

УДК 614.841

ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРИНЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО БАРЬЕРА, СОЗДАВАЕМОГО ВЗРЫВОМ ТОПЛИВОВОЗДУШНЫХ ЗАРЯДОВ

Д. П. ДУБИНИН, аспирант

К. В. КОРЫТЧЕНКО, начальник научно-исследовательской лаборатории, кандидат технических наук

Гвардейский, ордена Красной Звезды факультет военной подготовки имени Верховного Совета Украины Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»

Представлены результаты экспериментального исследования ударного действия взрыва топливовоздушных зарядов на лесную растительность и травяной покров. Получены эмпирические зависимости удельного распределения массы растительности на земной поверхности после взрыва в зависимости от диаметра заряда.

Ключевые слова: противопожарный барьер, топливовоздушный заряд, доля остаточной массы растительности.

Введение

Лесные пожары наносят вред окружающей среде, функционированию естественных экологических систем, сопровождаются значительными материальными убытками и часто человеческими жертвами [1], [2]. Поэтому разработка способов, позволяющих с малыми затратами и с высокой производительностью локализовать очаги низовых лесных пожаров, является актуальной. В работе [3] представлены результаты экспериментальных исследований ударного действия взрыва шнуровых зарядов типа ЭШ-1П и ПЖВ-20 на основе конденсированных взрывчатых веществ. В данной работе использовались топливовоздушные заряды, обладающие увеличенным импульсом давления по сравнению с конденсированными зарядами.

Целью работы является анализ результатов экспериментального исследования ударного действия взрыва топливовоздушных зарядов на лесную растительность и травяной покров.

Основная часть

Для экспериментального исследования ударного действия взрыва топливовоздушного заряда на испытательном полигоне был выбран участок, включающий лесную растительность и травяной покров (рисунок 1). В качестве топливовоздушных зарядов использовалась стехиометрическая смесь ацетилена с воздухом атмосферного давления [4]. Оболочкой заряда служила полиэтиленовая пленка толщиной 150 мкм.

Исследовалось влияние диаметра и количества топливовоздушных зарядов на ширину создаваемых противопожарных барьеров. За счет использования двух зарядов достигается распределение энергии взрыва вдоль поверхности земли. В случае исследования двойных зарядов расстояние между их осями составляло 2 м, что соответствует ширине колеи широко распространенных транспортных средств. Длина зарядов со-

ставляла около 20 м, за исключением заряда диаметром 1,8 м, длина которого составила около 12 м [5], [6].



Рисунок 1 – Вид кустарника и прилегающей растительности до и после взрыва заряда

Исследование распределения массы растительности на земной поверхности до и после взрыва осуществлялось следующим образом. Вблизи места расположения топливозооздушного заряда на ровном участке местности скашивалась контрольная полоса шириной 20 см и длиной 6 м. Высота нескошенной части травяной растительности не превосходила 2 см. После этого скошенная трава сразу же собиралась и производилось ее взвешивание. Данные операции повторялись на соседних участках после воздействия взрыва. Доля остаточной массы δ определялась по формуле

$$\delta = \frac{m_{\text{ост}}}{m_{\text{исх}}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{исх}}$ – масса травяной растительности в контрольной полосе до взрыва; $m_{\text{ост}}$ – масса травяной растительности в контрольной полосе после взрыва.

Доля остаточной массы, рассчитанная по выражению (1), вблизи проекции оси заряда на земную поверхность после взрыва достигает 0,05. То есть осуществляется практически полное удаление растительного покрова. В результате взрыва происходит сдувание только тонких веточек, что позволяет природе быстро восстановить растительный массив после пожара, так как валка деревьев не происходит. Установлено, что основная масса оставшейся растительной массы состояла из мелко разорванных элементов растительности, осевших на земную поверхность после взрыва (рисунок 2).



Рисунок 2 – Вид земной поверхности после взрыва

Экспериментально получены следующие результаты распределения массы травяного покрова и растительности, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость доли остаточной массы от расстояния до центра заряда

Диаметр заряда	Доли остаточной массы (травяного покрова и хвойной растительности/лиственной растительности)				
	при удалении от проекции оси заряда на расстояние, м				
	0	1	2	3	4
0,95	0,05/0,05	0,09/0,07	0,9/0,6	0,95/0,9	1/1
1,3	0,06/0,05	0,11/0,09	0,21/0,15	0,9/0,7	1/1
1,8	0,07/0,05	0,08/0,07	0,14/0,12	0,3/0,25	0,95/0,9
2 × 0,95	0,05/0,05	0,07/0,06	0,55/0,4	0,9/0,7	1/1
2 × 1,3	0,05/0,05	0,09/0,08	0,15/0,12	0,65/0,5	0,95/0,9

На основании анализа полученных результатов установлено, что распределение доли остаточной массы при удалении от заряда определяется удельной энергией, сосредоточенной в топливовоздушном заряде, и количеством зарядов. Рассчитано, что в эксперименте энергия топливовоздушных зарядов на погонный метр заряда составила 3,04 МДж/м, 6,6 МДж/м и 10,9 МДж/м для зарядов диаметром 0,95 м, 1,3 м и 1,8 м, соответственно. Пользуясь экспериментальными данными таблицы 1, получено, что распределение доли остаточной массы вполне удовлетворительно аппроксимируется зависимостью

$$\partial(Q_{\text{пр}}, r) = \Phi(-2Q_{\text{пр}}^{2/3} + 5\ln(r)), \quad (2)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – удельная энергия заряда, МДж/м; r – расстояние от проекции оси заряда, м, где $\Phi(z)$ – нормальная функция распределения, имеющая вид:

$$\Phi(z) = \frac{1 + \operatorname{erf}(z/\sqrt{2})}{2}. \quad (3)$$

Представленная функция (3) не отражает процесс переноса оборванной растительности взрывной волной. В результате такого переноса после завершения взрыва часть растительности оседает на поверхность без растительности, а часть на растительную поверхность, расположенную вблизи заряда. Для описания данного процесса использована функция вида:

$$G(r) = \int_r^{r+m} k \cdot \exp(-jr^2) r^2 dr, \quad (4)$$

где m , k , j – коэффициенты, определяемые по результатам обработки экспериментальных данных.

Получаемые по данной зависимости кривые аппроксимации для различных по диаметру зарядов имеют вид, представленный на рисунке 3 [6].

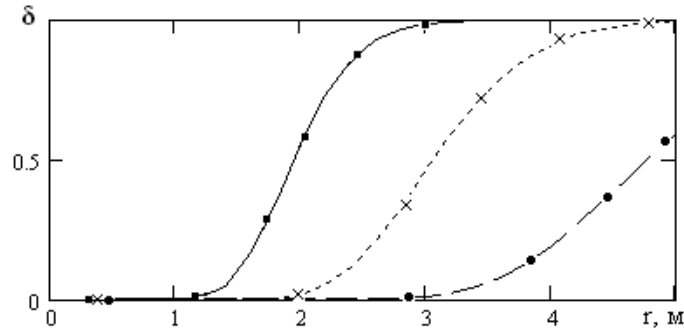


Рисунок 3 – Зависимости доли остаточной массы от удаления от проекции оси заряда для заряда диаметром 0,95 м (сплошная кривая), диаметром 1,3 м (точечная кривая) и 1,8 м (пунктирная кривая)

Функция распределения растительности нормируется выражением вида:

$$\frac{l \int_0^R G(r) dr}{m_{об}} = 1, \quad (5)$$

где R – максимальный радиус разлета растительности; l – ширина полосы оборванной растительности, м, принимающее единичное значение; $m_{об}$ – масса оборванной растительности на единицу длины заряда.

В этом случае функция $G(r)$ представляет собой функцию распределения удельной массы (массы оборванной растительности на единицу площади).

Получена функция распределения растительности от оси заряда, с учетом оседания после взрыва оборванной растительности, в виде:

$$\partial(Q_{пр}, r) = \Phi[-aQ_{пр}^n + b \cdot \ln(r)] + \int_r^{r+m} k \cdot \exp(-jr^2) r^2 dr. \quad (6)$$

Так, при взрыве одиночного заряда диаметром 1,8 м, путем обработки результатов экспериментальных исследований получено следующее распределение растительности от оси заряда (рисунок 4). В распределении значению 1 соответствует 100 % растительности до взрыва.

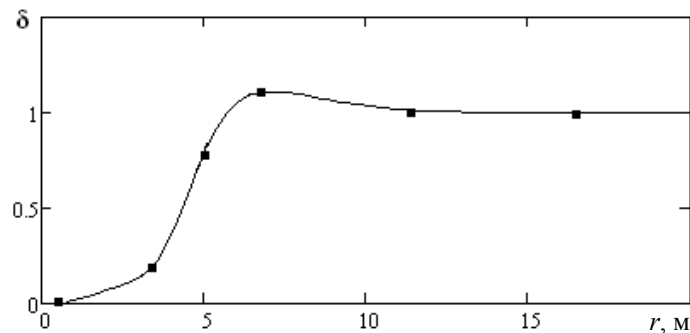


Рисунок 4 – График распределения растительности от оси заряда в относительных единицах

Заключение

Экспериментально установлено распределение доли остаточной массы растительности и на основании обработки результатов исследования получены аппроксимирующие кривые, позволяющие рассчитать ширину противопожарного барьера в зависимости от удельной энергии заряда.

Литература

- 1 Говаленков, С. В. Применение взрывного способа для борьбы с лесными пожарами / С. В. Говаленков, Д. П. Дубинин // Системи обробки інформації. – 2009. – № 2 (76). – С. 135 – 139.
- 2 Говаленков, С. В. Аналіз динаміки патентування способів та приладів локалізації та ліквідації лісових пожеж / С. В. Говаленков, Д. П. Дубінін, Р. В. Корнієнко // Системи управління навігації та зв'язку. – 2010. – № 1 (13). – С. 213–218.
- 3 Гришин, А. М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А. М. Гришин. – Новосибирск : Наука, 1992. – 408 с.
- 4 Сиротенко, А. М. К вопросу о практической реализации способа создания противопожарных разрывов объемными шланговыми зарядами / А. М. Сиротенко, Д. П. Дубинин // Проблемы пожар. безопасности. – 2012. – № 32. – С. 207–214.
- 5 Дубинин, Д. П. Экспериментальные исследования локализации низовых лесных пожаров объемными шланговыми зарядами / Д. П. Дубинин, К. В. Коротченко, С. В. Говаленков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы : междунар. науч.-практ. конф. : тез. докл. – Воронеж, 2010. – С. 94–96.
- 6 Сиротенко, А. М. Экспериментальное исследование способа создания противопожарных разрывов объемными шланговыми зарядами / А. М. Сиротенко, Д. П. Дубинин, К. В. Коротченко // Проблемы пожар. безопасности. – 2011. – № 30. – С. 234–241.

Поступила в редакцию 11.01.2014

D. P. Dubinin, K. V. Korytchenko

INVESTIGATION OF FIRE-BARRIER WIDTH CREATED BY EXPLOSION OF FUEL-AIR CHARGES

Experimental researches of shock-wave action of fuel-air explosions on forest flora and ground cover. It was obtained the empirical equation of the flora mass distribution on the earth's surface after the explosion which depends from the fuel-air charge diameter.