

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕНЬ З ПРИРОДНИМ ГАЗОМ

*Стефанов В. С.*

*Тесленко О.О., Національний університет цивільного захисту України, доцент, к.ф.-м.н.,  
доцент*

Важливу роль в безпеці людей має оцінка небезпеки виробничих об'єктів. Об'єкти прийнято класифікувати за ступенем небезпеки. У деяких найближчих до України країнах небезпечні об'єкти класифікуються за ступенем небезпеки схожим чином. За змістом цієї класифікації більш небезпечні об'єкти повинні відповідати класам більш високої небезпеки. Об'єкти, що належать до одного класу, неоднорідні за ступенем небезпеки. Розібратися в цій складній ситуації дозволяють критерії небезпеки [1], які оцінюють небезпеку безперервним чином.

Можна розглянути критерії небезпеки об'єктів в просторі небезпечних факторів, в просторі витрат на профілактичні заходи, витрат на ліквідацію наслідків аварій та в комбінованому просторі. У даній роботі використовується підхід з побудовою імітаційних моделей об'єктів. У статті [1] також розглядається питання стійкості математичного алгоритму з [2] для зовнішніх установок. Була розглянута вибухонебезпечність установки з переробки газу. Визначено надійність алгоритму для цього випадку. Неоднорідність газу не розглядалась. Дуже важливим є завдання зробити оцінки небезпеки надійними. Надійність оцінок пов'язана зі стійкістю математичного алгоритму до змін вихідних даних. Алгоритм розв'язання задачі називають чисельно нестійкими, якщо малі зміни вхідних даних призводять до неприпустимо значних змін рішення. Оскільки вхідні дані завжди мають деяку похибку і здійснюються не з абсолютною точністю, чисельна нестійкість призводить до неможливості вирішення ряду завдань деякими алгоритмами, які при точних обчисленнях давали б точні рішення.

У запропонованому тут дослідженні в якості таких змін розглядаються зміни пов'язані з неоднорідністю складу газу. Основну частину природного газу складає метан ( $\text{CH}_4$ ) - від 70 до 98%. Невизначеність в кількості відсотка метану веде до невизначеності його властивостей: густина, теплоємність, питома теплота згоряння і т.д. Розкид в цих властивостях може бути значний. Густина природного газу може змінюватися від 0,68 до 0,85  $\text{кг/м}^3$ . Питома теплота згоряння: 28-46  $\text{МДж/м}^3$  (використовуємо в розрахунках 35,5 $\text{МДж/м}^3$ ). Молярна маса природного газу змінюється 16-20г / моль.

Розглянемо небезпеку котельні, яка має розміри  $25 \times 15 \times 10$ м. В котельні знаходиться котел з підігрівом природним газом. Продуктивність компресора -  $0,5\text{м}^3 / \text{с}$ . Кратність вентиляції  $12 \text{ч}^{-1}$ , відключення автоматичне (25с), температура повітря в приміщенні -  $20^\circ\text{C}$ . За математичною моделлю документа [2] визначимо надлишковий тиск вибуху, який виявляється меншим за 5 кПа. Якщо тиск перевищує 5 кПа, приміщення вважається вибухонебезпечним. Таким чином, приміщення компресорного відсіку не слід розглядати як вибухонебезпечне приміщення. Однак, надлишковий тиск вибуху може залежати від густини природного газу в межах природних змін його хімічного складу. Побудуємо графік такої залежності (рис). В результаті природних хімічних змін природного газу надлишковий тиск вибуху може перевищити 5кПа. Це означає, що приміщення може відноситися до категорії «А» за невизначеністю в кількості відсотка метану.

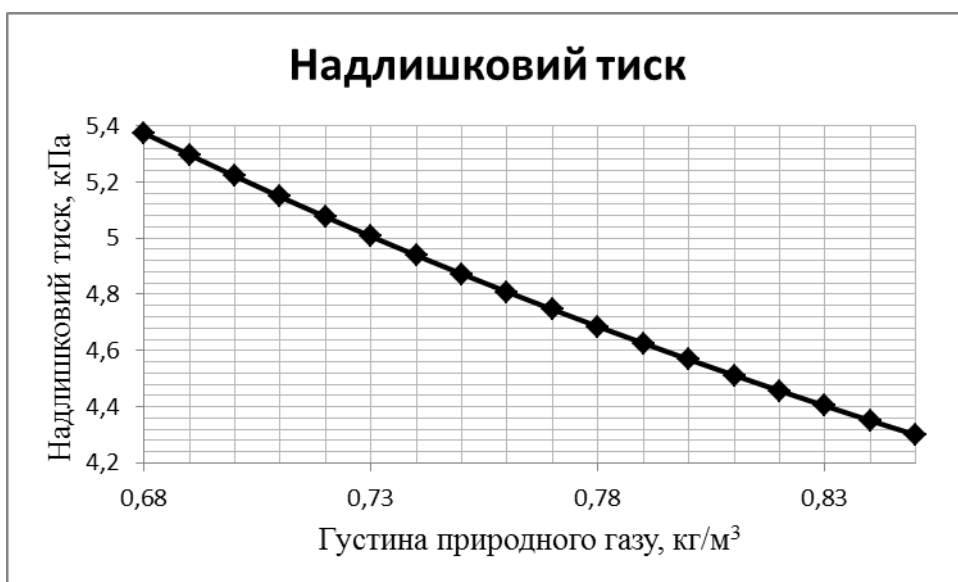


Рис. – Графік залежності надлишкового тиску вибуху від густини природного газу.

Як бачимо, при визначенні категорії приміщення неоднорідність реального природного газу впливає на результати визначення небезпеки приміщення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Teslenko A. A. Reliable Estimates Explosion for External unit in Russia, Belarus and Ukraine / A. A. Teslenko, A. I. Tokar //Eastern European Scientific Journal. – 2014. – №. 5.
2. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.