ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

УДК 355

М.І. Адаменко

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ВИПРОБУВАННЯМИ АВТОМАТИЧНИХ УСТАНОВОК ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Стаття присвячена зниженню ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, зокрема вибухів та пожеж. Розв'язується наукова проблема щодо розробки заходів по ліквідації та локалізації пожеж, причому на початковій стадії їх розвитку, особливо на об'єктах зберігання вибухових речовин та боєприпасів. У рамках вказаної проблеми розглядається наукова задача по визначенню параметрів руху вогнегасячої рідини при різних режимах спрацювання запропонованої автоматичної установки пожежогасіння та експериментальна апробація нової автоматичної установки пожежогасіння. Наводяться теоретичні передумови проведення експерименту, а також дані, що отримані в результаті експерименту. На підставі отриманих результатів випробувань моделі автоматичної установки пожежогасіння нового типу доведено можливість її швидкого реагування на виникнення пожежі на вибухонебезпечних об'єктах і її локалізації до виникнення першого вибуху.

Ключові слова: *пожежа, вибух, автоматичні установки, безпека, локалізація, експериментальні дослідження.*

Вступ

Актуальність теми. Третина з промислових підприємств, що знаходяться на території України, відноситься до потенційно небезпечних об'єктів, на яких виробляються, зберігаються та транспортуються небезпечні хімічні речовини.

Ризик виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, зокрема вибухів та пожеж, постійно зростає, оскільки рівень зносу виробничого устаткування на більшості хімічних об'єктах наближається до критичного.

Аварії на таких об'єктах можуть супроводжуватись вибухами, забрудненням навколишнього середовища небезпечними хімічними речовинами, а також пожежами та вибухами. При цьому площа зон ураження буде вимірюватись квадратними кілометрами, а постраждале населення нараховуватиме сотні та тисячі чоловік.

Постановка проблеми. Таким чином постає наукова проблема щодо розробки заходів по ліквідації та локалізації пожеж, причому на початковій стадії їх розвитку, особливо на об'єктах зберігання вибухових речовин та боєприпасів.

Попередні дослідження та вивчення літератури. Проблема пожежогасіння на складах вибухових речовин і боєприпасів неодноразово висвітлювалася у вітчизняній літературі [1 – 5].

Для гасіння пожеж на вибухонебезпечних об'єктах пропонувалися різні види автоматичних установок пожежогасіння [6]. Однак у зв'язку з малим часом, відведеним на гасіння до моменту першого вибуху, автором у попередніх роботах [7] була запропонована автоматична установка пожежогасіння нового типу. З метою її апробації була створена експериментальна модельна установка, що пройшла відповідні випробування.

Отже, постає наукова задача по визначенню параметрів руху вогнегасячої рідини при різних режимах спрацювання запропонованої автоматичної установки пожежогасіння .

Розв'язання задачі

Випробування проводилися на установці, що містить резервуар з обсягом $V_б$, у нижню частину якого була вмонтована труба. Інший кінець труби був виведений в атмосферу. У трубі знаходилася засувка, при відкритті якої резервуар сполучався з атмосферою.

При закритій засувці резервуар заповнювався водою, що займала обсяг $V_{ж.н.}$. У верхній частині резервуара знаходилося повітря, що було стиснуте до тиску $P_н$, що перевершує атмосферний тиск $P_а$.

У момент часу t = 0 засувка відкривалася і вода під дією перепаду тисків $P_н - P_а > 0$ починала витікати з резервуара. При витіканні води з резервуара повітря займало обсяг, що звільнився. У підсумку тиск P(t), створений повітрям у резервуарі, зменшувався згодом за законом Бойля – Мариотта. У момент часу $t_в$ резервуар цілком спустошувався. При цьому в іспитах реалізувалася нерівність

$$P(t = t_а) > P_а \qquad (1)$$

відповідно до якого в процесі витікання води з резервуара аж до моменту його спустошення тиск

повітря в резервуарі перевищував атмосферне P_a. Час $t_в$, отриманий при іспитах, було менше характерного часу

$$t_\upsilon = \frac{a^2}{4\upsilon} \qquad (2)$$

за яке в рідині з кінематичною в'язкістю υ встановлюється рівновага у поперечному напрямку труби кругового перетину з радіусом а. В умовах іспитів а=1,2 см, а кінетична в'язкість води υ при 20^0С дорівнює 0,01 $см^2$/сек. У підсумку t_υ =36 сек.

При виконанні нерівності

$$t_в << t_\upsilon \qquad (3)$$

рідина рухається по трубі протягом усього часу від 0 до $t_в$, як ідеальна, зі швидкістю υ(t), що залежить від часу, але не залежить від відстані від осі труби аж до пристінкового шару, розміри якого набагато менше радіуса труби а.

При виконанні нерівностей (1) і (2) рідина випливає з резервуара по трубі в, так називаному, режимі «Постріл», теорія якого була розроблена в роботах [7]. Згідно [7] час витікання рідини з резервуара в режимі «Постріл» дається рівністю

$$t_в = \sqrt{\frac{2\rho L V_{ж.н.}}{\pi a^2}}\left(P_н - P_а - \frac{P_н}{2}\frac{V_{ж.н.}}{V_б}\right)^{-1/2}, \qquad (4)$$

де L - довжина труби, а ρ - щільність рідини.

Співвідношення (8) отримано в припущенні, що на кінці труби, виведеному в атмосферу, тиск дорівнює атмосферному P_a.

Така ситуація реалізується, якщо рідина миттєво відводиться тільки вона з'явиться на кінці труби, виведеному в атмосферу.

Ця умова не виконувалася в іспитах, де рідина або вільно випливала з кінця труби, або розпорошувалася на насадці. У підсумку в іспитах тиск $P_{ТР}$ на кінці труби, виведеному в атмосферу, був завжди більше атмосферного.

При вільному витіканні рідини з кінця труби чисельне значення $P_{ТР}$ визначається орієнтацією кінця труби щодо напрямку сили ваги, тобто горизонталі. В іспитах струмінь незначно відхилявся нагору від горизонтального положення.

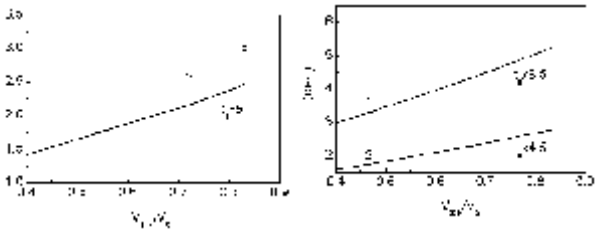
При розпиленні струменя на насадці тиск $P_{ТР}$, вірогідно, збільшується і визначається конфігурацією насадка. В іспитах у якості насадка використовувався стандартний дренчерний насадок.

Оскільки перепад тисків $P_н$-$P_{тр}$ в іспитах був завжди менше Рн-Ра, те розрахункове значення (4) дає мінімальну нижню границю часу спустошення резервуара.В умовах іспитів час спустошення резервуара збільшується в порівнянні з мінімальним теоретичним значенням (4) також за рахунок цілого ряду й інших факторів.

Так, труба мала «коліно», що забезпечує її горизонтальне положення. Радіус отвору засувки був на 2 мм менше радіусу труби.

Названі фактори приводять до зменшення швидкості руху рідини в трубі і відповідно до збільшення часу спустошення резервуара.

Випробування показали (рис. 1), що струмінь, що витікає з кінця труби, виведеного в атмосферу, має вигляд, що свідчить про нестійкість плину рідини в трубі. Виникаючі випадкові малі збурювання в хитливому потоці рідини ростуть згодом. Ці збурювання приводять до зменшення швидкості руху рідини в трубі і відповідно до збільшення часу спустошення резервуара в порівнянні з мінімальним теоретичним значенням (4).



а б

Рис. 1. Результати випробувань

На рис. 1 нанесені часи спустошення резервуара, отримані в іспитах при різних значеннях початкового тиску повітря $P_н$ і відносного обсягу $V_{ж.н.}/V_б$, зайнятого рідиною. На рис. 1, а $P_н$ =10 ат, а на рис. 1, б

$P_н$ = 7 ат. ПРО і Δ – дані, отримані при вільному витіканні рідини, а □ – при наявності насадки на кінці труби, виведеному в атмосферу. При всіх іспитах положення труби було близько до горизонтального. На рис. 1 приведені також розрахункові за формулою (4) залежності часу $t_в$ від $V_{ж.н.}/V_б$ при фіксованих початкових значеннях $P_н$=10 ат (суцільна лінія на рис. 1, а) і $P_н$= 7 ат (суцільні лінії на рис. 1, б). Чисельні значення параметрів, що утримуються у формулі (4), бралися виходячи з умов іспитів: L = 173 див, $V_б$ = 18,5 л, а =1,2 см, ρ=1 м· см. Отримані по формулі (4) часи $t_в$ збільшувалися на коефіцієнт так, щоб крива була близька до відповідного мінімального часу спустошення, що спостерігається, резервуара.

Як видно з рис 1, що відповідає мінімальному часу спустошення резервуара, що спостерігаються, в 4,5 - 5 разів більше часу tв, отриманого по формулі (4), коли немає насадка, і в 8,5 рази більше - при наявності насадка (крива 1 на рис. 1, б). Причини такого розходження обговорювалися вище.

Теоретична залежність часу спустошення резервуара від $V_{ж.н.}$/Vб, що виходить з формули (4) (суцільні криві на рис.1 і 2), виявляється істотно слабкіша. Така відмінність, очевидно, зв'язане з тим, що великим значенням $V_{ж.н.}/V_б$ відповідають великі часи $t_в$. При цьому при всіх значеннях, що спостерігаються, tв нерівність (3) виконується. Тому здається мало ймовірним, що така відмінність зв'язана з дією сил кінематичної в'язкості.

Тим часом очевидно, що при хитливому плині поряд з в'язкісним часом (2) існує також і характерний час $t_{ТУР}$, за яке встановлюється стаціонарний плин у хитливому потоці рідини. При цьому збурювання в рідині приводять до виникнення, так званої «турбулентної в'язкості» [8, 9], що, як і звичайна кінематична в'язкість, установлює стаціонарний плин при заданому перепаді тисків.

Відмінність у теоретичній і експериментальній залежностях $t_в$ від $V_{ж.н.}/V_б$, яку можна спостерігати на рис.1 та 2, можна пояснити, якщо в іспитах реалізуються нерівності

$$t_в \le t_{ТУР} << t_U \qquad (5)$$

У цьому випадку при збільшенні $V_{ж.н.}/V_б$ зростає і час $t_в$, близькість якого до $t_{ТУР}$ приводить до збільшення внеску сили «турбулентної в'язкості». Ця сила визначає подальше збільшення часу спустошення резервуара.

Висновки

Таким чином, випробування моделі автоматичної установки пожежогасіння нового типу довели можливість її швидкого реагування на виникнення пожежі на вибухонебезпечних об'єктах і її локалізації до виникнення першого вибуху.

Список літератури

1. *Кисіль Т.Є. Застосування карбаміду та гідрофосфату амонію з метою покращення показників якості зарядів повітряно-пінних вогнегасників і установок пінного пожежогасіння / Кисіль, Т.Є., Боровіков В.О., Білошицький М.В. та ін.. // Науковий вісник УкрНДІПБ: науковий журнал. – Київ; 2004, №1(9). – С. 79-90.*
2. *Чернов С.М. Проблеми використання вогнегасників як первинного засобу гасіння пожеж / Чернов С.М., Ковалишин В.В. // Пожарная безопасность – 2003: Материалы 6-й научно-практической конференции. Харьков, 2003. – С. 224-225.*
3. *Optimization of arrival time of fire-engine on places of call / T. Rak // The experience of designing and application of CAD system in microelectronics. Proceeding of the VI-th international conference CADSM 2001. – Lviv : Publishing house of LPNU. – 2001. – P. 299-300.*
4. *Using of information technologies for realization of the continuous education concept / M.M. Kozyar, T.E. Rak, A.G. Renkas // New information technologies in education for all. Proceeding of the I-th International Conference ITEA 2006. – Kyiv, IRTC. – 2006. – P. 477-482.*
5. *Interactive methods of preparation of specialists for fire and safety service / Y. Rak, T. Rak, I. Malets, A. Renkas // Tendencje rozwojowe w technikach ratowniczych i wyposażeniu technicznym. – Krakow – 2006. – P. 128-130.*
6. *Адаменко Н.И. Три режима вытекания жидкости из резервуара автоматической установки пожаротушения под действием расширяющегося газа / Н. И. Адаменко // Коммунальное хозяйство городов: научн.-техн. сб. Сер: Архитектура и технические науки. - К., 2005. – Вып.63. - С. 33-35.*
7. *Адаменко Н.И. Вытекание жидкости из резервуара в режиме «Выстрел с подпором» / Н. И. Адаменко // Наук. вісн. будівництва / Харк. держ. ун-т будів. та архіт. - 2005. – Вип.31. - С. 66-69.*
8. *Адаменко Н.И. Математическое моделирование вытекания жидкости из резервуара в режиме «Выстрел с продолжением» / Н.И. Адаменко // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. / Харк. ун-т повітр. сил - 2005. – Вип. 7(47). - С. 55-58.*
9. *Адаменко М. І. Розрахунок установки автоматичного пожежегасіння складів боєприпасів у трьох режимах витікання рідини з резервуара під дією газу і сили тяжіння / М. І. Адаменко // Системи озброєння і військова техніка: наук. журн. / Харк. ун-т повітр. сил, 2005. – №1(1). - С. 37-40.*

Надійшла до редколегії 10.12.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.О. Кириченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПЫТАНИЯМ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Н.И. Адаменко

Статья посвящена снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе взрывов и пожаров. Решается научная проблема по разработке мероприятий по ликвидации и локализации пожаров, причем на начальной стадии их развития, особенно на объектах хранения взрывчатых веществ и боеприпасов. В рамках указанной проблемы рассматривается научная задача по определению параметров движения огнетушащей жидкости при различных режимах срабатывания предложенной автоматической установки пожаротушения и экспериментальная апробация новой автоматической установки пожаротушения. Приводятся теоретические предпосылки проведения эксперимента, а также данные, полученные в результате эксперимента. На основании полученных результатов испытаний модели автоматической установки пожаротушения нового типа доказана возможность ее быстрого реагирования на возникновение пожара на взрывоопасных объектах и его локализации до возникновения первого взрыва.

Ключевые слова: *пожар, взрыв, автоматические установки, безопасность, локализация, экспериментальные исследования.*

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES FOR BY THE TEST OF PLUG AND PLAYS ПОЖЕЖОГАСІННЯ

М.І. Адаменко

The article is devoted to reducing the risk of man-made disasters, including fires and explosions. Scientific problem is solved by the development of measures to eliminate and localization of fires, and in the early stages of their development, particularly in storage, explosives and ammunition. As part of this problem examines the scientific problem of determining the parameters of motion extinguishing liquid in different modes of operation of the proposed automatic fire-fighting and experimental testing of a new automatic fire-extinguishing system. The theoretical background of the experiment and the data obtained in the experiment. Based on the results of model tests automatic fire-extinguishing a new type of proven its ability to respond quickly to a fire on explosive objects and its location before the first explosion.

Keywords: *fire, explosion, automatic installation, security, localization, and experimental investigations.*