

*Е.В. Иванов, соискатель, НУГЗУ,
А.Е. Васюков, д.х.н., профессор, НУГЗУ,
В.М. Лобойченко, к.х.н., доцент, НУГЗУ,
А.В. Плиско, курсант, НУГЗУ*

К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ И КОЛИЧЕСТВЕ ГАЗОВ ПРИ ВЗРЫВЕ БОЕПРИПАСОВ НА СКЛАДАХ. СООБЩЕНИЕ 3. РУЧНЫЕ ГРАНАТЫ

(представлено д-ром техн. наук Чубом И.А.)

Представлен качественный и количественный анализ ручных гранат, которые взорвались в результате чрезвычайной ситуации техногенного характера на территории военной части А0828 в г. Лозовая (2008 год). Оценено количество выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ, образовавшихся в результате взрыва взрывчатых веществ различных гранат и горения компонентов запалов.

Ключевые слова: взрывы боеприпасов, состав газа при горении пороха, химические загрязняющие вещества, загрязнение атмосферы, экологический ущерб.

Постановка проблемы. В период с 2000 года по 2015 год в европейской части бывшего СССР и на территории балканских стран было зафиксировано 73 чрезвычайные ситуации техногенного характера (ЧСТХ) с взрывами боеприпасов. За этот период средний рост подобных ЧСТХ составил 8 % в год, или количество ЧСТХ с взрывами боеприпасов возрастает на единицу каждые 12 лет [1]. Массовые взрывы боеприпасов на складах и военных базах приводят к образованию пылегазового облака, которое содержит большое количество загрязняющих веществ, в том числе ртуть, свинец и другие тяжелые металлы [2 - 5]. В работе [1] отмечен фактор масштабности явления, в результате которого малые свойства патронов для стрелкового оружия, где содержание ртути составляет 3 мг в капсуле патрона, увеличиваются в миллионы раз и превращаются в катастрофические свойства ЧСТХ с взрывами боеприпасов. Поэтому актуальным является анализ послеаварийного состояния артскладов на предмет оценки количества и состава выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ с целью минимизации последствий воздействия ЧСТХ на окружающую природную и социальную среды.

Анализ последних исследований и публикаций. В Украине значительное количество работ по оценке химического загрязнения окружающей среды при авариях на складах боеприпасов выполнено

В.Л. Сидеренко и С.И. Азаровым с соавторами [2, 3]. В этих работах дана оценка выбросов в атмосферу оксида и диоксида углерода, диоксида серы, сажи или углерода, свинца и его соединений, меди, никеля, в частности, в результате ЧСТХ с взрывами боеприпасов в с. Новобогдановка Мелитопольского района Запорожской области (06.05.2004).

Две публикации посвящены последствиям ЧСТХ с взрывами боеприпасов на территории военной части А 0828 в г. Лозовая (2008 год) [4, 5].

В первом сообщении [4] представлена оценка количества выбросов в атмосферу газов и ртути после взрыва патронов для стрелкового оружия. Было показано, что в результате ЧСТХ на территории военной части А 0828 при уничтожении патронов для стрелкового оружия в атмосферу было выброшено около 1 миллиона м³ газов и более 1500 кг ртути. Во втором сообщении [5] было подсчитано, что при уничтожении артиллерийских выстрелов в атмосферу было выброшено около 7 миллионов м³ газов.

Постановка задачи и ее решение. Цель работы – получить характеристику состава газов, которые были выброшены в атмосферу в результате процессов горения и взрыва ручных гранат в период ЧСТХ с взрывами боеприпасов на территории военной части А 0828 в г. Лозовая (2008 год).

Во время пожара и взрывов боеприпасов на территории военной части А 0828 с 27 августа 2008 на протяжении нескольких дней в атмосферу выбрасывались загрязняющие вещества в виде газообразных продуктов горения компонентов различных боеприпасов. Большая часть боеприпасов была уничтожена, а для утилизации оставшихся боеприпасов потребовалось три года, что было выполнено в рамках Государственной целевой экологической программы [6].

Граната – взрывчатый боеприпас, который состоит из корпуса, заряда взрывчатых веществ и взрывателя (запала).

По назначению ручные гранаты делятся на:

1. Гранаты основного назначения (предназначенные для непосредственного поражения противника):

- противотанковые (фугасные, кумулятивные);
- противопехотные (осколочные, осколочно-фугасные, фугасные);

- зажигательные;

2. Гранаты специального назначения:

- дымовые;
- осветительные;
- сигнальные;
- светозвуковые;

- газовые и другие.

3. Учебные гранаты (имеют форму и вес боевой гранаты).

Анализ материальной части на территории склада военной части А0828 показал, что до ЧСТХ там хранилось около 2 228 000 ручных гранат общей массой около 2 100 тонн (табл. 1).

Табл. 1. Характеристика ручных гранат на складе военной части А 0828 до и после чрезвычайной ситуации

№. пп	Вид гранаты	Запал	Всего до ЧСТХ		Уничтожено		
			шт.	тонн	шт.	тонн	%
1	Ручная осколочная граната РГ-42	УЗРГМ	1975	1,58	1735	1,39	88,0
		УЗРГМ-2	16900	13,5	16860	13,5	100
		Без запала	19563	15,6	19563	15,6	100
2	Ручная граната дистанционная РГД-5	УЗРГМ	19411	13,5	18031	12,6	93,3
		УЗРГМ-2	314146	219,9	216186	151,3	68,8
		Без запала	7970	5,58	7970	5,58	100
3	Ручная граната наступательная РГН	УДЗ	646368	484,7	300571	225,4	46,5
4	Ручная противопехотная оборонительная граната Ф-1	УЗРГМ	179520	179,5	129688	129,7	72,3
		УЗРГМ-2	263413	263,4	70350	70,3	26,7
		Без запала	153700	148,0	153700	148,0	100
5	Ручная граната оборонительная РГО	УДЗ	444360	416,5	29686	27,8	6,7
6	Ручная кумулятивная граната РКГ	ЗЕМ	158002	316,0	126024	252,0	79,7
7	Реактивная противотанковая граната	РПГ-18 «Муха»	2089	12,5	483	2,9	23,2
		РПГ-22 «Нетто»	416	2,6	0	0	0
Всего			2227833	2092,9	1090847	1056,1	50,5

Из данных, приведенных в табл. 1, следует, что на территории военной части А0828 в г. Лозовая Харьковской области в 2008 году хранились разнообразные ручные гранаты, среди которых:

- ручные осколочные гранаты РГ-42;
- ручные гранаты дистанционные РГД-5;
- ручные гранаты наступательные РГН;
- ручные противопехотные оборонительные гранаты Ф-1;
- ручные гранаты оборонительные РГО;
- ручные кумулятивные гранаты РКГ;
- реактивные противотанковые гранаты РПГ-18 «Муха» и РПГ-22 «Нетто».

Следует отметить, что большая часть ручных гранат (50,5 %) была уничтожена в результате ЧСТХ на территории военной части А0828.

Для определения вида и количества взрывчатых веществ (ВВ) в ручных гранатах были использованы литературные сведения о ручных гранатах [7, 8]. На их основании была составлена табл. 2. Принимая во внимание, что количество уничтоженных РПГ составляло менее 0,05 % от общего количества взорвавшихся ручных гранат (см. табл. 1), в дальнейшем их вклад не учитывался.

Анализ данных табл. 2 показывает, что общая масса ВВ в уничтоженных ручных гранатах составила около 159,9 тонн. Если учесть, что общая масса уничтоженных ручных гранат оценена в количестве 1056,1 тонн (см. табл. 1), то среднее содержание (массовая доля) ВВ в исследованных ручных гранатах составляет $(159,9 : 1056,1) \times 100 \% = 15,1 \%$. Как было показано ранее для ЧСТХ на территории военной части А 0828 [5], среднее содержание ВВ в взорвавшихся артиллерийских выстрелах было определено в количестве 20 % масс.

Условно можно принять, что при взрыве (горении) 1 кг ВВ образуется около 1 м³ газов [4]. Тогда в результате ЧСТХ со взрывами боеприпасов на территории военной части А 0828 при уничтожении ручных гранат в атмосферу было выброшено 159 900 м³ газов, содержащих загрязняющие токсичные вещества.

Табл. 2. Расчет массы взрывчатых веществ в уничтоженных ручных гранатах

№ пп	Характеристика гранаты			Количество уничтоженных гранат, шт	Масса ВВ, кг
	Вид гранаты	ВВ	Масса, г		
1	РГ-42	тротил	120	38158	4 579
2	РГД-5	тротил	110	242187	26 641
3	РГН	гексоген	97	300571	29 155
4	Ф-1	тротил	60	353738	21 224
5	РГО	тротил	92	29686	2 731
6	РКГ	тротил	600	126024	75614
Масса ВВ					159944

В исследованных ручных гранатах используются различные взрыватели (запалы) (см. табл. 1).

Запал состоит из ударного механизма и собственно запала. Ударный механизм включает, как правило, ударник с винтовой боевой пружиной, спусковой (предохранительный) рычаг и предохранительную чеку с кольцом. Собственно запал включает капсюль-воспламенитель, замедлитель во втулке (пороховая мякоть, заполняющая центральный канал) и капсюль-детонатор.

С точки зрения поиска источников загрязняющих токсичных веществ наибольший интерес представляют капсули-воспламенители и капсули-детонаторы.

Капсюль-воспламенитель предназначен для создания первоначального теплового импульса. Основным элементом капсюля-воспламенителя является ударный состав, который представляет собой смесь гремучей ртути, ТНРС (тринитрорезорцинат свинца $C_6H(NO_2)_3O_2Pb$) и антимония или смесь, аналогичную смеси для капсюля винтовочного патрона:

- гремучая ртуть $Hg(ONC)_2$;
- антимоний Sb_2S_3 (сурьма трехсернистая);
- бертолетова соль $KClO_3$ (калий хлорат).

Масса ударного состава в различных капсюлях колеблется от 18 до 30 мг, в среднем составляет 20 мг. Ударный состав для винтовочных патронов содержит компоненты в пропорциях 16,7 : 27,8 : 55,5 % масс. [8]. С учетом молекулярной массы веществ можно вычислить, что в 20 мг ударного состава, т.е. в одном капсюле-воспламенителе запала типа УЗРГ, содержится 2,7 мг ртути и 4,0 мг сурьмы.

Капсюль-детонатор предназначен для создания первоначального детонирующего (взрывного) импульса. Капсюль-детонатор с алюминиевым корпусом состоит из ударного состава, азид свинца ($Pb(N_3)_2$) - 0,2 г и ТНРС – 0,1 г. Капсюль-детонатор с медным корпусом состоит из ударного состава: гремучая ртуть – 0,5 г (0,41 г ртути).

В запалах типа УЗРГ применяется азидный капсюль-детонатор. С учетом молекулярной массы веществ можно вычислить, что в одном капсюле-детонаторе запала типа УЗРГ содержится около 200 мг свинца.

На основании данных табл. 1 можно сделать вывод, что в результате ЧСТХ на территории военной части А0828 было уничтожено запалов типа УЗРГ в количестве 452 850 штук.

Результаты расчета показывают, что во время ЧСТХ на территории военной части А 0828 за счет уничтожения запалов типа УЗРГ в атмосферу было выброшено:

- ртути: $2,7 \cdot 10^{-6} \times 452\ 850 \approx 1,22$ кг;
- сурьмы: $4,0 \cdot 10^{-6} \times 452\ 850 \approx 1,81$ кг;
- свинца: $200 \cdot 10^{-6} \times 452\ 850 \approx 90,6$ кг.

Это значительно меньше, чем в результате уничтожения патронов для стрелкового оружия, когда в атмосферу было выброшено более 1500 кг ртути [4]. Но не следует приуменьшать потенциальную опасность хранения как ручных гранат с запалами, так и самих запалов. Если бы в исследованных ручных гранатах запалы имели медные капсули-детонаторы, в которых иницирующим ВВ является гремучая ртуть (0,5 г), то в атмосферу было бы выброшено:

- ртути: $410 \cdot 10^{-6} \times 452\ 850 \approx 185$ кг.

Таким образом, наибольшую экологическую опасность в виде выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в случае ЧСТХ с взрывами ручных гранат представляют не сами гранаты, а их запалы, и особенно те, которые имеют медные капсулы-детонаторы, инициирующим ВВ в которых является гремучая ртуть.

Выводы. Для ЧСТХ с взрывами боеприпасов на территории военной части А 0828 найдено, что среднее содержание (массовая доля) ВВ в исследованных уничтоженных ручных гранатах составляет 15,1 %, а в артиллерийских выстрелах – 20 % масс.

В результате ЧСТХ на территории военной части А0828 от уничтожения ручных гранат в атмосферу было выброшено около 159 900 м³ газов. За счет уничтожения запалов типа УЗРГ в атмосферу поступило: ртути – 1,22 кг; сурьмы – 1,81 кг; свинца – 90,6 кг.

Наибольшую экологическую опасность в виде выбросов в атмосферу загрязняющих веществ случае ЧСТХ с взрывами ручных гранат представляют не сами гранаты, а их запалы, и особенно те, которые имеют медные капсулы-детонаторы, инициирующим ВВ в которых является гремучая ртуть.

Полученные результаты подтверждают наличие фактора масштабности явления, в результате которого малые свойства ручных гранат - содержания ртути в капсуле-детонаторе, увеличиваются в сотни тысяч раз и могут увеличить катастрофические свойства ЧСТХ с взрывами боеприпасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Е.В. Чрезвычайные ситуации с взрывами боеприпасов: закономерности возникновения и протекания / Иванов Е.В., Лобойченко В.М., Артемьев С.Р., Васюков А.Е. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Экология. – 2016. – № 1/10(79). – С. 26-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.59684>.

2. Сидоренко В.Л. Забруднення повітря і ризик рятувальників в умовах аварії на складі боеприпасів / В.Л. Сидоренко, В.І. Паламарчук, С.І. Азаров // Український журнал з проблем медицини праці. – 2005. – Вип. 3-4. – С. 35-38.

3. Азаров С.І. Оцінка хімічного забруднення довкілля в результаті аварії на складі боеприпасів у с. Новобогдановка Мелітопольського району Запорізької області (06.05.2004 р.) / С.І. Азаров, О.В. Святун, В.Л. Сидоренко, В.В. Токаревський // Гігієна населених місць. – 2005. – Вип. 46. – С.186-190.

4. Иванов Е.В. К вопросу о составе и количестве газов при взрыве боеприпасов на складах. Сообщение 1. Патроны для

стрелкового озброєння / Е.В. Иванов, А.Е. Васюков // Проблеми надзвичайних ситуацій. Збірник наукових праць НУЦЗ України. – Харків: НУЦЗУ. – 2015. – Вип. 21. – С. 30-37. [Електронний ресурс] // Режим

доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/Ivanov.pdf>.

5. Иванов Е.В. К вопросу о составе и количестве газов при взрыве боеприпасов на складах. Сообщение 2. Артиллерийские выстрелы унитарного снаряжения / Е.В. Иванов, А.Е. Васюков, В.М. Лобойченко, С.П. Буштец // Проблеми надзвичайних ситуацій. Збірник наукових праць НУЦЗ України. – Харків: НУЦЗУ. – 2015. – Вип. 22. – С. 54 – 64. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Ivanov.pdf>.

6. Державна цільова екологічна програма ліквідації наслідків надзвичайної ситуації на території військової частини А0828 (м. Лозова Харківської області) на 2011 – 2013 роки, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 9 березня 2011 р. № 237. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/237-2011-%D0%BF>.

7. Эпов Б.А. Основы взрывного дела. Пособие. – М.: Воениздат, 1974. – 265 с.

8. Дик В.Н. Взрывные вещества, пороха и боеприпасы отечественного производства. Часть 1. Справочные материалы. – Минск: «Охотконтракт», 2009. – 280 с.

9. Б.В. Прибылов. Ручные и ружейные гранаты / Б.В. Прибылов, Е. Н. Кравченко. – М.: «Арктика 4Д», 2008. – 776 с.

Є.В. Иванов, О.Є. Васюков, В.М. Лобойченко, А.В. Пліско

Щодо питання про склад і кількість газів при вибуху боеприпасів на складах. Повідомлення 3. Ручні гранати

Представлено якісний і кількісний аналіз ручних гранат, що вибухнули в результаті надзвичайної ситуації техногенного характеру на території військової частини А 0828 у м. Лозова (2008 рік). Оцінено кількість викинутих в атмосферу забруднюючих речовин, які утворилися в результаті вибуху вибухових речовин різних гранат і горіння компонентів запалів.

Ключові слова: вибухи боеприпасів, склад газу при горінні пороху, хімічні забруднюючі речовини, забруднення атмосфери, екологічний збиток.

E.V. Ivanov, A.E. Vasyukov, V.M. Loboichenko, A.V. Plisko

On structure and amount of gases at explosion of ammunition in warehouses. Message 3. Hand grenades

Presents qualitative and quantitative analysis of hand grenades that exploded as a result of man-made emergency in the territory of the military unit A0828 in Lozovaya (2008). Estimated amount released into the atmosphere of pollutants generated by the explosion of explosives of different grenades and burning fuses components.

Keywords: explosions of ammunition, gas composition during combustion of gunpowder, chemical pollutants, atmospheric pollution, environmental damage.