

УДК 623.421.4.

Анипко О.Б., Демченко А.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 120 мм МИНОМЕТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТАТЕЛЬНЫХ ЗАРЯДОВ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ

Введение

С развитием и широким распространением ракетного оружия разработка новых артиллерийских систем была приостановлена, однако со середины 70-х годов интерес к ствольным системам возобновился, что связано с необходимостью ведения боевых действий тактического уровня на малых дистанциях «штыкового боя». В виду пересмотра современных угроз, переростания войн в сторону локальных вооруженных конфликтов, активизацией незаконных вооруженных формирований и расширения борьбы с терроризмом, произошел пересмотр роли и места артиллерийского вооружения, а сравнительно низкая стоимость по сравнению с ракетными комплексами, наряду с достаточной эффективностью для ведения боевых действий на сравнительно небольших дистанциях в еще большей степени стимулирует интерес к артиллерийским ствольным системам. Это в свою очередь сопровождается разработками унифицированных боеприпасов (осколочно-фугасный-кумулятивный), развитием и модернизацией ствольных систем на колесном лафете, а так же самоходных артиллерийских систем. Кроме этого учитывая уникальные баллистические свойства минометов для решения тактических задач, ведения боевых действий в условиях труднодоступной местности сложного рельефа, минометы оказались весьма привлекательными, что выразилось в разработке минометных систем универсального калибра [1]. Прогнозируя угрозы будущего в ряде стран с развитием высокоточного оружия, начаты разработки по замене минометных систем малых калибров на минометы больших и средних калибров, что связано с необходимостью размещения системы наведения боеприпаса, обеспечивающего стрельбу навесным огнем даже в условиях населенного пункта [1].

На вооружении ВМС Украины состоят различные минометные системы в том числе и полковые минометы калибром 120 мм, образца 1938/1941 года которые комплектуются осколочно-фугасными, зажигательными, осветительными и дымовыми минами с дальностью стрельбы от 0,5 до 7,5 километров [2]. По своим характеристикам этот миномет соответствует современным требованиям [1], однако, учитывая тот факт, что имеющийся хранимый запас элементов выстрела находится на послегарантийных сроках хранения, которые составляют более 35 лет, представляется практически важным исследовать баллистические характеристики выстрела боеприпасов длительных сроков хранения. Метательный заряд [3] минометной системы состоит из основного метательного заряда с нитроглицериновым ленточным порохом и дополнительных пакетов (пучков) с пироксилиновым зерненным порохом.

Известно, что в процессе хранения пороховые заряды претерпевают физические и химические превращения поэтому, одной из важнейших проблем в комплексной оценке свойств порохов и зарядов является прогнозирование изменений происходящих на длительных этапах хранения. Следовательно, задача исследования и определения геронтологических свойств пороховых метательных зарядов, их влияния на баллистические характеристики ствольных систем, в том числе и минометов, представляется актуальной и с учетом сроков хранения имеющихся боеприпасов весьма своевременной.

Определение геронтологических изменений свойств минометных выстрелов длительных сроков хранения (проведение исследования)

С целью получения показателей баллистических характеристик пороховых метательных зарядов длительных сроков хранения минометной системы 2-С-12, а также прогнозирования изменения баллистических характеристик минометных выстрелов была разработана программа испытаний, которая, в свою очередь включала 3 основных этапа:

1. Подготовка условий для проведения эксперимента, дострельбовое определение физико-химических свойств порохового заряда.

2. Определение основных баллистических характеристик минометного выстрела по результатам выполнения практических стрельб.

3. Анализ результатов стрельбы, обработка полученных экспериментальных данных.

В ходе проведения первого этапа эксперимента исследовалось состояние минометного выстрела:

– определялись условия хранения элементов минометных выстрелов в полигонных условиях;

– проводился внешний осмотр мин, взрывателей, основных метательных зарядов, дополнительных пороховых пучков;

– боеприпасы сортировались по партиям, годам выпуска, весовым знакам – готовились выстрелы к приведению в окончательно снаряженный вид;

– боеприпасы доставлялись к месту стрельб.

Исследовалось состояние канала ствола миномета, которое включало:

– определение условий хранения миномета 2-Б-11;

– проведение внешнего осмотра миномета 2-Б-11;

– определение количества произведенных выстрелов до начала испытаний;

– определение износа канала ствола путем внешнего осмотра канала ствола и замера его внутреннего диаметра;

– сравнение полученных данных с инструкцией по категорированию.

Исследование состояния пороха пороховых метательных зарядов для минометного выстрела минометной системы 2-С-12 заключалось в следующем:

– определялись условия хранения пороховых метательных зарядов (ПМЗ);

– проводился внешний осмотр основных метательных зарядов, дополнительных пороховых пучков;

– сортировались по партиям, годам выпуска элементы выстрела;

– проводилось взвешивания основных метательных зарядов, дополнительных пороховых пучков с помощью электронных весов;

– фиксировалось путем фотографирования внешнего вида ПМЗ;

– снаряжение выстрела, приведение в окончательно снаряженный вид;

– вскрытие гильзы основного метательного заряда, дополнительных пороховых пучков, и их визуальный осмотр;

– фиксация цвета пороха основных метательных зарядов, и дополнительных пороховых пучков.

Привязка к местности осуществлялась с целью:

– подготовки полигона к стрельбе;

– подготовки миномета к стрельбе;

– определения дальности стрельбы;

- определения координат цели с помощью прибора СН-3003М(GPS),
- определения координат миномета с помощью прибора СН-3003М(GPS);
- определения расстояния до цели (фактического);
- определение погодных условий;
- определения углов возвышения, корректировки, введения поправок и прицеливания.

В ходе проведения второго этапа эксперимента выполнялось:

- пристрелка и корректировка огня с помощью прибора МПМ-44М;
- восстановление наведения миномета с учетом вводимых поправок;
- стрельба;
- определение начальной скорости мины с помощью баллистической станции

АБС-1М;

- фиксация разрывов с помощью прибора ПАБ-2М;
- фиксация ненормального действия выстрелов в ходе выполнения стрельб.

В ходе проведения третьего этапа эксперимента выполнено:

- определение координат разрывов (воронок) с помощью прибора СН-3003М(GPS);
- определение отклонения падений минометных выстрелов от центра прицеливания;
- определение фактических зависимостей дальности полета мины от углов возвышения ствола миномета;
- сравнение полученных результатов с табличными;

Экспериментальное исследование проводилось с использованием материальной части и на полигоне подразделений войск береговой обороны ВМС;

Материальное обеспечение экспериментального исследования включало:

- 120 мм полковой миномет 2-Б-11, минометной системы 2-С-12 – 1 единица;
- количество произведенных выстрелов до начала эксперимента – 152 выстрела зарядом №3 (настрел ствола миномета);
- 120 мм осколочно-фугасные мины ТД-50, ОФ-843Б, 81года выпуска с весовым знаком (+) 100 единиц (из них для пристрелки – 5 единиц);
- взрыватель – М-12;
- основные метательные заряды – 1957,1969,1978 годов выпуска;
- дополнительные пучки – 1963,1969,1971 годов выпуска;
- установлен заряд – №3;
- дальность стрельбы – 2700 метров;
- температура окружающей среды – +16 °С;
- условия хранения боеприпасов – в штатной укупорке на открытой площадке;
- условная цель – прямоугольник размером 2.5 на 6 метров (грузовой автомобиль);
- все соответствующие поправки и углы прицеливания для стрельбы введены согласно таблиц стрельбы ТС РГ № 98 для 120 мм возимого миномета 2-С-12;
- координаты цели–X+04972820,Y06603808,H00660;
- координаты миномета–X+04972299,Y06601218,H00426;
- расстояние от миномета до цели – 2700 метров.

Результаты проведенных стрельб представлены в таблице 1 и рисунках 1,2,3.

В ходе проведения экспериментального исследования зафиксировано снижение массы пороховых метательных зарядов (табл. 1, рис. 1,2) и как следствие плотности пороха, что свидетельствует об истощении порохового заряда. Данные исследований по-

казывают, что сила пороха и его теплотворная способность связаны линейно [4]. Известно [5,10], что основным физико-химическим свойством порохов является их плотность. Она непосредственно влияет на теплотворную способность и силу пороха. Поскольку экспериментально выявлено снижение массы порохового заряда, вызванное экссудацией летучих компонентов, а так же каталитическими реакциями в порохах [5,10], можно заключить, что снижение массы порохового заряда приведет к снижению плотности пороха и в свою очередь вызовет снижение теплотворной способности и силы пороха [5].

Таблица 1 – Результаты экспериментальных данных

Определяемая величина	Полученные результаты с учетом года выпуска элемента минометного выстрела		
	1957	1969	1978
Масса основного метательного заряда (табличное значение), г.	75	75	75
Масса основного метательного заряда (максимальное значение), г.	73	74	74,5
Масса основного метательного заряда (минимальное значение), г.	72	73	73,5
Масса основного метательного заряда (среднее значение), г	72,5	73,5	74
Среднее отклонение массы в %	3,3	2,2	1,3
	1963	1969	1971
Масса дополнительных пучков (табличное значение), г.	240	240	240
Масса дополнительных пучков (максимальное значение), г.	228	233	236
Масса дополнительных пучков (минимальное значение), г.	223	229	232
Масса дополнительных пучков (среднее значение), г	225,5	231	234
Среднее отклонение массы в %	6,04	3,75	2,5
Начальная скорость (табличное значение). м/с	196	196	196
Начальная скорость (максимальное значение). м/с	179	185	191
Начальная скорость (минимальное значение). м/с	173	182	187
Начальная скорость (среднее значение). м/с	176	183,5	189
Среднее отклонение начальной скорости в %	10,2	6,37	3,57

Полученные закономерности геронтологических изменений обобщены в виде аналитических выражений (1), (2), (3) и описывают изменения массы основных пороховых метательных зарядов в зависимости от сроков хранения пороховых метательных зарядов $\Delta m(\tau)$, а так же позволяют определять минимальные, максимальные и средние значения отклонения масс зарядов в зависимости от срока хранения боеприпасов в диапазоне сроков хранения $\tau = 35 \dots 56$ лет.

$$\Delta m(\tau)_{\max} = 1,04e^{0,3466\tau}; \quad (1)$$

$$\Delta m(\tau)_{\text{cp}} = 0,6214e^{0,4581\tau}; \quad (2)$$

$$\Delta m(\tau)_{\min} = 0,25e^{0,6931\tau}, \quad (3)$$

где Δm – изменения массы порохового метательного заряда; τ – срок хранения порохового метательного заряда.

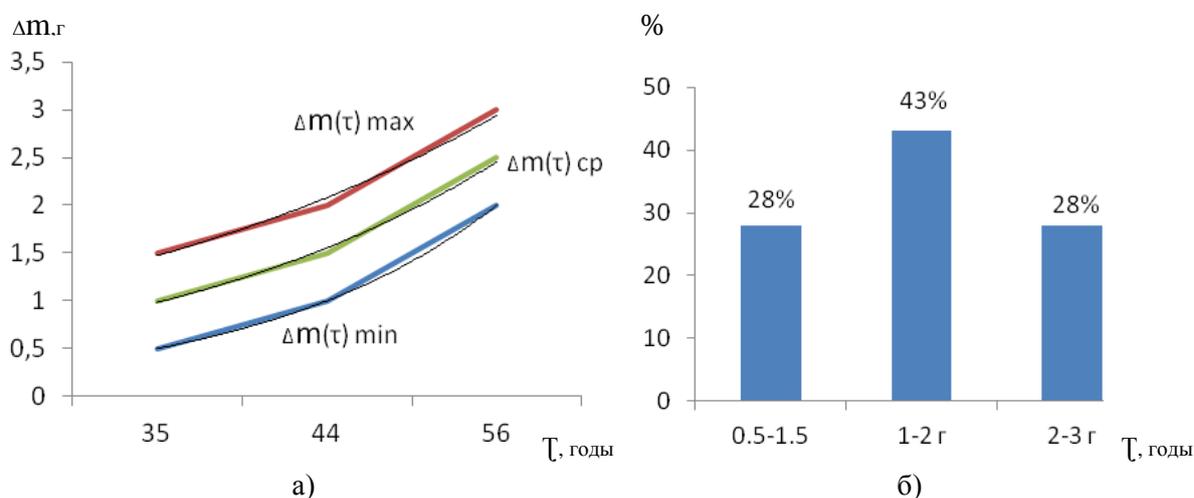


Рисунок 1 – а) изменение массы основного метательного заряда минометной системы 2-С-12 в зависимости от срока хранения.

б) доли диапазонов изменения массы основного метательного заряда

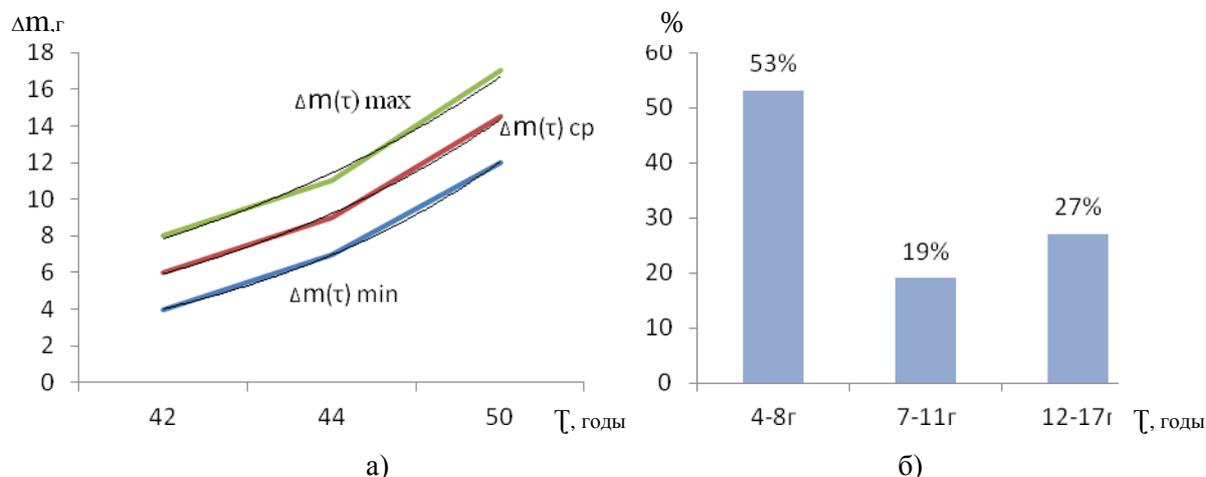


Рисунок 2 – а) изменение массы дополнительного метательного заряда (дополнительных пучков) минометной системы 2-С-12 в зависимости от срока хранения,

б) доли диапазонов изменения массы дополнительного метательного заряда

Полученные результаты в виде выражений (4), (5), (6) описывают закон изменения массы дополнительных пороховых метательных зарядов в зависимости от сроков хранения порохового метательного заряда $\Delta m(\tau)$ (табл. 1, рис. 2) и позволяют определять минимальные, максимальные и средние значения отклонения масс дополнительных метательных зарядов в зависимости от срока хранения боеприпасов в диапазоне сроков хранения $\tau = 42 \dots 50$ лет.

$$\Delta m(\tau)_{\max} = 5,3821e^{0,3769\tau}; \quad (4)$$

$$\Delta m(\tau)_{\text{ср}} = 3,8139e^{0,4412\tau}; \quad (5)$$

$$\Delta m(\tau)_{\min} = 2,3174e^{0,5493\tau}. \quad (6)$$

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что пороховые метательные заряды подверглись геронтологическим изменениям, а так же претерпевают изменения баллистические и энергетические характеристики, что влечет за собой изменение начальной скорости (табл. 1, рис. 3,) при этом теплотворная способность пороха (сила пороха) убывает со временем пропорционально снижению массы порохового заряда.

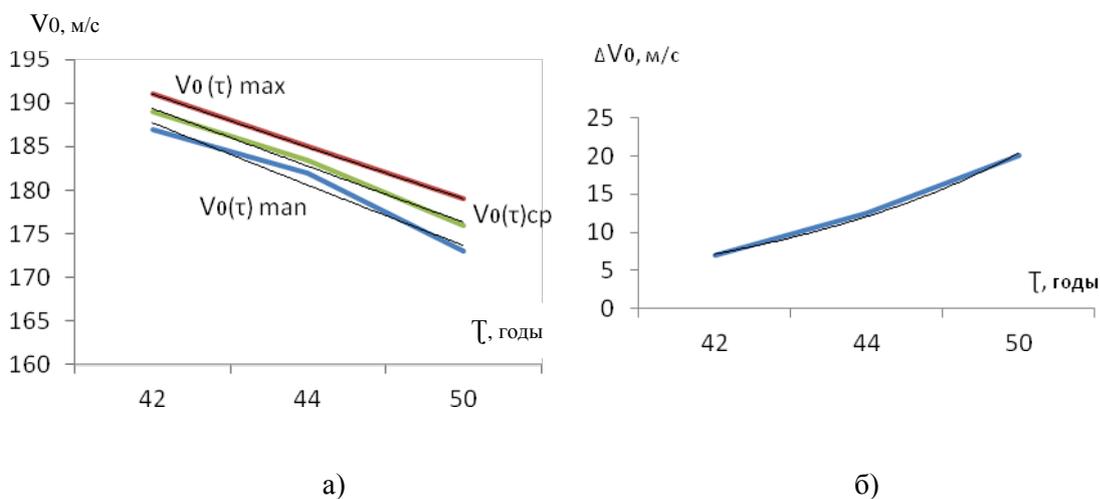


Рисунок 3 – а) изменение начальной скорости минометного выстрела минометной системы 2-С-12 в зависимости от срока хранения, б) падение (снижение) начальной скорости ΔV_0 в зависимости от времени хранения

В ходе эксперимента были получены значения начальных скоростей минометных выстрелов при различных сроках хранения элементов порохового метательного заряда (рис. 3). После обработки данных эксперимента получены средние значения начальных скоростей, а отклонение начальных скоростей минометных мин определяем по выражению (7) для каждой партии боеприпасов.

$$\Delta V_0 = V_0^{\text{табл}} - V_0^{\text{факт}}, \quad (7)$$

где ΔV_0 – изменение начальной скорости минометного выстрела.

Данные об абсолютных значениях падения начальной скорости ΔV_0 в зависимости от времени хранения элементов минометных выстрелов приведены в таблице 1 и рисунке 3. Аналитическое выражение (8) описывает падение начальной скорости мины ΔV_0 в зависимости от сроков хранения ПМЗ ($\Delta V_0(\tau)$) и позволяет определять значения начальной скорости в зависимости от срока хранения боеприпасов в диапазоне $\tau = 42 \dots 50$ лет.

$$\Delta V_0(\tau) = 4,2177 e^{0,5249\tau}. \quad (8)$$

Аналитические выражения (9), (10) и (11) позволяют определять минимальные, максимальные и средние значения ΔV_0 в зависимости от срока хранения боеприпасов (τ , годы) в диапазоне $\tau = 42 \dots 50$ лет.

$$V_0(\tau)_{\max} = 197,33 e^{-0,032769\tau}; \quad (9)$$

$$V_0(\tau)_{\text{cp}} = 196,25 e^{-0,036\tau}; \quad (10)$$

$$V_0(\tau)_{\min} = 195,19 e^{-0,039\tau}. \quad (11)$$

Таким образом, можно заключить, что исследованные пороховые заряды при длительной эксплуатации изменяют свои характеристики. В качестве дефектационного признака для таких зарядов может быть использован «дефект массы» [5, 6, 7], величина которого изменилась вследствие длительного хранения под влиянием физико-химических факторов. Полученные данные о результатах проведенных стрельб подтверждают (табл. 1), что при применении боеприпасов с длительным сроком хранения ухудшились баллистические характеристики ствольной системы. Однако в настоящее время при определении исходных данных для стрельбы из миномета изменение физико-химических свойств боеприпасов не учитывается [2].

Поэтому практически важной представляется задача выработки поправок, для учета изменения V_0 при определении исходных данных для стрельбы боеприпасами длительных сроков хранения. Необходимо подчеркнуть, что для минометных выстрелов с длительными сроками хранения не учет этой поправки может приводить к большим погрешностям при стрельбе [2, 5, 6, 8, 9].

Кроме определения характеристик определенных программой испытаний в ходе практических стрельб было зафиксировано 2 случая опрокидывания миномета при производстве выстрела (табл. 2, рис. 4). При этом, в обоих случаях использовались основные заряды 1957 года выпуска, с дополнительными зарядами 1963 года. Всего за время эксперимента было произведено 100 выстрелов, из них с помощью основных зарядов 1957 года выпущено 25 мин, а с дополнительными 1963 года 26 соответственно. Можно предположить, что это связано с изменением начального импульса в первом периоде [4,8], что может быть обусловлено повышением скорости горения порохового заряда, которая, как известно [4,5] пропорциональна P^n , или даже приобретением пороховым метательным зарядом бризантных свойств. Однако рассмотрение этого вопроса выходит за рамки настоящей статьи и составляет отдельную задачу, связанную с безопасностью личного состава при выполнении огневых задач из ствольной системы, а тем же разрушением конструкции миномета в виду увеличения нагрузок в канале ствола.

Таблица 2 – Зафиксированное ненормальное действие минометных выстрелов

Характер ненормального действия	Полученные результаты с учетом года выпуска элемента минометного выстрела (основной заряд/дополнительный заряд)		
	1957/1963	1969/1969	1978/1971
Не покидание канала ствола миномета минометным выстрелом (осечка), %	4 (14 %)	2 (4 %)	1 (3 %)
Опрокидывание миномета при производстве выстрела, %	2 (7 %)	–	–



Рисунок 4 – Опрокидывание миномета при производстве выстрела

Кроме случая опрокидывания миномета при производстве выстрела было также обнаружено не срабатывание основного метательного заряда (1978 года выпуска 1 случай, 1969 года – 2, 1957 года – 4). Исходя из дальнейших исследований основного заряда (рис. 5) можно предположить, что не срабатывание основного метательного заряда (табл. 1, рис. 6) в 3-х случаях произошло по причине отказа капсуля-воспламенителя, а в 4-х случаях по причине отказа дополнительного воспламенителя из дымного пороха размещенного в ампуле из нитроосновы (рис. 7). Этот вопрос также необходимо рассматривать отдельно, что может быть предметом дальнейших исследований.



Рисунок 5 – Разделка основного метательного заряда



Рисунок 6 – Не сработавшие основные метательные заряды



Рисунок 7 – Дополнительный воспламенитель из дымного пороха, размещенный в ампуле из нитроосновы

Полученные данные являются основой для коррекции методики формирования исходных данных для стрельбы из 120 мм миномета 2-Б-11 при применении боеприпасов длительных сроков хранения, что практически связано с разработкой методики по внесению поправок в исходные данные для стрельбы на горизонтальную дальность с учетом длительности хранения порохового метательного заряда.

На основе полученных в ходе проведенного экспериментального исследования данных так же могут быть определены характеристики рассеивания мин, которые изменились ввиду снижения начальной скорости a , следовательно, дальности стрельбы и являются предметом дальнейших исследований.

Литература

1. Новости ВПК. Электронный интернет ресурс – <http://vpk-news.ru/articles/1038>.
2. Таблицы стрельбы для равнинных и горных условий 120 мм возимого миномета 2-С-12 / Военное издательство, г. Москва 1990 – 412 с.
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 120 мм возимого миномета 2-С-12. / Военное издательство, г. Москва 1990 – 32 с.
4. Чернов В.П. Поправочные формулы внутренней баллистики/ В.П.Чернов // Воен. изд-во. М.: – 1956. – 359 с.
5. Анипко О.Б., Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения / О.Б. Анипко, Ю.М. Бусяк. – Харьков: Изд-во академии внутр. войск МВД Украины, 2010. – 130 с.
6. Бирюков И.Ю. Пороховые заряды длительных сроков хранения: проблемы, задачи и пути их решения // Интегровані технології та енергозбереження. – Х.: 2006. – №2. –С. 50–55.
7. Анипко О.Б., Баулин Д.С., Бирюков И.Ю. Влияние длительности хранения боеприпасов на баллистические характеристики стрелкового оружия / Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2007. – №2, С. 97–100.
8. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. – М.: Оборонгиз, 1962. – 703 с.
9. Анипко О.Б., Вертелецкий В.Ф. Изменение физико-химических свойств порохового заряда и начальной скорости артиллерийских боеприпасов морской номенклатуры калибров 25/80 и 30/54 / Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Вид. НТУ “ХПІ”, 2013. – №2, С. 74–79.
10. Д.И. Дементьева, И.С. Кононов, Р.Г. Мамашев, В.А. Харитонов. Введение в технологию энергонасыщенных материалов. / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос.техн.ун-та, 2009.–254 с.
11. Веннен Л. Пороха и взрывчатые вещества / Л. Веннен, Э. Бюрло, А. Лекорше. Пер. с фран. – М.: ОНТИ, 1936. – 652 с.
12. Тимчасове рішення про встановлення термінів зберігання (технічної придатності) боеприпасів артилерії засобів ближнього бою та їх комплектуючих елементів. №131/Н/02-96. МОУ країни. – 1996. – 5 с.

Bibliography (transliterated)

1. Novosti VPK. Elektronnyy internet resurs – <http://vpk-news.ru/articles/1038>.
2. Tablitsyi strelbyi dlya ravninnyih i gornyih usloviy 120 mm vozimogo minometa 2-S-12. Voennoe izdatelstvo, g. Moskva 1990 – 412 p.
3. Tehnicheskoe opisanie i instruksiya po ekspluatatsii 120 mm vozimogo mino-meta 2-S-12. Voennoe izdatelstvo, g. Moskva 1990 – 32 p.
4. Chernov V.P. Popravochnyie formulyi vnutrenney ballistiki V.P.Chernov Voen. izd-vo. M.: – 1956. – 359 p.

5. Anipko O.B., Vnutrennyaya ballistika stvolnyih sistem pri primenenii boepripasov dlitelnyih srokov hraneniya O.B. Anipko, Yu.M. Busyak. – Harkov: Izd-vo akademii vnutr. voysk MVD Ukrainyi, 2010. – 130 p.

6. Biryukov I.Yu. Porohovyye zaryady dlitelnyih srokov hraneniya: problemy, zadachi i puti ih resheniya Integrovani tehnologii ta energozberezhennya. – H.: 2006. – #2. – P. 50–55.

7. Anipko O.B., Baulin D.S., Biryukov I.Yu. Vliyanie dlitelnosti hraneniya boepripasov na ballisticheskie harakteristiki strelkovogo oruzhiya Integrovani tehnologii ta energozberezhennya. H.: Izd-vo NTU “HPI”, 2007. – #2, P. 97–100.

8. Serebryakov M.E. Vnutrennyaya ballistika stvolnyih sistem i porohovyih raket. – M.: Oborongiz, 1962. – 703 p.

9. Anipko O.B., Verteletskiy V.F. Izmenenie fiziko-himicheskikh svoystv porohovogo zaryada i nachalnoy skorosti artilleriyskikh boepripasov morskoy nomenklaturyi kalibrov 25/80 i 30/54 Integrovani tehnologii ta energozberezhennya. H.: Vid. NTU “HPI”, 2013. – #2, P. 74–79.

10. D.I. Dementeva, I.S. Kononov, R.G. Mamashev, V.A. Haritonov. Vvedenie v tehnologiyu energonasyischennyih materialov. Alt. gos. tehn. un-t, BTI. Biysk: Izd-vo Alt. gos.tehn.un-ta, 2009. 254 p.

11. Vennen L. Poroha i vzryivchatyie veschestva L. Vennen, E. Byurlo, A. Lekorshe. Per. s fran. – M.: ONTI, 1936. – 652 p.

12. Timchasove rishennya pro vstanovlennya terminiv zberigannya (tehnicnoyi pridatnosti) boepripasiv artileriyi zasobiv blizhnogo boyu ta yih komplektuyuchih elementiv.#131/N/02-96.MOUkraYini.– 1996.– 5 p.

УДК 623.421.4.

Аніпко О.Б., Демченко А.А.

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БАЛІСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК 120 ММ МІНОМЕТУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТАЛЬНИХ ЗАРЯДІВ ТРИВАЛИХ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ

Приведені результати експериментального дослідження балістичних характеристик отриманих в ході виконання практичних стрільб з мінометної системи 2-С-12. Отримані залежності зміни маси порохових металевих зарядів і початкових швидкостей мінометних мін від термінів зберігання, що дозволяє вводити поправки при виконанні стрільб для боєприпасів, терміном зберігання до 60 років. У ході проведення експерименту зафіксовані ненормальні дії мінометних пострілів тривалих термінів зберігання, що вимагає додаткового дослідження з точки зору безпеки мінометного розрахунку.

Anipko O.B., Demchenko A.A.

EXPERIMENTAL STUDY OF BALLISTIC CHARACTERISTICS 120 mm MORTAR IN APPLYING PROPELLANT CHARGE LONGER SHELF LIFE

The results of experimental studies of the ballistic characteristics obtained during the execution of practical shooting mortar system 2-C-12. The dependences of the change in mass of propellant and propellant initial velocities of mortar from the shelf life that allows you to enter an amendment when the firing ammunition, a shelf life of up to 60 years. In the course of the experiment recorded abnormal actions mortar rounds long shelf life, which requires further study in terms of safety of the detachment.