

ФІЗИЧНІ ЕФЕКТИ В АТМОСФЕРІ ТА ГЕОФІЗИЧНИХ ПОЛЯХ, ЩО СУПРОВОДЖУВАЛИ АВАРІЮ НА ГАЗОПРОВОДІ 15 ВЕРЕСНЯ 2020 р. В УКРАЇНІ

*Л. Ф. Черногор, доктор фіз.-мат. наук, професор,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
В. В. Тютюнник, доктор техн. наук, професор,
Національний університет цивільного захисту України
Л. Л. Черногор, студент ННІ екології,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

Акціонерне товариство «Укртрансгаз» має в своєму розпорядженні 36 тис. км магістральних газопроводів, 71 компресорну станцію та 13 підземних сховищ газу. Ці газопроводи побудовані близько 40 років тому та знаходяться не в цілком задовільному стані. Час від часу на газопроводах України, на жаль, трапляються аварії. В результаті пошкодження газопроводів протягом декількох годин країна втрачає по кілька кілотон (кілька млн м³) газу вартістю в мільйони доларів США. З огляду на зношеність газотранспортної системи України, і надалі слід очікувати аварій у цій системі. Тому вивчення фізичних ефектів і геоекологічних наслідків таких аварій є актуальною науково-прикладною задачею.

У роботах [1, 2] виконано комплексний аналіз фізичних ефектів і геоекологічних наслідків однієї з сильних аварій на магістральному газопроводі Уренгой–Помари–Ужгород, яка мала місце 6 грудня 2007 р. У цій роботі використовується подібна методика аналізу. Важливо, що великі аварії та техногенні катастрофи, що виникають на поверхні планети, зачіпають тією чи іншою мірою всі підсистеми у системі Земля–атмосфера–іоносфера–магнітосфера [3–10].

Мета даної роботи – описання результатів аналізу основних фізичних ефектів, які супроводжували аварію на газопроводі поблизу селища Чабани Київської області 15 вересня 2020 р.

За словами жителів навколишніх населених пунктів, «відбувся вибух», «у небі стояв дикий шум, який нагадував рев турбін літака». Одна із мешканок сказала: «Я думала, що кінець світу, що розпочалась війна». Інші свідки відзначали наступне: «Тремтіло скло в вікнах». «Я відчув, як вздригнулася земля під мною». «Пісок відчувався в роті». «На відстані 1–2 км від газопроводу відчувався запах газу».

Побоюючись вибуху газу, вимкнули електроенергію та доставку господарчого газу. Багато жителів наспіх покидали свої будівлі та населені пункти.

Що ж відбулося насправді? Що ж могло відбутися?

У результаті вибуху газопроводу під тиском у 50 атмосфер було зруйновано трубу газопроводу діаметром близько 1 м і довжиною близько 8 м і відкинута на відстань близько 5 м. У ґрунті утворилась вирва довжиною близько 12 м, глибиною до 3 м і шириною близько 4 м. Струмінь газу, який витікав під тиском 50 атмосфер, генерував потужні акустичні коливання, утворював стовбур пилу висотою до 300 м і діаметром близько 50 м. Звук, газ і пил поширювались на відстань до декількох кілометрів. Виникла загроза об'ємного вибуху суміші газу та повітря.

Авторами з використанням методології [1, 2] досліджено та промодельовано утворення вирви; руйнування та викид газової труби; генерацію ударної хвилі; витік газу; генерацію акустичного випромінювання; електричні ефекти вибуху, стрибка тиску газу, стовпа пилу та акустичної хвилі; магнітний і сейсмічний ефекти. Детально промодельовано ефекти можливого загоряння газу, утворення вогняного «куполу», параметри вогняної кулі. Оцінено параметри зон вигорання та руйнувань.

Основні результати досліджень і фізико-математичного моделювання наступні.

1. Оцінено енергію (близько 2.5 ГДж) й еквівалентну масу вибухової речовини (620 кг ТНТ) вибуху на газопроводі КЗУ–1 поблизу селища Чабани Київської області 15 вересня 2020 р.

2. Витік газу складав близько 7.8 т/с. Втрати газу від аварії склали близько 2.3 кт або 2 млн м³ вартістю близько 2 млн дол. США.

3. Вибух призвів до викиду приблизно 200 т ґрунту.

4. Витік газу під початковим тиском у 50 атмосфер супроводжувався генерацією сейсмічних коливань магнітудою 1.5–2, шумоподібного акустичного випромінювання потужністю близько 2 МВт. Максимальна інтенсивність припадала на частоту близько 50 Гц. Інтенсивність шуму в населених пунктах, віддалених на відстань 0.5–2 км від місця аварії, становила 107–119 дБ.

5. Напруженість квазістатичного електричного поля, викликаного тертям частинок у пиловому стовпі, була не менше ~1 кВ/м, але могла досягати й порядку 10 кВ/м.

6. У полі акустичної хвилі напруженість електричного поля та індукція магнітного поля поблизу джерела дорівнювали ~20 В/м і 70 нТл відповідно.

7. Сейсмічний ефект від вибуху характеризувався магнітудою близько 1.7.

8. Наслідки можливого загоряння газу (об'ємного вибуху суміші газу та повітря) масою близько 0.3 кт були б катастрофічними для найближчих населених пунктів.

Роботу Л. Ф. Черногора та Л. Л. Черногора було підтримано в рамках проекту Національного фонду досліджень України (номер 2020.02/0015 «Теоретичні та експериментальні дослідження глобальних збурень природного і техногенного походження в системі Земля–атмосфера–іоносфера»).

ЛІТЕРАТУРА

1. Черногор Л. Ф. Взрывы на газопроводах и аварии на газовых хранилищах – источник экологических катастроф в Украине. *Екологія і ресурси*. 2008. № 3. С. 56–72.

2. Черногор Л. Ф. Физика и экология катастроф: монография. Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. 555 с.

3. Черногор Л. Ф. Геокосмосфера – открытая динамическая нелинейная система. *Вісник Харківського університету. Радіофізика та електроніка*. 2002. № 570, вип. 2. С. 175–180.

4. Черногор Л. Ф. Физика Земли, атмосферы и геокосмоса в свете системной парадигмы. *Радіофізика і радіоастрономія*. – Харьков. 2003. Т. 8, № 1. С. 59–106.

5. Черногор Л. Ф. Земля – атмосфера – геокосмос как открытая динамическая нелинейная система. *Космічна наука і технологія*. 2003. Т. 9, № 5/6. С. 96–105.

6. Черногор Л. Ф. Земля – атмосфера – ионосфера – магнитосфера как открытая динамическая нелинейная физическая система. 1. *Нелинейный мир*. 2006. Т. 4, № 12. С. 655–697.

7. Черногор Л. Ф. Земля – атмосфера – ионосфера – магнитосфера как открытая динамическая нелинейная физическая система. 2. *Нелинейный мир*. 2007. Т. 5, № 4. С. 225–246.

8. Chernogor L. F., Rozumenko V. T. Earth – Atmosphere – Geospace as an Open Nonlinear Dynamical System. *Radio Physics and Radio Astronomy*. 2008. V. 13, N. 2. P. 120–137.

9. Черногор Л. Ф. О нелинейности в природе и науке: Монография. Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2008. 528 с.

10. Chernogor L. F. The Earth – atmosphere – geospace system: main properties and processes. *Int. J. of Rem. Sens.* 2011. V. 32, N. 11. P. 3199–3218.