

УДК 614. 84

*В.А. Гузенко, канд. техн. наук, нач. кафедри, НУЦЗУ,  
Ю.М. Сенчихін, канд. техн. наук, професор кафедри, НУЦЗУ,  
С.Ю. Руденко, ст. інспектор магістратури, НУЦЗУ*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НАПРАВЛЕНИМ ВИБУХОМ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМИ УДАРНИХ ВИБУХОВИХ ХВИЛЬ**

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.М.)

Розраховано та показано в часі форму замкненої області фронту відбитої від циліндричного відбивача вибухової хвилі, яка (тобто область) характеризується пониженим тиском на підставі чого запропоновано удосконалення існуючого методу гасіння лісових пожеж направленим вибухом шляхом подачі в такі області вогнегасного порошку.

**Ключові слова:** вибухова хвиля, область пониженого тиску, зона горіння, додаткова вогнегасна речовина.

**Постановка проблеми.** Щорічно в Україні виникає понад 3 тис. лісових пожеж в наслідок чого державі наносяться великі матеріальні збитки. Не в усіх випадках, за рахунок як об'єктивних так і суб'єктивних причин, є можливість ефективно впливати на процес локалізації та ліквідації лісових пожеж.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** Аналіз технологій пожежогасіння з використанням направлених вибухів показав, що на сьогоднішній день дії вибухової хвилі розглядалися з точки зору її силового впливу на фронт пожежі. Нами пропонується використання специфіки вибухової хвилі, яка базується на геометричній інтерпретації, згідно якої фронти ударних хвиль з точковим джерелом, відбиті від синусоїдального відбивача, матимуть точки самоперетину. Самоперетин поверхонь вибуху забезпечує існування *замкненої області низького тиску фронту вибухової хвилі*. На площині ця область матиме вигляд криволінійного трикутника, а в просторі – «криволінійної» призми. Ці призми, які фактично являються порожнинами розрідження, пропонується заповнювати вогнегасним порошком що дасть можливість удосконалити існуючий метод гасіння лісових пожеж.

В попередніх роботах [1-4] такі явища не розглядалися і відповідно не були використані.

**Постановка задачі та її рішення.** Шляхом моделювання об'єктів відбивальних систем вирішується поставлена наукова задача, яка виявляється в розробці методу розрахунку в часі просторової

форми замкненої області низького тиску фронту вибухової хвилі, відбитої від циліндричного відбивача.

Принцип дії нової технології пожежогасіння базується на результатах робіт [1-5], де було показано, що фронти вибухових хвиль з точковим джерелом, відбиті від синусоїдального відбивача, матимуть точки самоперетину. На рис. 1 показано приклади таких фронтів.

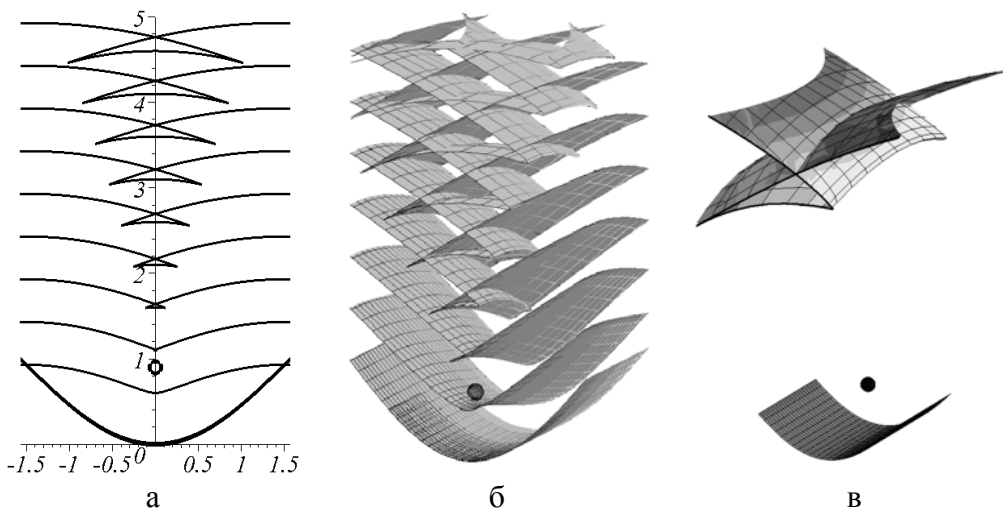


Рис. 1. Приклади сім'ї фронтів відбитих вибухових хвиль у часі: на площині (а); в просторі (б); унаочнення миттєвого фронту (в)

Наведені зображення дають уявлення про геометричну форму замкненої області, утворену криволінійним трикутником. Прийнято вважати, що у зазначеній області буде область низького тиску фронту вибухової хвилі. На феноменологічному рівні це пояснюється так: фронт вибухової хвилі характеризується зонами стиснення (що попереду) і розрідження (що позаду фронту). На рис. 2 відповідні зони позначено знаками «+» і «-». У випадку, коли фронт хвилі матиме самоперетини, то суперпозиція відповідних зон спричинить утворення області з пониженим тиском. На рис. 2 такі криволінійні «трикутні» зони позначено подвійним «-» «-». Зазначимо, що в Інтернеті наводяться аналогічні пояснення посилення дії деяких вибухових пристроїв за рахунок такої специфіки вибухових хвиль.

Наявність замкнених областей низького тиску фронту вибухової хвилі, відбитої від циліндричного відбивача, дозволяє *започаткувати нову технологію* пожежогасіння направленими вибухами.

А саме, на рис. 3 схематично зображено принцип дії відбивача

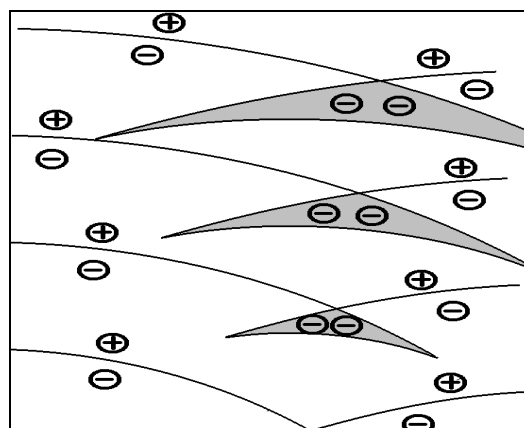


Рис. 2. Зони стиснення і розрідження фронту вибухової хвилі

вибухових хвиль, де у замкнену область низького тиску фронту (8) має «всмоктуватися» вогнегасна речовина. На рис. 3 позиціями позначено: 1 – лісовий масив з зоною горіння; 2 – синусоїдальний відбивач; 3 – головний заряд; 4 – металева перегородка; 5 – додатковий заряд з вогнегасною речовиною; 6 – пристрій для подачі заряду з вогнегасною речовиною; 7 – позначення зон ущільнення середовища; 8 – позначення зон розрідження середовища.

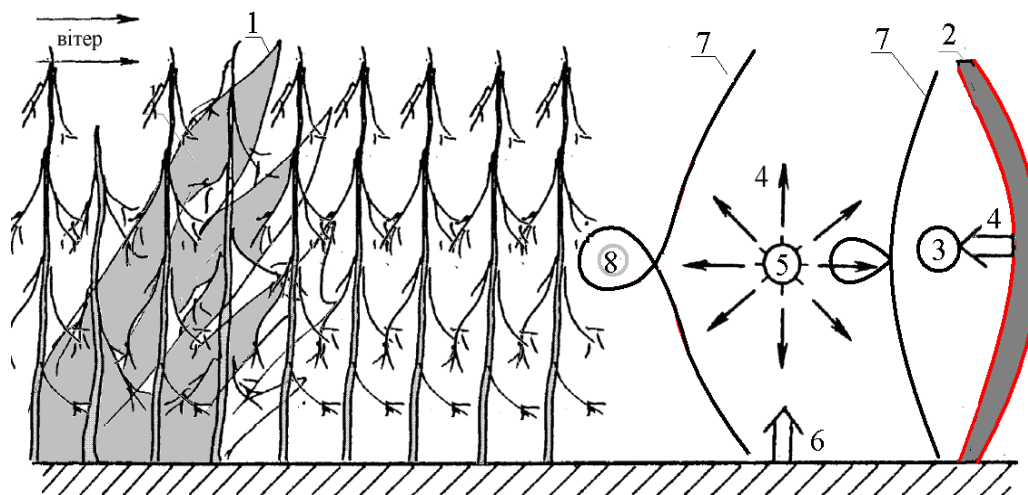


Рис.3 – Схема гасіння лісових пожеж направленим вибухом з подачею в зону переміщення вибухової хвилі додаткової вогнегасної речовини

Підриг зарядів 3 і 5 здійснюється синхронно. Доставка вогнегасної речовини в зону горіння забезпечується завдяки переміщення цієї суміші в просторі вибуховою хвилею. В якості наповнювача порожнин розрідження можна обрати різноманітні вогнегасні порошки або кристалізований інертний газ.

Далі наведено графічні побудови, які пояснюють формування замкненої області низького тиску у вигляді криволінійного трикутника. На рис. 5 пунктиром показано відбиті промені. При чому, сума довжини відбитого променя і довжини променя падіння є постійною незалежно від точки падіння.

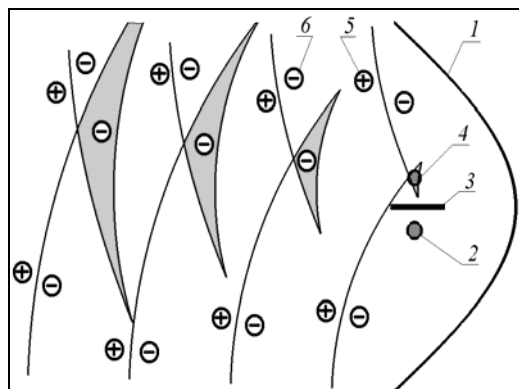


Рис. 4 – Схема дії відбивача вибухових хвиль «з наповнювачем»

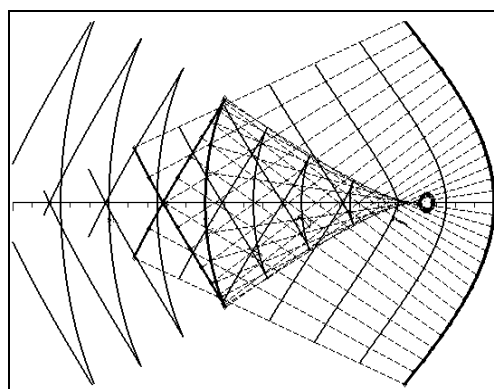


Рис. 5 – Пояснення формування криволінійного трикутника

Для формалізації подальших досліджень в декартовій системі координат одержано рівняння у часі фронту відбитої хвилі для кривої  $z = f(x)$  як відбивача і точки  $S(x_0, z_0)$  як джерела «вибухових» променів.

**Твердження 1.** Для декартового закону відбиття рівняння у часі сім'ї фронтів відбитої хвилі вибуху має вигляд:

$$X(x) = \frac{(2x - x_0)(1 + f'^2) - 2f'((x - x_0)f' + z_0 - f)(1 + t - W)}{(1 + f'^2)^2 W}; \quad (1)$$

$$Z(x) = \frac{f(1 + f'^2) + (f - z_0)(1 + f'^2) + 2((x - x_0)f' + z_0 - f) + (1 + f'^2)(t + 1 - W)}{(1 + f'^2)^2 W}$$

де  $W = \sqrt{(f - z_0)^2 + (x - x_0)^2}$  і  $x$  – параметр елемента сім'ї;  $t$  – час.

При  $x_0 = 0$  рівняння (1) зводиться до відомого рівняння [2].

На рис. 6 наведено приклади зображень сім'ї фронтів відбитої хвилі вибуху залежно від координат положення джерела вибуху  $S(x_0, z_0)$ .

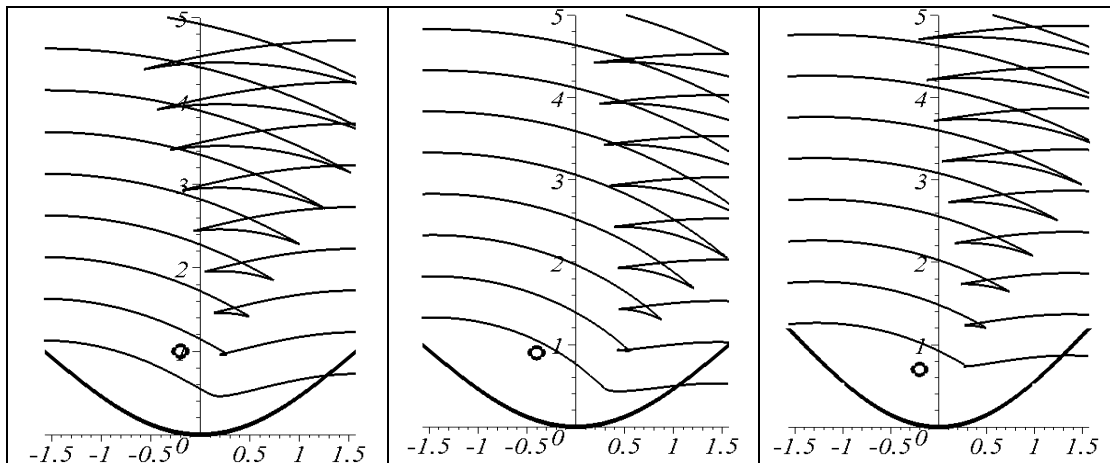


Рис. 6 – Фронти відбитої хвилі залежно від положення джерела вибуху

**Висновки.** Таким чином отримані результати досліджень дають можливість удосконалення існуючого методу гасіння лісових пожеж та започаткування нової технології пожежогасіння, коли на лісову пожежу має діяти не тільки вибухова хвиля, але ще і додаткова вогнегасна речовина.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гузенко В.А. Геометричне моделювання направлених вибухів для гасіння лісових пожеж // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ: КНУБА, 2007. Вип. 78. – С. 249-253.

2. Рева Г.В. Метод розрахунку синусоїдальної відбивальної системи // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 67. – Київ: КДТУБА, 2000. – С. 226 - 230

3. Рева Г.В. Розрахунок відбивачів ударних вибухових хвиль для гасіння лісових пожеж // Проблемы пожарной безопасности. – Вып. 7. – Харьков: Фолио. – 2000. – С. 171 – 176.

4. Рева Г.В., Куценко Л.Н., Кулешов Н.Н. Изображение фронта ударной волны, отраженной цилиндрической синусоидальной поверхностью // Материалы XV научно-практической конференции "Проблемы горения и тушения пожаров на рубеже веков". – Ч.1.–М.: ВНИИПО.–1999.– С. 307– 309.

5. Станюкович К.П. Физика взрыва. //монография – М.: Наука, 1975. – 704 с.  
nuczu.edu.ua

В.А. Гузенко, Ю.Н. Сенчихин, С.Ю. Руденко

**Усовершенствование метода тушения лесных пожаров направленным взрывом за счёт использования особенностей формы ударных взрывных волн**

Рассчитано и показано во времени геометрическую форму замкнутой области фронта отраженной от цилиндрического отражателя взрывной волны, которая (т.е. область) характеризуется пониженным давлением на основании чего предложено усовершенствование существующего метода тушения путем подачи в такие области огнетушащего порошка.

**Ключевые слова:** взрывная волна, область пониженного давления, зона горения, дополнительное огнетушащее вещество.

V.A. Guzenko, Y.M. Senchihin, S.Y. Rudenko

**Enhancing the effectiveness of the method of extinguishing forest fires using directed explosions through the use of shape features shockwaves**

Geometrical shape of a closed area of the front that reflected from a cylindrical reflector of the blast wave, which (the region) is characterized by reduced pressure resulting in suggested improved fire extinguishing technology by filing in the areas of fire extinguishing powder is calculated and shown at the time.

**Key words:** shock wave, a low pressure area, combustion zone, further extinguishing agent.