

*Е.В. Иванов, соискатель, НУГЗУ,
А.Е. Васюков, д.х.н., профессор, НУГЗУ*

К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ И КОЛИЧЕСТВЕ ГАЗОВ ПРИ ВЗРЫВЕ БОЕПРИПАСОВ НА СКЛАДАХ. СООБЩЕНИЕ 1. ПАТРОНЫ ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

(представлено д-ром техн. наук Туркиным И.Б.)

На основании справочных данных вычислен объем газов, который выделился при взрыве пороха в результате чрезвычайной ситуации техногенного характера на территории военной части А0828 в г. Лозовая (2008 год) и оценено количество выброшенной в атмосферу ртуть, как компонента ударно-воспламенительного состава.

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

Постановка проблемы. Массовые взрывы боеприпасов на складах и военных базах [1-5], приводят к образованию пылегазового облака, которое содержит определенное количество ядовитых газов. Качественный и количественный состав этих газов зависит от химического состава взрывчатых веществ (ВВ), полноты детонации зарядов и от химических, физико-механических и теплофизических свойств почвенного покрова, которые могут обусловить дополнительное выделение ядовитых газов или снижение их количества в результате взаимодействия продуктов взрыва зарядов ВВ с породой или почвой [6, 7]. Распространяясь на большие расстояния, облако наносит большой ущерб окружающей среде и человеку. Например, содержащийся в облаке диоксид азота (NO_2) взаимодействует с атмосферной влагой, образуя азотистую и азотную кислоты, которые в виде капелек выпадают на земную поверхность (кислотные дожди).

На складах хранятся разнообразные по ассортименту боеприпасы, изготовленные в разные периоды времени и разными производителями. Так как боеприпасы и ВВ постоянно совершенствуются в зависимости от уровня развития технологий производства химических веществ, то изменяется и увеличивается количество химических соединений в составе ВВ. Содержание большинства этих соединений в виде предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест нормируется [8]. Поэтому актуальным является анализ послеаварийного состояния артскладов на предмет оценки состава выброшенных в атмосферу газов.

Анализ последних исследований и публикаций. На Украине значительное количество работ по оценке ущерба на территориях военных частей при авариях на складах боеприпасов выполнено В.Л. Сидеренко и С.И. Азаровым с соавторами [1, 2, 6, 7, 9], в которых использовали ограниченное количество загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферы. К этим веществам относятся - оксид и диоксид углерода, диоксид серы, сажа или углерод, свинец и его соединения, медь, никель. В тоже время известно, что в состав боеприпасов различного вида входит большое количество органических и неорганических соединений. Сами они и продукты их сгорания являются токсичными веществами.

Постановка задачи и ее решение. Цель работы – получить характеристику состава газов при взрыве (горении) различных видов пороха и вычислить объем газов, который выделился при взрыве пороха в результате чрезвычайной ситуации техногенного характера (ЧСТХ) на территории военной части А0828 в г. Лозовая (2008 год).

Во время пожара и взрывов боеприпасов на территории военной части А0828 27 августа 2008 на протяжении нескольких дней в атмосферу выбрасывались газообразные продукты взрыва и горения взрывчатых веществ. Большая часть ВВ было уничтожено, а для утилизации оставшихся ВВ потребовалось три года, что было выполнено в рамках Государственной целевой экологической программы [10].

Анализ материальной части на территории склада военной части А0828 показал, что из 17 тысяч тонн боеприпасов после ЧСТХ осталось около 25 % от общей массы патронов к стрелковому оружию (табл. 1.). В таблице приведены данные по 37 видам патронов, остальные 20 видов составляли менее 5 % от общей массы хранящихся боеприпасов.

Основными характеристиками пороха являются: теплота горения (Q) – количество тепла, выделяемое при полном сгорании 1 кг пороха; объём газообразных продуктов (V) выделяемых при сгорании 1 кг пороха (определяется после приведения газов к нормальным условиям); температура газов (T), определяемая при сгорании пороха в условиях постоянного объёма и отсутствия тепловых потерь (табл. 2.).

Табл. 1. Характеристика патронов к стрелковому оружию на складе военной части А0828 до и после чрезвычайной ситуации

№ пп	Виды патронов	Всего до ЧСТХ		Уничтожено	
		шт.	тонн	шт.	тонн / %
1	2	3	4	5	6
1	5,45 мм патроны ПС	379670400	5097,43	284578000	3820,72 / 75
2	7,62 мм винт. патроны ЛПС б\о	110850000	3527,05	95072600	3025,04 / 86

1	2	3	4	5	6
3	14,5 мм патроны МДЗ	5724000	1635,45	3954200	1129,79 / 69
4	14,5 мм патроны Б-32	4626700	1321,94	3509900	1002,84 / 76
5	7,62 мм патроны обр. 43г. Т-45	46944900	1005,96	32062600	687,06 / 68
6	5,45 мм патроны ПП	50899900	683,38	22725360	305,11 / 45
7	7,62 мм патроны обр. 43г. ПСВ\о	27982700	599,63	8726200	186,99 / 31
8	14,5 мм патроны БЗТ	1709700	488,50	1224500	349,88 / 72
9	5,45 мм патроны Т	33895500	455,08	27766000	372,78 / 82
10	7,62 мм винт. па- троны Т-46	14692800	434,11	6438600	190,23 / 44
11	12,7 мм патроны Б-32	1881700	341,07	1816100	329,18 / 94
12	7,62 мм пистолет патроны Пст	13076400	171,24	12611000	165,14 / 96
13	7,62 мм винт. па- троны Б-32	4236600	134,80	2362800	75,18 / 56
14	7,62 мм патроны обр.43г. БЗ	5762600	123,48	4964000	106,37 / 86
15	12,7 мм патроны МДЗ	487800	88,43	443200	80,33 / 91
16	12,7 мм патроны БС	482800	87,52	410000	74,33 / 85
17	7,62 мм патроны обр.43г. ПСВ\о	2795600	72,93	1706100	44,51 / 60
18	9 мм патроны Пст	4754700	63,15	606800	8,060 / 13
19	7,62 мм винт. па- троны ПЗ	1531800	48,74	1484100	47,22 / 97
20	7,62 мм патроны обр.43г. З	2213400	47,43	2212600	47,41 / 100
21	12,7 мм патроны БЗТ	200500	36,35	190300	34,50 / 95
22	7,62 мм винт. па- троны СН	787500	24,16	706100	21,67 / 90
23	7,62 мм пистолет- ные патроны П	1534500	20,70	539500	7,280 / 35
24	7,62 мм патроны обр. 43г. хол.	1401000	19,11	490600	6,69 / 37
25	7,62 мм пистолет патроны ПТ	1347500	18,18	1347500	18,18 / 100
26	5,45 мм патроны холостые	1406900	13,68	0	0 / 0
27	7,62 мм винт. па- трон Экстра	385700	12,27	5600	0,18 / 15

1	2	3	4	5	6
28	7,62 мм винт. патроны холостые	577400	9,12	0	0 / 0
29	7,62 мм патроны обр. 43г. УС	360900	9,02	337800	8,45 / 94
30	7,62мм револьв. патроны Р гл	340400	5,30	331100	5,15 / 97
31	7,62 мм винт. патрон целевые	139800	4,45	0	0 / 0
32	12,7 мм патроны холостые	20300	3,17	6200	0,98 / 31
33	7,62 мм револьв. патроны	62300	0,97	59100	0,92 / 95
34	7,62 мм пистолет патрон ЧЕЛП	72100	0,97	22400	0,30 / 31
35	14,5 мм патроны холостые	4200	0,89	3700	0,79 / 89
36	7,62 мм винт. патрон БегОлень	25400	0,81	0	0 / 0
37	7,62 мм винт. патрон ЛПСоб	16500	0,58	8100	0,19 / 33
	Всего	$722,9 \times 10^6$	16607,05	$518,7 \times 10^6$	$\frac{12153,45}{73}$

Табл. 2. Характеристики основных типов порохов

Порох	Q, ккал/кг	V, дм ³ /кг	T, К
Пироксилиновый	700	900	~2000
Баллиститные:	900	1000	1700-4000
ТРТ	1200	860	1500-3500
Артиллерийский	800	750	~2500
Кордитный	850	990	~2000
Дымный	700	300	~2200

Из данных табл. 2 следует, что при горении 1 кг бездымного пороха образуется около 1 м³ газов, температура которых при взрыве может достигать (1500-2000) °С. Таким образом, все компоненты пороха подвергаются термической диссоциации, в результате которой, в зависимости от условий ее протекания и, особенно от кислородного режима, могут образовываться новые токсичные вещества.

Для определения количества сгоревшего или взорвавшегося пороха в результате ЧСТХ воспользуемся данными табл. 3. [11, 12].

В зависимости от назначения массовая доля пороха в патроне к стрелковому оружию колеблется в пределах от 3 до 15 %. Условно принимаем, что среднее количество пороха в патроне составляет 8 % от массы патрона.

Табл. 3. Характеристика порохового заряда патронов (порох-бездымный пироксилиновый)

№. пп	Виды патронов	Масса патрона, г	Масса порохового заряда, г	Процент содержания пороха, %	Марка пороха
1	5,45 мм патроны ПС	4,8	0,16	3,3	Сф033фл
2	5,45 мм патроны Т	10	1,3	13,0	Сф033фл
3	%.45 мм пистолет патроны ПТ	10,5	0,5	4,7	ВП
4	7,62 мм винт патроны СПС	21,5	3,1	14,4	ВТ
5	7,62 мм патроны обр.43г. 3	15	1,6	10,7	ВУфл
6	7,62 мм винт. патроны Б-32	130	16	12,3	4/1фл
7	14,5 мм винт. патроны Б-32	200	30	15,0	4/1фл

На основании этого рассчитаем массу пороха, которая была уничтожена в результате ЧСТХ на территории военной части А0828, используя данные таблицы 1: $M_{п} = 12153450 \times 0,08 = 972240 \approx 1000000$ кг.

С учетом данных табл. 2 можно говорить, что в результате ЧСТХ на территории военной части А0828 от уничтожения пороха в атмосферу было выброшено около 1 миллиона м³ газов.

О компонентном составе и токсичности этих газов судить сложно, но частично возможно исходя из состава порохов, трассирующих составов и компонентов воспламенительного состава [12-15]:

1. Взрывчатые вещества:

- нитроцеллюлоза, активный компонент большинства бездымных порохов;

- нитроглицерин, активный компонент двухосновных и трёхосновных составов;

- нитрогуанидин, компонент трёхосновных составов.

2. Смягчители, делающие гранулы менее хрупкими:

- дибутилфталат;

- динитротолуол.

3. Вяжущие вещества, поддерживающие форму гранул:

- канифоль;

- этилацетат.

4. Стабилизаторы, предотвращают или тормозят самораспад:

- дифениламин;

- 2-нитродифениламин;

- 4-нитродифениламин;

- N-нитрозодифениламин;

- N-метил-п-нитроанилин.

5. Размеднителі — добавки, перешкоджають накопленню залишків міді (з капсулей) на внутрішній поверхності ствола зброї:

- олово і його сполуки, наприклад, оксид олова;
- вистут і його сполуки, наприклад, оксид вистуту, карбонат вистуту, нітрат вистуту, антимонід вистуту; надають перевагу сполукам вистуту, так як мідь розчиняється в розплавленому вистуті, утворюючи крихкий і легко видаляється сплав;
- свинець — металічний (у вигляді фольги) і його сполуки.

6. Пламегасячі добавки — для того, щоб зменшити яскравість свічення вибухаючих з ствола при вистрелі продуктів згорання, і тим самим зменшити демаскування стрілка, а також його осліплення (особливо при стрільбі в нічне час):

- нітрат калію;
- сульфат калію (обидва мають недолік — збільшують кількість виділяемого диму).

7. Добавки, зменшуючі знос ствола:

- воск;
- тальк;
- оксид титану;
- поліуретанові пакети на порохових порціях у великих зброях.

8. Інші добавки:

- графіт — протизлиплива і антистатична мастилка (покриває гранули з метою запобігти їх слипанню і самозгорянню від іскр статичного електричтв);

- карбонат кальцію — антикорозійна добавка, нейтралізуюча кислотні продукти розпаду.

9. Компоненти трасуючого складу:

- стронцій азотнокислий;
- порошок магнієвий;
- порошок алюмінієво-магнієвий;
- графіт;
- магній углекислий;
- полівинілхлорид;
- стронцій углекислий;
- смола.

10. Компоненти запалюючого складу:

- свинцевий сурик;
- ферросилицій;
- залізо;
- бор технічний;
- графіт.

11. Компоненти ударно-запалюючого складу:

- ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$;
- антимоній Sb_2S_3 (сурьма тріхсерниста);
- бертолетова сіль KCO_3 (калій хлорат).

Из перечисленного списка токсических веществ остановимся на ртути, так как входит в ударно-воспламенительные состав различных капсюль. Состав для винтовочных патронов содержит компоненты в пропорциях (16,7 : 27,8 : 55,5) % масс., для револьверных и пистолетных патронов (25,0 : 37,5 : 37,5) % масс.

Таким образом, можно принять, что средняя массовая доля гремучая ртуть в патронах к стрелковому оружию составляет 20 % или при пересчете на ртуть – около 15 %.

Масса ударного состава в различных капсюлях колеблется от 18 до 30 мг [10], в среднем 20 мг. Таким образом, в одной капсюле содержится около 3 мг ртути, которая выбрасывается в атмосферу в условиях пожара и взрывов на складе. Используя данные таблицы 1 можно оценить количество ртути, которое было выброшено в атмосферу в результате уничтожения патронов для стрелкового оружия: $518 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 1554$ кг.

Выводы. В результате ЧСТХ на территории военной части А0828 от уничтожения пороха в атмосферу было выброшено около 1 миллиона м³ газов.

При содержании в одной капсюле около 3 мг ртути, в результате уничтожения патронов для стрелкового оружия в атмосферу было выброшено более 1500 кг ртути.

ЛИТЕРАТУРА

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

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

3. Черногор Л.Ф. Взрывы боеприпасов на военных базах – источник экологических катастроф в Украине // Экологія і ресурси. – 2004. – Вип. 10. – С.55-67.

4. Васюков А.Е. Анализ чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных с взрывами боеприпасов / А.Е. Васюков, Е.В. Иванов, О.В. Рыбалова // Sustainable development. – march 2014, vol.16. – P. 19-21.

5. Васюков А.Е. Некоторые особенности возникновения и протекания чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных со взрывами боеприпасов / А.Е. Васюков, Е.В. Иванов, В.М. Лобойченко // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. – Харків: НУЦЗ. – 2013, Вип. 17. – С. 38-47.

6. Сидоренко В.Л. Аналіз вражаючих факторів при аварії на арт-складах / В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров // Система обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 8(58). – С.100-105.

7. Азаров С.И. Оценка опасности сочетательного действия техногенных факторов при авариях / С.И. Азаров // Гігієна праці. – К.: ІГП, 2000. – № 31. – С. 110-114.

8. ГН 2.1.6.695-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/GN21669598Predelnodopusti.html>.

9. Сидоренко В.Л. Визначення екологічного збитку від аварії на атрскладі / В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров // Екологічна безпека. – 2009. – Вип. 7. – С. 38–42.

10. Державна цільова екологічна програма ліквідації наслідків надзвичайної ситуації на території військової частини А0829 (м. Лозова Харківської області) на 2011-2013 роки (Постанова Кабінету Міністрів України від 9 березня 2011 р. N 237).

11. Взрывчатые вещества, пороха и боеприпасы отечественного производства. Часть 1. Справочные материалы: Справочник / В.Н. Дик. – Минск: Охотконтроль, 2009. – 280 с.

12. Патроны к стрелковому оружию / Л.В. Коломийцев, И.С. Собакаръ, В.Т. Никитюк, В.В. Сомов В.В. – Харьков, 2003. – 336 с.

13. Горст А.Р. Пороха и взрывчатые вещества / А.И. Горст. 3 изд., М. – 1972. – 256 с.

14. Капсюли [Электронный ресурс] // Режим доступа://<http://ru.wikisource.org/wiki>.

15. Стрелковое оружие / А.И. Благовестов, Ю.В. Гордиенко, В.П. Морозов. – Минск: Попури, 1997. – 464 с.

Є.В. Іванов, О.Є. Васюков

Щодо питання про склад і кількість газів при вибуху боеприпасів на складах. Повідомлення 1. Патрони для стрілецької зброї

На підставі довідкових даних обчислено об'єм газів, який виділився при вибуху пороху в результаті надзвичайної ситуації техногенного характеру на території військової частини А0828 в м. Лозова (2008 рік) і оцінено кількість викинутої в атмосферу ртуті, як компонента ударно-запалювального складу.

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

E.V. Ivanov, A.E. Vasyukov

On structure and amount of gases at explosion of ammunition in warehouses. Message 1. Cartridges for small arms

On the basis of help data it is calculated the volume of gases which, are thrown out at explosion of gunpowder as a result of an emergency situation of technogenic character in the territory of military unit of A0828 in Lozova (2008) is also estimated amount of the mercury released into the atmosphere as component of shock and flammable structure.

Keywords: detonation of ammunition, cartridges, the composition of the gas during combustion of gunpowder, chemical contaminants, pollution of the atmosphere.