

В. Д. Безвесільний, старший науковий співробітник Харківського НДІСЕ,

В. І. Кривошеєв, старший науковий співробітник Харківського НДІСЕ

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ВИБУХІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З РУЙНУВАННЯМ (РОЗГЕРМЕТИЗАЦІЄЮ) ПОБУТОВИХ ГАЗОВИХ БАЛОНІВ

Проблема розв'язання завдань розслідування подій, пов'язаних з вибухами (руйнуванням, розгерметизацією) побутових газових балонів є не новою, але й зараз залишається актуальною щодо встановлення причин вибухо-пожежонебезпечних явищ.

Багатьма авторами (І. Е. Таубкіним, Д. В. Прохоровим, Ю. А. Роботько О. Ю. Пименовим та ін.) досить широко розкриті питання щодо комплексного дослідження причин руйнування балонів. Руйнація побутових балонів із скрапленим газом тягне за собою їх розгерметизацію, аварійний витік газу в середовище з наслідками утворення вибухонебезпечної суміші пари з повітрям, яка стає потенційним джерелом запалювання. Нерідко цей процес супроводжується двостадійним (каскадним) комплексним вибуховим явищем – фізичного (руйнування корпусу балону) і хімічного характеру (дефлограційний вибух суміші пари скрапленого газу з повітрям).

Основним в експертних завданнях, як правило, є питання: який механізм та причина вибуху, що відбувся на місці події (МП)?

Для вирішення цього питання необхідно визначити:

- характер і механізм руйнації балону;
- склад і кількість газу, що приймав участь у вибуховому явищі;
- характеристики джерела запалювання вибухонебезпечної суміші;

— відповідність фактичних даних про технічний стан балону та умов його експлуатації вимогам чинних нормативно-правових актів;

— обставини, що зумовили подію вибухового явища.

Таким чином, експертиза в таких випадках має ознаки комплексного характеру, до проведення якої, залежно від обставин вибуху, повинні залучатися спеціалісти з матеріалознавства, трасології, будівництва, пожежно-технічних, технологічних галузей, з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Для виконання досліджень експерту мають бути надані такі вихідні дані:

— корпус балону (балонів) або його рештки разом із запірним пристроєм;

— матеріалізовані носії інформації, а саме: відомості про температурні умови при закачуванні газу в балон, його зберіганні та руйнуванні;

— ступінь заповнення посудини рідкою фазою;

— паспортні дані підприємства-виробника та фактичні відомості про повторні посвідчення іспитів балону (клеймо) на газонаповнюючій станції (ГНС);

— матеріали спеціального або відомчого розслідування, зміст протоколу огляду МП, схеми, фотознімки, відеозапис тощо.

Відомо, що в заповненні побутових балонів ємністю 3–50 літрів для скраплених вуглеводних газів тиском 1,6 МПа (ГОСТ 15860-840) використовують, в основному, суміш пропану і бутану. Ця суміш у нормальних умовах знаходиться в газоподібному стані, але в умовах підвищення тиску (без зниження температури) переходить у рідину. У такому стані вуглеводні гази мають високий коефіцієнт об'ємного розширювання. Тому, у випадку переповнення балону на ГНС понад 85% його геометричного об'єму та підвищення температури рідкої фази (коли, наприклад, він підпадає нагріву), остання заповнює увесь внутрішній об'єм і розширюючись викликає значне підвищення тиску в балоні. У мета-

левому корпусі балону при цьому виникають напруги, що призводять до його розриву. Щодо стадії фізичного розриву балону з наслідками об'ємного вибуху в середовищі, як правило, слідчим признається металознавче дослідження.

Як показують результати експериментальних досліджень, проведених у Російському федеральному центрі судової експертизи щодо визначення тиску під час руйнування балонів з дефектами зварювальних швів (непровар кореня шва, внутрішній підріз основного металу, зміщення вісі повздовжнього шва), далеко не кожний дефект призводить до розкриття корпусу балону під час підвищення в ньому тиску до значення, що перевищує нижню межу руйнівного тиску – 5,0 МПа (п. 2.10 ГОСТ 15860-84).

Критичні значення тиску та характеристики розриву корпусу балону наведені в таблиці. (В. П. Забурягін, Я. С. Кісельов, П. Н. Яровий, Іркутський факультет ВІПТШ МВС Російської Федерації).

Таблиця

Дефекти, виявлені при рентгенографічному дослідженні зварювальних швів	Характеристика розриву	Тиск розкриття балону, МПа
Непровар	По основному металу, вздовж шва (від нього на відстані 33 мм)	75
Непровар	<...> 30 мм	100
Непровар	<...> 90 мм	100
Непровар	<...> 32 мм	85
Непровар	<...> 27 мм	95
Підріз внутрішній	<...> 47 мм	100
Зміщення вісі шва	<...> 32 мм	100
Без дефектів	Розрив відсутній	100

Якщо внутрішній об'єм балону повністю заповнений рідкою фазою, а парова фаза (газ, що знаходиться в газоподібному стані) відсутня, зміни тиску в балоні можна оцінити за формулою

$$\Delta P = - \frac{\beta_{\rho}}{\beta_{cm}} \Delta t, \quad (1)$$

де ΔP – збільшення тиску в балоні, МПа; β_p – коефіцієнт об'ємного розширення рідкої фази, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; β_{cm} – коефіцієнт об'ємного стиснення рідкої фази, МПа^{-1} ; Δt – зміни температури під час нагрівання, $^{\circ}\text{C}$.

Середній коефіцієнт об'ємного розширення суміші β_p визначається з урахуванням складу компонентів (пропану і бутану), за яким у межах температур отримується значення густини суміші. У момент зникнення парової фази при певній температурі визначається тиск насиченої пари прийнятого складу компонентів. Під час нагрівання газу, що знаходиться в балоні, тиск у ньому збільшується з градієнтом близько $0,7 \text{ МПа}/^{\circ}\text{C}$. Якщо переповнений газом балон переміщується з подвір'я в тепле приміщення в зимовий час, тиск може збільшитися до значення руйнації балону.

Слід мати на увазі, що за умови дотримання нормативних вимог наповнення балонів скрапленими газами, забезпечується наявність рідкої та парової фаз у всіх діапазонах допустимих температур нормами їх експлуатації. При цьому тиск у побутових газових балонах визначається пружністю насиченої пари вуглеводних газів і не повинен перевищувати робочий тиск для балонів $1,6 \text{ МПа}$.

За даними складу суміші вуглеводних газів (етан, пропан, пропілен, і-бутан, н-бутан тощо) визначається норма заповнення балону Q за формулою

$$Q = \frac{1}{100} \cdot \sum x_i \cdot a_i, (\text{кг}), \quad (2)$$

де x_i – доля i -го компонента в суміші, %; a_i – маса i -го компонента на 1 л місткості балону, кг .

Якщо балон, що розірвався, був заповнений за нормою, то тиск в ньому дорівнює сумі парціальних тисків компонентів газу за даною температурою:

$$P_t = \sum P_i = \sum x_i \cdot \rho_i^1, (\text{МПа}), \quad (3)$$

де P_t – тиск у балоні при температурі t ; P_i – парціальний тиск компонентів при температурі t ; x_i – мольна (об'ємна) доля компонента в рідкій фазі; ρ_i^1 – пружність пари компонента при температурі t .

Після підставлення числових значень за наявності в балоні рідкої та парової фаз газу при певній температурі визначається та порівнюється фактичний тиск відносно верхньої межі робочого тиску.

На ГНС газові балони повинні заповнюватися таким чином, щоб при $t = 45^{\circ}\text{C}$ під час експлуатації в балонах завжди знаходилась рідка і парова фази.

Побутові балони ємністю 3–50 літрів для скраплених газів випробовуються гідравлічним тиском 2,5 МПа. Збільшення температури, яке призведе до збільшення тиску, критичне його значення (P), визначається за формулою

$$\Delta t \geq \frac{P - P_o}{\Delta P}, \quad (4)$$

де Δt – збільшення температури відносно температури t (при якій в балоні зникла парова фаза), що викликає підвищення тиску до значення $\geq 2,5$ МПа ($^{\circ}\text{C}$); P – тиск гідравлічного випробування балону, 2,5 МПа; P_o – тиск насичених парів при температурі t , коли в балоні зникла парова фаза, МПа; ΔP – збільшення тиску в повністю заповненому балоні рідкою фазою при нагріванні на 1°C , МПа/ $^{\circ}\text{C}$.

Газ, що вийшов у результаті розриву балону утворює вибухову суміш з повітрям, яка, у свою чергу, внаслідок контактування з наявним джерелом запалювання, зумовлює наступне вибухове явище об'ємного характеру.

Слід мати на увазі, що метод дослідження двостадійного вибухового явища розриву балону й об'ємний вибух суміші пари скрапленого газу з повітрям у межах приміщення, будівлі, споруди має універсальний характер. Це може бути виражено такою формулою

$$\Delta \Sigma = q_{г.б.} + q_{г.п.}, \quad (5)$$

де $q_{г.б.}$ – кількість газу в балоні, кг; $q_{г.п.}$ – кількість газу, що приймав участь в об'ємному вибуху в приміщенні (будівлі, споруді).

За результатами будівельно-технічного дослідження тиску ударної хвилі на будівельні конструкції надається можливість визначити кількість пари скрапленого газу,

який знаходився в балоні й утворив вибухову концентрацію в суміші з повітрям у результаті аварійного витоку цього газу в середовище. За кількісним значенням газу існує можливість визначити фізичні параметри явищ, що зумовили руйнацію корпусу балону.

Автори не ставлять за мету надання рекомендацій з організації проведення комплексної експертизи, оскільки це залежить від обставин вибухового явища і потребує залучення для цього певних фахівців у кожному конкретному випадку, але зазначені аргументи можуть мати важливе значення в експертній практиці.

С. П. Курчаткин, старший эксперт Саратовской лаборатории судебной экспертизы Министерства юстиции РФ, доктор химических наук,

М. Ю. Ревякин, старший эксперт Саратовской лаборатории судебной экспертизы Министерства юстиции РФ, кандидат технических наук,

А. В. Стальмахов, профессор Саратовского юридического института МВД России, доктор физико-математических наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ПЕЧАТИ НА ОБРАЗЦАХ РЕКЛАМНОЙ ПРОДУКЦИИ

В Российской Федерации наряду с общим ростом количества судебных экспертиз, назначаемых по гражданским и арбитражным делам, заметно увеличивается и