$

а при підйомі потерпілого по нерухомому ескалатору

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

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. Напрямки подальших досліджень.** 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.

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 ступінню виконання нормативних вимог на ній.

## ЛІТЕРАТУРА

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. В.П. Беляцкий, Г.П. Павлов Методическое пособие по организации и тактике тушения пожаров на объектах метрополитена.– Москва, 1986.– 156 с.
3. Настанова по газодимозахисній службі пожежної охорони МВС України. Наказ № 657 МВС України від 2 грудня 1994 р. – Київ, 1994.– 128 с.
4. Бородич П.Ю., Стрелець В.В. Особливості застосування ізолюючих апаратів при ліквідації надзвичайних ситуацій в метрополітені // Технічні засоби для профілактики надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків. Матеріали науково-практичної конференції. – Харків: АЦЗУ, 2004. – С.11-14.
5. Форум: Пожар в метрополитене. – 2008. - Режим доступа: [www.emercomrb.bashnet.ru](http://www.emercomrb.bashnet.ru)
6. Стрелець В.М. Перспективи вдосконалення дослідницького характеру командно-штабних навчань / Матеріали науково-практичної конференції «МНС України: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку» - Харків, УЦЗУ, 2007. – С.332-334
7. Перепечаев В.Д., Береза В.Ю. Газодымозащитная служба пожарной охраны // Учебник. – Чернигов, РИК «Деснянська правда», 2000. – 468 с.
8. Бондаренко М.В., Долматов С.Н. ГДЗС в примерах: Учебное пособие.– М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – 53 с.
9. Ковальов П.А., Стрелець В.М. Вдосконалення методики розрахунку часу роботи в ізолюючих апаратах / Проблемы пожарной безопасности - № 22 – Харьков, УГЗУ, 2007. – 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.
11. Стрелець В.М., Бородич П.Ю. Закономерности работы спасателей в изолирующих аппаратах при проведении работ на станциях метрополитена./ Проблемы надзвичайних ситуацій - № 3 – Харків, Фоліо, 2006. – С. 48-57

Бородич П.Ю., Росоха С.В., Стрелец В.М.

**Совершенствование расчетов на посту безопасности во время работы в АСВ при ликвидации чрезвычайных ситуаций в метрополитене**

В результате анализа полученных закономерностей работы спасателей в изолирующих аппаратах предложены расчетные соотношения, которыми целесообразно пользоваться для определения времени работы в аппаратах на сжатом воздухе при ликвидации чрезвычайных ситуаций в метрополитене

**Ключевые слова:** АСВ, метрополитен, спасательные работы, пост безопасности, контрольное давление, упрощенные расчеты

Borodych P.Y., Rosoha S.V., Strelec V.M.

**Improving the safety of settlements in the post while working at the DIA at disaster management in Metro**

As a result, the analysis of the laws of the rescuers in the SCBA proposed settlement ratio, which is expedient to use to determine when to work in devices with compressed air at the disaster management in Metro

**Key words:** CABA, underground, rescue, post security, the reference pressure, the simplified calculation

**УДК 355.58**

*Вальченко А.И., канд. тех. наук, доц., НУГЗУ,  
Метелев В.А., студент, НТУ «ХПИ»,  
Халыпа В.М., канд. тех. наук, доц., НУГЗУ*

**РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА  
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

Предложена методика расчёта на прочность вертикальных цилиндрических резервуаров при осесимметричном нагружении гидростатическим давлением, действием собственного веса и распределённой по окружности верхнего края осевой силой  $N$

**Ключевые слова:** длинная цилиндрическая оболочка, гидростатическое давление, функция радиальных прогибов, осевые изгибные напряжения, краевой эффект

**Постановка проблемы.** В настоящее время большое по объёму количество токсичных жидкостей содержится на складах в стандартных ёмкостях, среди которых наиболее распространены