

<sup>1</sup>Аніпко О.Б., д.т.н., професор, професор кафедри,

<sup>2</sup>Баулін Д.С., к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник науково-дослідного центру

## АНАЛІТИЧНА ГІПОТЕЗА ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ МОЖЛИВОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ НІТРОЦЕЛЮЛОЗНИХ ПОРОХІВ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ПЕРЕКИСОМ ВОДНЮ

<sup>1</sup>Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

<sup>2</sup>Національна академія Національної гвардії України, Харків

**Ключові слова:** пороховий заряд, нітроцелюлоза, піроксиліновий порох, гарантійні терміни експлуатації, регенерація зарядів, перекис водню, стабілізація порохових зарядів, теплотворна здатність.

### Постановка проблеми та аналіз публікацій

Балістичні якості піроксилінових порохів визначаються сукупністю ряду властивостей: працездатністю, формою порохових елементів, швидкістю горіння [1–3], та оцінюються величинами початкової швидкості снаряда, максимального тиску порохових газів [3–5].

Відомо, що нітроцелюлозні пороху (НЦП) є нестійкими хімічними сполуками. Цим зумовлено, що балістична стабільність їх обмежена через автокаталітичну реакцію, швидкість якої може суттєво змінюватися під впливом температури та вологості. Зміна вмісту компонентів порохової суміші супроводжується суттєвою зміною його балістичних властивостей. При зміні вмісту летких речовин у поросі на 1 % швидкість горіння змінюється на 10–12 %, тиск порохових газів – на 9–16 %, а початкова швидкість снаряда – на 3–4 % [2, 6].

Тривалість експлуатації порохових зарядів має велике значення, оскільки з нею пов'язані питання необхідних виробничих потужностей порохових підприємств та системи контролю за станом порохів. Проте встановлення гарантійних термінів безпечної зберігання порохів та їхньої експлуатаційної придатності є важливою проблемою.

Малостійкі пороху не вигідні в економічному відношенні, тому що становлять значну небезпеку. Відомі випадки, коли самозаймання порохової суміші супроводжувалося великими катастрофами з людськими жертвами [1].

Проблема старіння порохових зарядів та погіршення, у зв'язку з цим, балістичних характеристик зброї відома і не нова. Є дані досліджень фізико-хімічних змін у пороху, що охоплюють термін їх зберігання до 5 років, прогнози – до 10 років [1, 2]. Однак, у роботах [7–11] отримані дані про зміни, що відбуваються в пороху за більш тривалих термінів зберігання (17–21 р.).

Наразі запаси, що зберігаються на складах силових відомств України досить великі, але терміни їх зберігання становлять понад 35 років [12, 13].

Проблема стабілізації порохових зарядів виникає у кожному разі з розробки та прийняття їх у озброєння. Її актуальність впливає як із вимоги забезпечення безпеки у поводженні з порохами, так і з вимог економічного характеру та забезпечення надійності функціонування зарядів боєприпасів.

Першим проблемним завданням, пов'язаним з питаннями стабілізації порохів, займалося багато дослідників [4, 7, 14–16], але незважаючи на великий обсяг виконаних

робіт, проблема містить ще багато невизначених питань, що пов'язано зі складністю фізико-хімічних процесів, які протікають у порохах при зберіганні, складністю спостереження за протіканням цих процесів у багатокомпонентних жорстких системах (особливо на проміжних стадіях), неможливістю виділення в чистому вигляді більшості продуктів перетворення. Теоретично вона також не має розвитку через відсутність дійсної хімічної формули НЦП.

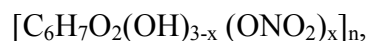
Аналіз літератури свідчить, що останнім часом з'явилися публікації [8–10, 13, 17], пов'язані з обґрунтуванням термінів експлуатації боеприпасів. Проведені експериментальні дослідження [1, 5] підтверджують ефект зниження маси порохового заряду при його тривалому зберіганні. Проте у літературі немає відомостей у тому, як впливає зміна маси порохового заряду на показник початкової швидкості. Також немає обґрунтованого прогнозу змін балістичних характеристик порохових зарядів та озброєння. У роботі [18] подано дані про можливе відновлення властивостей порохових зарядів тривалих термінів експлуатації. Проте не визначено часові терміни проведення регенерації порохових зарядів для отримання найкращого ефекту.

В останні роки накопичено великий експериментальний матеріал про реакційну здатність ароматичних сполук, розроблено основні положення електронної теорії, що встановлює зв'язок між хімічною будовою речовин та їхньою реакційною здатністю. Однак, зважаючи на невблаганність перебігу часу, ці дані вже слід вважати застарілими, оскільки вони отримані для термінів зберігання 19–26 років, і тому можуть бути використані для прогнозу та узагальнення закономірностей зміни фізико-хімічних властивостей НЦП.

У зв'язку з цим **метою статті** є аналіз хімічних процесів, що відбуваються в нітроцелюлозних порохах при тривалих термінах експлуатації та обґрунтування можливості проведення їх регенерації шляхом обробки перекисом водню.

### **Виклад основного матеріалу**

При аналізі хімічних процесів виходитимемо з наступного. Як вихідний матеріал розглядається теоретична хімічна формула нітроцелюлози [19, 20]



яка відображає ідеальне уявлення про нітроцелюлозу. Цій формулі відповідає наступна структура нітроцелюлози як високомолекулярної сполуки (рис. 1) [20, 21]

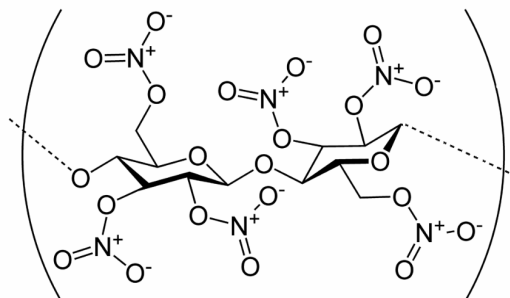


Рисунок 1 – Структурна формула нітроцелюлози

У процесі зберігання під впливом різних факторів на поверхні здійснюються хімічні реакції за механізмом автокаталізу сполук азоту, оскільки, як відомо [8, 10], ніт-

роцелюлоза є хімічно нестійкою сполукою. Зміст компонентів вихідного матеріалу зменшується (таких як азот, водень), абсолютна маса матеріалу знижується. Як наслідок, падає енергетична цінність нітроцелюлози як палива. Спираючись на це припускаємо, що на поверхні відбулися зміни і в структурі матеріалу. Так може бути розірваний зв'язок між двома залишками глюкози (кисень) (рис. 2)

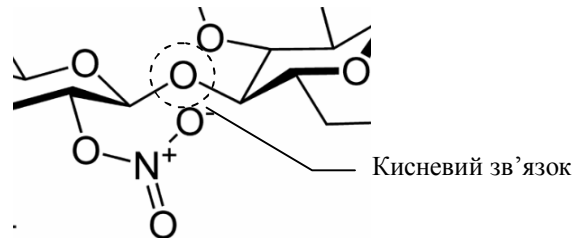


Рисунок 2 – Можливий розрив кисневого зв'язку між молекулами нітроцелюлози

Метою впливу перекисом водню є приєднання водню до різних хімічних елементів, що входять у структуру молекули нітроцелюлози, що призводитиме до ефекту регенерації її як палива та підвищення маси.

Так, наявність згаданого вище розриву при дії перекису водню може призводити до утворення двох кінцевих груп (ОН)

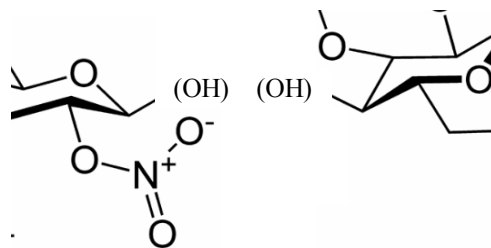


Рисунок 3 – Утворення двох груп (ОН) на місці можливого розриву кисневого зв'язку між молекулами нітроцелюлози

Утворюється полімер з кінцевими (ОН) групами. Гідроліз неповної азотної групи ( $\text{ONO}_2$ ) може призводити до приєднання водню Н, а також давати залишок оксиду азоту  $\text{NO}_2$ . Перелічені можливі реакції пов'язані з приєднанням водню або (ОН), що, як згадувалося, призводить до збільшення маси горючих компонентів і, таким чином, досягається ефект регенерації.

Підкреслимо, що взаємодія перекису водню з вуглецем, що знаходиться у складі нітроцелюлози у вигляді легнину, не розглядається через відсутність даних про такі реакції. Однак відомо, що перекис відбілює легнин і, мабуть, якщо є вільний зв'язок у структурі ( $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3$ ), то водень може його замінити.

За теплотворною здатністю водень характеризується величиною 120,9 МДж/кг, тоді як піроксиліновий порошок при постійному об'ємі всього 5,9 МДж/кг.

Таким чином, для еквівалентної компенсації втраченої маси порошку потрібна в 20 разів менша маса водню.

При експериментальному дослідженні впливу перекису водню на НЦП після тривалого зберігання [18] спостерігалось збільшення маси на 3%. Якщо припустити, що це збільшення маси обумовлено лише воднем, то це еквівалентно відповідному збільшенню теплотворної здатності.

### **Висновки**

Таким чином, виходячи з розгляду теоретичної (ідеальної) формули нітроцелюлози, доведено принципову можливість протікання реакцій на її поверхні з перекисом водню. Ці реакції призводять до приєднання водню, що підвищує теплотворну здатність вихідного матеріалу регенеруючи його таким чином. Водень характеризується такою теплотворною здатністю, яка може хоча б частково компенсувати втрату енергетичної цінності нітроцелюлози у процесі зберігання. Причому потрібна у 20 разів менша маса водню, ніж маса, втрачена порохом у процесі зберігання.

Критично аналізуючи таку оцінку слід підкреслити, що не все збільшення маси після обробки НЦП перекисом водню може йти тільки воднем. Однак якщо припустити, що хоча б половина її припадає на водень, то це дає в 10 разів менше за масою кількість водню, яке необхідно для компенсації втраченої теплотворної здатності.

Тут потрібно брати до уваги також і те, що процес горіння йде не при постійному об'ємі, а також можлива зміна швидкості горіння. Це може ще більше знизити ефект від 10 до 5 разів. Однак і в цьому випадку обробка НЦП перекисом водню слід вважати ефективним методом регенерації нітроцелюлозних порохів.

### **Література**

1. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. М.: Машиностроение. 1972. 208 с.
2. Шагов Ю.В. Взрывчатые вещества и пороха. М.: Военное издательство Министерства обороны СССР. 1976. 120 с.
3. Будников М.А., Левкович Н.А., Быстров И.В., Сиротинский В.Ф., Шехтер Б.И. Взрывчатые вещества и пороха. М.: Государственное издательство оборонной промышленности. 1955. 364 с.
4. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика. М.: Оборонгиз. 1949. 670 с.
5. Окунев Б.Н. Определение баллистических характеристик пороха и давления форсирования. М.-Л.: Гостехиздат. 1943. 92 с.
6. Чернов В.П. Поправочные формулы внутренней баллистики. М.: Военное издательство Министерства обороны СССР. 1956. 168 с.
7. Анипко О.Б., Муленко А.О., Баулин Д.С. Экспериментальное исследование износа ствола 5,45 мм автомата Калашникова АК-74 при стрельбе боеприпасами длительных сроков хранения // Інтегровані технології та енергозбереження. 2013. №2. С. 121–125.
8. Аніпко О.Б., Баулін Д.С., Горелишев С.А. Геронтологічні властивості порохових зарядів боеприпасів та їх вплив на показники живучості стрілецької зброї: Монографія. Харків: Вид-во Національної академії Національної гвардії України, 2019. 119 с.
9. Гончаренко П.Д. Интегральная поправка в начальную скорость на износ ствола и геронтологические изменения порохового заряда // Збірник наукових праць Академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова. 2011. №1 (5). С. 11–14.
10. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения: Монографія: Харьков: Изд-во академии внутр. войск МВД Украины, 2010. 130 с.
11. Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники. Харьков: НТУ "ХПИ". 2008. 196 с.
12. Гриненко О.І., Денежкін М.М. Деякі проблеми перспективного планування розвитку Збройних Сил України // Наука і оборона. 2001. №3. С. 31–35.

13. Анипко О.Б., Муленко А.О., Баулин Д.С., Черкашин А.Д. Проблема живучести стволов стрелкового оружия при применении боеприпасов послегарантийных сроков хранения // Интегровані технології та енергозбереження. 2010. №3. С. 80–83.

14. Кувеко А.Е., Миропольский Ф.П. Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива. М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского. 1987. 312 с.

15. Орлов Б.В., Топчеев Ю.И., Устинов В.Ф., Алферов В.В., Бакулин А.И., Светлицкий В.А., Хворостин А.Е. Проектирование ракетных и ствольных систем. М.: Машиностроение. 1974. 828 с.

16. Чурбанов Е.В. Внутренняя баллистика артиллерийского орудия. М.: Военное издательство. 1973. 103 с.

17. Анипко О.Б., Хайков В.Л. Анализ методов оценки состояния пороховых зарядов как элемент системы мониторинга артиллерийских боеприпасов // Интегровані технології та енергозбереження. 2012. №3. С. 60–71.

18. Анипко О.Б. Результаты экспериментального исследования воздействия перекиси водорода на нитроцеллюлозные высокомолекулярные соединения // Интегровані технології та енергозбереження. 2014. № 2. С. 50–55.

19. Роговин З.А. Химия целлюлозы. Москва: Химия, 1972. 520 с.

20. Марченко Г.Н., Забелин Л.В. Производство нитратов целлюлозы. Физико-химические основы производства и переработки нитратов целлюлозы. М.: ЦНИИТИ и ТЭИ, 1988. 164с.

21. Зеленский В.П. Эксплуатационные свойства порохов и зарядов. Пенза: ПВАИУ, 1975. 358 с.

#### Bibliography (transliterated)

1. Gorst A.G. Porokha i vzryvchatyye veshchestva. M.: Mashinostroyeniye.– 1972.– 208 p.

2. Shagov YU.V. Vzryvchatyye veshchestva i porokha. M.: Voennoye izdatel'stvo Ministerstva Oborony SSSR. 1976. 120 p.

3. Budnikov M.A., Levkovich N.A., Bystrov I.V., Sirotinskiy V.F., Shekhter B.I. Vzryvchatyye veshchestva i porokha. M.: Gosudarstvennoye izdatel'stvo oboronnoy promyshlennosti. 1955. 364 p.

4. Serebryakov M.Ye. Vnutrennyaya ballistika. M.: Oborongiz. 1949. 670 p.

5. Okunев B.N. Opredeleniye ballisticheskikh kharakteristik porokha i davleniya forsirovaniya. M.-L.: Gostekhizdat. 1943. 92 p.

6. Chernov V.P. Popravochnyye formuly vnutrenney ballistiki. M.: Voennoye izdatel'stvo Ministerstva Oborony SSSR. 1956. 168 p.

7. Anipko O.B., Mulenko A.O., Baulin D.S. Eksperimental'noye issledovaniye iznosa stvola 5,45 mm avtomata Kalashnikova AK-74 pri strel'be boyepripasami dlitel'nykh srokov khraneniya // Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya. 2013. №2. P. 121–125.

8. Anípko O.B., Baulín D.S., Gorêlishev S.A. Gerontologichní vlastivostí porokhovikh zaryadív boêpripasív ta íkh vpliv na pokazniki zhivuchostí strílets'koí zbroí. Monografiya. Kharkív: Vid-vo Natsional'noí akademíi Natsional'noí gvardíi Ukraíni, 2019. 119 p.

9. Goncharenko P.D. Integral'naya popravka v nachal'nuyu skorost' na iznos stvola i gerontologicheskkiye izmeneniya porokhovogo zaryada // Zbírnik naukovikh prats' Akademíi víys'kovo-mors'kikh sil ímení P.S. Nakhímova. 2011. №1 (5). P. 11–14.

10. Anipko O.B., Busyak YU.M. Vnutrennyaya ballistika stvol'nykh sistem pri primeneniі boyepriпасov dlitel'nykh srokov khraneniya: Monografiya: Khar'kov: Izd-vo akademii vnutr. voysk MVD Ukrainy, 2010. 130 p.
11. Anipko O.B., Borisyuk M.D., Busyak YU.M. Kontseptual'noye proyektirovaniye ob'yektov bronetankovoy tekhniki. Khar'kov: NTU «KHPI». 2008. 196 p.
12. Grinenko O.І., Dênêzhkin M.M. Deyaki problemi perspektivnogo planuvannya rozvitku Zbroynikh Sil Ukraїni // Nauka і oborona. 2001. №3. P. 31–35.
13. Anipko O.B., Mulyenko AO., Baulin D.S., Cherkashin A.D. Problema zhivuchesti stvolov strelkovogo oruzhiya pri primeneniі boyepriпасov poslegarantiynykh srokov khraneniya // Іntegrovanі tekhnologії ta yenergozberezhennya. 2010. №3. P. 80–83.
14. Kuveko A.Ye., Miropol'skiy F.P. Vnutrennyaya ballistika stvol'nykh sistem i raketnykh dvigateley tverdogo topliva. M.: VVIA im. prof. N.Ye. Zhukovskogo. 1987. 312 p.
15. Orlov B.V., Topcheyev Yu.I., Ustinov V.F., Alferov V.V., Bakulin A.I., Svetlitskiy V.A., Khvorostin A.Ye. Proyektirovaniye raketnykh i stvol'nykh sistem. M.: Mashinostroyeniye. 1974. 828 p.
16. Churbanov Ye.V. Vnutrennyaya ballistika artilleriyskogo orudiya. M.: Voennoye izdatel'stvo. 1973. 103 p.
17. Anipko O.B., Khaykov V.L. Analiz metodov otsenki sostoyaniya porokhovykh zaryadov kak element sistemy monitoringa artilleriyskikh boyepriпасov // Іntegrovanі tekhnologії ta yenergozberezhennya. 2012. №3. P. 60–71.
18. Anipko O.B. Rezul'taty eksperimental'nogo issledovaniya vozdeystviya perekisi vodoroda na nitrotsellyuloznyye vysokomolekulyarnyye soyedineniya // Іntegrovanі tekhnologії ta yenergozberezhennya. 2014. № 2. P. 50–55.
19. Rogovin Z.A. Khimiya tsellyulozy. Moskva: Khimiya, 1972. 520 p.
20. Marchenko G.N., Zabelin L.V. Proizvodstvo nitratov tsellyulozy. Fiziko-khimicheskiye osnovy proizvodstva і pererabotki nitratov tsellyulozy. Moskva: TSNINTI і TEI, 1988. 164 p.
21. Zelenskiy V.P. Ekspluatatsionnyye svoystva porokhov і zaryadov. Penza: PVAIU, 1975. 358 p.

УДК 355.014: 623.522

Аніпко О.Б., д.т.н., професор, Баулін Д.С., к.т.н., с.н.с.

### **АНАЛІТИЧНА ГІПОТЕЗА ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ МОЖЛИВОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ НІТРОЦЕЛЮЛОЗНИХ ПОРОХІВ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ПЕРЕКИСОМ ВОДНЮ**

Досвід зберігання боєприпасів показує, що у процесі тривалого зберігання піроксилінові пороха, які використовуються в боєприпасах, здатні самовільно перетерплювати різні фізико-хімічні перетворення, що негативно відображається на балістичних характеристиках боєприпасів. Відсутність виробництва боєприпасів в Україні, привело до того, що в цей час в експлуатації перебувають боєприпаси, час зберігання яких досягає 30–35 років і більше.

У даній статті проаналізовані публікації, присвячені науковим дослідженням, що стосуються проблем балістичної стабільності порохів.

Наведено ряд факторів, що впливають на фізико-хімічну стабільність порохів зарядів при їх тривалій експлуатації.

Приведені узагальнюючі дані зміни основних балістичних характеристик боеприпасів на різних періодах їх зберігання.

Проведено аналіз хімічних процесів, що відбуваються в нітроцелюлозних пороху при тривалих термінах експлуатації та обґрунтовується можливість проведення регенерації НЦП шляхом обробки перекисом водню.

Передбачається, що одним із шляхів підвищення балістичних та енергетичних характеристик боеприпасів тривалих термінів експлуатації може бути проведення регенерації нітроцелюлозних порохових зарядів. Показано, що в даний час не існує методів регенерації порохових зарядів тривалих термінів експлуатації. Однак, маються надійливі дані про обробку порохів перекисом водню, на основі чого може бути розроблена технологія повного або часткового відновлення балістичних та енергетичних характеристик порохового заряду.

Показано, що при проведенні регенерації нітроцелюлозних порохових зарядів перекисом водню підвищується теплотворна здатність вихідного матеріалу. Важливо відмітити, що не все збільшення маси після обробки НЦП перекисом водню може йти для компенсації втраченої теплотворної здатності, однак і в цьому випадку обробка НЦП перекисом водню слід вважати ефективним методом регенерації нітроцелюлозних порохів.

**Ключові слова:** пороховий заряд, нітроцелюлоза, піроксиліновий порох, гарантійні терміни експлуатації, регенерація зарядів, перекис водню, стабілізація порохових зарядів, теплотворна здатність.

Анипко О.Б., д.т.н., професор, Баулін Д.С., к.т.н., с.н.с.

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОРОХОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПЕРЕКИСЬЮ ВОДОРОДА

Опыт хранения боеприпасов показывает, что в процессе длительного хранения пироксилиновые пороха, используемые в боеприпасах, способны самовольно претерпевать различные физико-химические превращения, что негативно отражается на баллистических характеристиках боеприпасов. Отсутствие производства боеприпасов в Украине привело к тому, что в настоящее время в эксплуатации находятся боеприпасы, время хранения которых достигает 30–35 лет и более.

В данной статье проанализированы публикации, посвященные научным исследованиям, касающимся проблем баллистической стабильности порохов.

Приведен ряд факторов, влияющих на физико-химическую устойчивость пороховых зарядов при их длительной эксплуатации.

Приведены обобщающие данные об изменении основных баллистических характеристик боеприпасов на разных периодах их хранения.

Проведен анализ химических процессов, происходящих в нитроцеллюлозном порохе при длительных сроках эксплуатации, и обосновывается возможность проведения регенерации НЦП путем обработки перекисью водорода.

Предполагается, что одним из путей повышения баллистических и энергетических характеристик боеприпасов длительных сроков эксплуатации может служить регенерация нитроцеллюлозных пороховых зарядов. Показано, что в настоящее время нет методов регенерации пороховых зарядов длительных сроков эксплуатации. Однако имеются обнадеживающие данные об обработке порохов перекисью водорода, на осно-

ве чего может быть разработана технология полного или частичного восстановления баллистических и энергетических характеристик порохового заряда.

Показано, что при проведении регенерации нитроцеллюлозных пороховых зарядов перекисью водорода повышается теплотворная способность исходного материала. Важно отметить, что не все увеличение массы после обработки НЦП перекисью водорода может идти для компенсации потерянной теплотворной способности, однако и в этом случае обработка НЦП перекисью водорода следует считать эффективным методом регенерации нитроцеллюлозных порохов.

**Ключевые слова:** пороховой заряд, нитроцеллюлоза, пироксилиновый порох, гарантийные сроки эксплуатации, регенерация зарядов, перекись водорода, стабилизация пороховых зарядов, теплотворная способность.

Anipko O., Baulin D.

### **ANALYTICAL HYPOTHESIS TO SUBSTANTIATE THE FUNDAMENTAL POSSIBILITY OF REGENERATION OF NITROCELLULOSE POWDERS AFTER LONG-TERM STORAGE WITH HYDROGEN PEROXIDE**

The experience of storing ammunition shows that during long-term storage, pyroxylin powders used in ammunition are capable of arbitrarily undergoing various physical and chemical transformations, which negatively affects the ballistic characteristics of ammunition. The lack of ammunition production in Ukraine has led to the fact that ammunition is currently in operation, the storage time of which reaches 30–35 years or more.

This article analyzes publications devoted to scientific research related to the problems of ballistic stability of gunpowders.

A number of factors affecting the physicochemical stability of powder charges during their long-term operation are given.

Summarizing data on the change in the main ballistic characteristics of ammunition at different periods of their storage are given.

The analysis of chemical processes occurring in nitrocellulose gunpowder during long periods of operation is carried out, and the possibility of carrying out the regeneration of NCP by treatment with hydrogen peroxide is substantiated.

It is assumed that one of the ways to improve the ballistic and energy characteristics of long-term ammunition can be the regeneration of nitrocellulose powder charges. It is shown that at present there are no methods for the regeneration of powder charges with long service life. However, there are encouraging data on the treatment of powders with hydrogen peroxide, on the basis of which a technology for the complete or partial restoration of the ballistic and energy characteristics of a powder charge can be developed.

It is shown that during the regeneration of nitrocellulose powder charges with hydrogen peroxide, the calorific value of the starting material increases. It is important to note that not all of the increase in mass after NCP treatment with hydrogen peroxide can be used to compensate for the lost calorific value, however, in this case, the treatment of NCP with hydrogen peroxide should be considered an effective method for regenerating nitrocellulose powders.

**Keywords:** powder charge, nitrocellulose, pyroxylin powder, warranty periods, charge regeneration, hydrogen peroxide, powder charge stabilization, calorific value.