

*О.П. Михайлюк, к.х.н, доцент, професор каф., НУЦЗУ,
С.Я. Кравців, курсант, НУЦЗУ*

ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ ПОЖЕЖОВИБУХОБЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОВИХ ЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовою В.І.)

За отриманими значеннями величин вражаючих факторів пожеж і вибухів на газових автозаправних станціях зроблено висновок про необхідність виконання детальної оцінки ступеню небезпеки об'єкта та розробки нормативних вимог пожежної безпеки.

Ключові слова: автозаправна станція, скраплений нафтовий газ, пожежа, вибух, вражаючі фактори.

Постановка проблеми. В останні часи в Україні у зв'язку з істотним збільшенням парку автомобілів (особливо у великих містах), а також із зростанням економічних та екологічних вимог, зріс попит на будівництво автомобільних заправних станцій на скрапленому та стисненому газі, який поряд із рідким паливом також має підвищений рівень пожежовибухонебезпеки. Причому скраплений нафтовий газ (СНГ), завдяки його фізико-хімічним та пожежовибухонебезпечним властивостям, в умовах експлуатації є більш небезпечним. Тому в нормах пожежної безпеки для автомобільних газових заправних станцій (АГЗС) на скрапленому газі, де розливи газу найбільш ймовірні, необхідно передбачати найбільші протипожежні розриви поміж будівлями та спорудами, що не знайшло відображення в діючих нормах для автозаправних станцій. У зв'язку з цим, а також враховуючи те, що окремі норми пожежної безпеки при проектуванні АГЗС відсутні, виникла необхідність проведення досліджень вражаючих факторів пожеж і вибухів на газових АЗС. Актуальність даних досліджень обумовлюється також будівництвом і експлуатацією багатопаливних автозаправних станцій (БП АЗС), на території яких передбачається заправка транспортних засобів двома чи трьома видами палива, – це скраплений нафтовий газ (пропан-бутан), стиснений природний газ (метан), рідке паливо (бензин та/або дизельне паливо).

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Серед нормативних документів щодо пожежної безпеки АГЗС, в першу чергу слід відмітити норми [1, 2], які в найбільшій мірі у порівнянні з іншими документами враховують специфіку даних об'єктів.

Згідно [2] автомобільна газозаправна станція – автозаправна станція, технологічне обладнання якої призначене для заправки автотранспорту тільки скрапленими вуглеводневими газами. Багатопаливна

автозаправна станція – автозаправна станція, технологічне обладнання якої призначено для заправки автотранспорту моторним паливом двох або трьох видів, серед яких дозволяється рідке моторне паливо (бензин та/або дизельне паливо), скраплений вуглеводневий газ і стиснутий природний газ. АГЗС представляє собою компактну конструкцію, яка складається з резервуара для скрапленого газу, насоса та паливно-роздавальної колонки (ПРК).

Аналіз нормативних документів щодо забезпечення пожежної безпеки АГЗС показав, що в загальних нормах проектування автозаправних станцій в недостатній мірі враховується специфіка заправки автомобілів скрапленими та стисненими газами. Не досить обґрунтованими є вимоги щодо протипожежних розривів, що особливо є важливим для умов експлуатації АГЗС і БП АЗС у великих містах.

Більш глибокі та повні дослідження типових сценаріїв можливих аварій з пожежами та вибухами проводилися на АЗС з рідким видом палива (бензин, дизельне паливо) [5, 7]. Оцінка пожежовибухонебезпеки АЗС з наявністю скраплених горючих газів представлена в роботі, що присвячена БП АЗС [6]. В цих роботах авторами розглянуті типові сценарії аварій в залежності від характеру розгерметизації обладнання АЗС, погодних та інших умов у виді: пожежі розливу; вогненної кулі; вибуху; дефлаграції та їх наслідки.

Постановка задачі та її розв'язання. З метою оцінки та доповнення і розвитку основних положень діючих норм і правил [1, 2] виконані наступні розрахунки величин вражаючих факторів пожеж і вибухів на АГЗС: питома маса скрапленого газу, що випаровується з площі розливу палива; розміри вибухонебезпечних зон, що утворюються при випаровуванні скраплених газів; надлишковий тиск у вибуховій хвилі при вибуху газоповітряної хмари; теплове випромінювання пожежі розливу і «вогневої кулі».

Розрахунки виконували для типових аварійних ситуацій для АГЗС: розгерметизація резервуара нормативним об'ємом 10 м^3 ; розгерметизація гнучкої шланги при заповненні балонів автомобілів з ПРК. Враховуючи те, що для заправки автомобілів в залежності від пори року використовується літній варіант автомобільного пропан-бутану з вмістом пропану $50 \pm 10 \%$, що дозволяє попередити виникнення надлишкового тиску в резервуарі під час підвищення температури, та зимовий варіант з вмістом пропану $85 \pm 10 \%$, що забезпечує надійне випаровування газу за низьких температур навколишнього середовища, в розрахунках приймали властивості пропану.

Розрахунок питомої маси скрапленого пропану, що випаровується з площі розливу палива, виконували за формулою [4]

$$m_{\text{свг}} = \frac{M}{L_{\text{вип}}} \cdot (T_o - T_{\Gamma}) \cdot (2 \cdot \lambda_{\text{тм}} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{\pi \cdot a}} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{\text{Re}} \cdot \lambda_n \cdot \tau}{d}), \quad (1)$$

де M – молярна маса СНГ, кг/моль; $L_{\text{вип}}$ – мольна теплота випаровування СНГ при початковій температурі СНГ T_{Γ} , Дж/моль; T_o – початкова температура матеріалу, на поверхню якого розливається СНГ, К; T_{Γ} – початкова температура газу, К; $\lambda_{\text{тм}}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, на поверхню якого розливається СНГ, Вт/(м·К); a – коефіцієнт температуропроводності матеріалу, на поверхню якого розливається СНГ, м²/с; τ – час повного випаровування СНГ, але не більше 3600 с; Re – число Рейнольдса; λ_n – коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт/(м·К); d – характерний розмір розливу СНГ, м.

Розрахунок розмірів вибухонебезпечних зон при випаровуванні скрапленого пропану виконували за формулою [4]

$$R_{\text{нкмп}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma} \cdot C_{\text{нкмп}}} \right)^{0,333}, \quad (2)$$

де m_{Γ} – маса горючого газу, що надійшов до навколишнього простору під час розрахункової аварії, кг; ρ_{Γ} – густина горючого газу за розрахункової температури й атмосферного тиску, кг/м³; $C_{\text{нкмп}}$ – нижня концентраційна межа поширення полум'я газоповітряної суміші, % (об.).

Розрахунок надлишкового тиску вибуху у разі згоряння газопароповітряних сумішей виконували за формулою [4]

$$\Delta P = P_0 \cdot (0,8m_{\text{пр}}^{0,33}/r + 3m_{\text{пр}}^{0,66}/r^2 + 5m_{\text{пр}}/r^3), \quad (3)$$

де P_0 – атмосферний тиск, кПа; $m_{\text{пр}}$ – приведена маса газу, кг; r – відстань від геометричного центра газоповітряної хмари, м.

Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання при пожежі та «вогневої кулі» виконували за формулою [4]

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi, \quad (4)$$

де q – інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м²; E_f – середньо-поверхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт/м²; F_q – кутовий коефіцієнт опромінення.

Отримані результати розрахунків показали, що для окремих типів аварій на АГЗС (розгерметизація резервуара з мінімальним нормативним об'ємом), розміри вибухонебезпечних зон та зон ураження вибу-

ховою хвилею і тепловим випромінюванням досить значні, що свідчить про можливість ураження у випадку реалізації таких аварій значної кількості людей, будинків і споруд навколишніх об'єктів.

За отриманими значеннями величин вражаючих факторів пожеж і вибухів на АГЗС було виконано оцінку норм [1,2], а саме протипожежних відстаней між об'єктами АГЗС та протипожежних відстаней від об'єктів оточуючого середовища до споруд АГЗС (табл. 1).

Табл. 1. Розміри зон ураження при аваріях на АГЗС та мінімальні протипожежні відстані згідно норм*

Вид СНГ	Вражаючий фактор та його параметри	Відстань, на якій реалізується вражаючий фактор, м	Ступінь ураження людини	Мінімальна відстань від споруд АГЗС, м			Мінімальна відстань між об'єктами АГЗС, м	
				Місця масового перебування людей	Житлові та громадські будинки	Транспортні мережі	ПРК	Операторські
Пропан	Вибухова хвиля, $\Delta P=13,11$ кПА	27,7	Поріг смертельного ураження					
	Інтенсивність теплового випромінювання, $q=14,55$ кВт/м ²	30,0	Опіки I та II ступеня	80	40	10	15	15
	Радіус теплового опромінення «вогневої кулі» на людину ($R_{оп}$)	18,0	50% смертельних наслідків					

* НАПБ Б.05.019-2005

З таблиці видно, що протипожежні відстані згідно діючого нормативного забезпечення пожежної безпеки АГЗС не в повній мірі забезпечують пожежну безпеку цих об'єктів.

Висновок. Таким чином, результати виконаних досліджень дозволяють зробити висновок про необхідність виконання детальної оцінки ступеню небезпеки об'єкта та розробки нормативних вимог забезпечення пожежної безпеки АГЗС та БП АЗС.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН 360-92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень.
2. НАПБ Б.05.019-2005. Інструкція щодо вимог пожежної безпеки під час проектування автозаправних станцій.

3. ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання.

4. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

5. Шебеко Ю.Н., Малкин В.Л., Смолин И.М. и др. Пожарная безопасность автозаправных станций и комплексов. Требования пожарной безопасности при эксплуатации АЗС и АЗК. Пожаровзрывобезопасность. – 1998. – Т.7.- №1. – С.53-60.

6. Болодьян И. А. , Шебеко Ю. П., Малкин В. Л. и др. Обеспечение пожаровзрывобезопасности многотопливных автозаправочных станций // Автозаправочный комплекс. – 2001. – № 2.

7. Михайлюк О.П. Проблеми забезпечення пожежовибухобезпеки автозаправних станцій / О.П. Михайлюк, С.Я. Кравців // Проблеми пожарной безопасности. – 2012. – №32. – С.149-154.

А.П. Михайлюк, С.Я. Кравців

Проблемы нормирования пожаровзрывобезопасности автомобильных газовых заправочных станций

По полученным значениям величин поражающих факторов пожаров и взрывов на газовых автозаправочных станциях сделан вывод о необходимости выполнения детальной оценки степени опасности объекта и разработки нормативных требований пожарной безопасности.

Ключевые слова: автозаправочная станция, сжиженный нефтяной газ, пожар, взрыв, поражающие факторы.

A.P. Mikhailiuk, S.Ya. Kravtsiv.

The problems of normalization of fire-fighting automobile gas filling stations

According to the obtained values of affecting fire and explosion factors at the gas filling stations it is concluded the need to perform a detailed risk assessment of the object and the development of regulatory requirements of fire safety.

Keywords: gas station, liquefied petroleum gas, fire, explosion, affecting factors.