

*І.М. Неклонський, к.військ.н., доцент, НУЦЗУ,
О.М. Смирнов, викладач, НУЦЗУ*

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ КАПСУЛЬНИХ ВТУЛОК ДО АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОСТРІЛІВ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБІТ

(представлено д.т.н. Соловйом В.В.)

З метою впровадження нових високоефективних технологій утилізації боєприпасів і їх елементів розроблена технологія розрядження капсульних втулок способом імітації механічного спуску ударника гармати, яка дозволяє раціонально вилучати всі необхідні матеріали. Запропонована методика оптимального розподілу працівників по робочим місцям з урахуванням ризику виникнення аварії.

Ключові слова: утилізація, боєприпаси, технологія утилізації, система масового обслуговування.

Постановка проблеми. В Україні непридатні для подальшого використання і зберігання боєприпаси представляють постійну загрозу несанкціонованих вибухів і пожеж, що може привести до катастрофічних наслідків, пов'язаних із загибеллю людей і непоправним збитком природі. Темп старіння боєприпасів перевищує темп утилізації. Для розв'язання проблеми утилізації ракет, боєприпасів та вибухових речовин не придатних для подальшого використання і зберігання на арсеналах, базах, складах Збройних Сил та інших військових формувань прийнята спеціальна Державна програма [1].

Мета Програми полягає в забезпеченні комплексної утилізації боєприпасів, зокрема шляхом концентрації необхідних для цього фінансових і матеріально-технічних ресурсів, виробничого та науково-технічного потенціалу, а також зосередженні зусиль центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, що належать до сфери їх управління. Виконання Програми дає змогу у визначені строки забезпечити проведення утилізації близько 474,2 тис. тонн боєприпасів.

Відповідно [2] утилізація боєприпасів – це проведення підготовчих, організаційних, наукових, технічних, виробничих та інших робіт, спрямованих на безпечну та екологічно чисту зміну їх якісних, фізичних, хімічних та інших властивостей для унеможливлення використання за призначенням, результатом яких є отримання виробів спецхімії, вибухопожежобезпечних елементів, у тому числі металобрухту, вторинної сировини, що можуть бути використані в національній економіці.

Процедура утилізації передбачає певні заходи, що здійснюються відповідними органами ДСНС України, а саме: контроль заходів з утилі-

зації, погодження нормативних документів з питань утилізації та відповідних державних контрактів [2]. Для визначення найбільш ефективних методів утилізації потрібен належний механізм експертизи утилізації боєприпасів і вибухівки, ідентифікації небезпек і підвищення рівня безпеки необхідних процедур.

Враховуючи досвід утилізації озброєнь, військової техніки та боєприпасів необхідно зазначити, що з багатьох технологій стосовно знищення та утилізації озброєння і боєприпасів з економічних міркувань не завжди вибирають найефективніші процедури. У багатьох випадках процедури стосовно підвищення рівня безпеки збільшували вартість утилізації. Це є приводом для застосування простіших методів утилізації, що ускладнює отримання в процесі утилізації не тільки виробів спецхімії та вибухопожежобезпечних елементів, а й металобрухту і вторинної сировини. Особливо це стосується капсульних втулок (КВ), вибухників та інших засобів ініціювання вибуху. Крім того, технологічна політика утилізації боєприпасів насамперед має забезпечити техногенну та екологічну безпеку під час організації і виконання всіх необхідних робіт.

Виходячи з цього, виникає необхідність впровадження нових високо-ефективних технологій утилізації боєприпасів, наприклад розрядження КВ, та розгляду методичних аспектів оптимального розподілу особового складу та засобів по робочим місцям з урахуванням ризику виникнення аварії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Удосконаленню національної системи утилізації боєприпасів в Україні присвячені роботи [3, 4], в яких автори торкаються багатьох методологічних аспектів, що мають вирішальне значення для розроблення ефективних організаційних процедур. Але питання технології утилізації автори розглядають в контексті технологічної політики утилізації боєприпасів.

Утилізація боєприпасів здійснюється з урахуванням положень [3, 5, 6] і передбачає знищення КВ способом спалювання або випалювання запалювального складу з КВ у бронепечах.

Підривання може бути рекомендоване як спосіб знищення боєприпасів, що не підлягають демонтажу, зважаючи на небезпеку. Використання даного способу достатньо безпечно при дотриманні нескладних правил поведінки з вибуховими матеріалами. В той же час підриви на відкритій місцевості можуть створити велике навантаження на навколишнє середовище, привести до забруднення повітря, води, загибелі природних екосистем.

Як основний спосіб утилізації розглядається розрядження КВ шляхом їх випалювання в спеціальних бронепечах. Технологічний процес розрядження КВ потребує розроблення і забезпечення спеціальним устаткуванням (бронепечами). Розрядження боєприпасів припускає видалення з корпусу КВ запалювального складу, шляхом їх випалювання. Це приводить до безповоротних втрат цінних, дефіцитних матеріалів і забруднення навколишнього середовища.

В даний час практично немає універсальної технології розрядження боєприпасів, яка б дозволяла раціонально вилучати всі необхідні матеріали і одночасно забезпечувала б техногенну та екологічну безпеку під час виконанні всіх необхідних робіт.

Постановка завдання та його вирішення. З метою впровадження нових високоефективних технологій утилізації боєприпасів і їх елементів доцільно розробити технологію розрядження КВ, яка б дозволяла раціонально вилучати всі необхідні матеріали та запропонувати методику оптимального розподілу особового складу по робочим місцям з урахуванням ризику виникнення аварії.

Розроблення технологій розрядження боєприпасів має певну специфіку, яку слід обов'язково враховувати при проведенні робіт. Утилізація боєприпасів є роботою з підвищеною небезпекою, вимагає наявності висококваліфікованих фахівців, специфічного технологічного устаткування, виробничих і складських приміщень, що відповідають умовам вибухопожежобезпеки.

Практика показала, що максимальна економічна ефективність програм утилізації боєприпасів може бути досягнута тільки більш досконалою переробкою матеріалів і сировини одержаних при утилізації в продукцію і реалізації їх на комерційній основі, у тому числі і за кордоном.

З огляду на це пропонуємо технологію розрядження КВ способом імітації механічного спуску ударника гармати. З економічної точки зору КВ, що застосовуються у артилерійських пострілах (табл. 1), недоцільно утилізувати способами підриву або випалювання в спеціальних бронепечах.

Табл. 1. КВ, що застосовуються у артилерійських пострілах

№ з/п	Найменування	Індекс КВ	Вага КВ із запально-вальним складом (гр.)	Вага запально-вального складу		Вага корпусу (гр.)	
				марка	(гр.)	латунь ЛС-60	сталь Ст35-Н-8 або Ст.15
1	КВ-2У	К-011	12,04	ДРП-2	0,228	10,23	1,192
2	КВ-2	К-011	12,25	ДРП-2,3	0,32	10	1,54
3	КВ-4	54-К-001	67	ДРП-3	6,1	4,17	58
4	КВ-5	54-К-001	91	ДРП-3	1,3	8,6	69,12
5	КВ-5У	мех-м УД	91	ДРП-3	1,3	8,6	69,12
6	КВ-13 латунь	54-К-001	77,41	ДРП-2	2,7	73,98	–
7	КВ-13 сталь	54-К-001	77,41	ДРП-2	2,7	7,88	66,1
8	КВ-13У сталь	К-011	80	ДРП-2	2,9	5,71	71
9	КВ-13У латунь	К-011	80	ДРП-2	2,9	76,71	–
10	ГУВ-7 (4В2) – електрозапал вагою 0,32 г.	54-К-001	87,53	ДРП-3	1,56	28,916	56
11	КВ-17 (4В3)	К-011	90,9	ДРП-3	1,4	29,81	59,3

Пропонується розрядження КВ за допомогою спеціального пробійника, застосування якого дозволяє зімітувати механічний спуск ударника гармати, і тим самим, привести до спрацювання КВ.

Перш за все необхідно розглянути заходи щодо обладнання та забезпечення безпеки місця роботи. Перед початком роботи місце по розрядженню КВ повинно бути оснащено справним інструментом, засобами пожежогасіння й індивідуального захисту. Для розрядження КВ, що застосовуються у артилерійських пострілах (див. табл. 1), розроблена спеціальна установка, модель якої представлена на рис. 1. Установка монтується біля цеху на рівному відкритому майданчику з твердим покриттям.

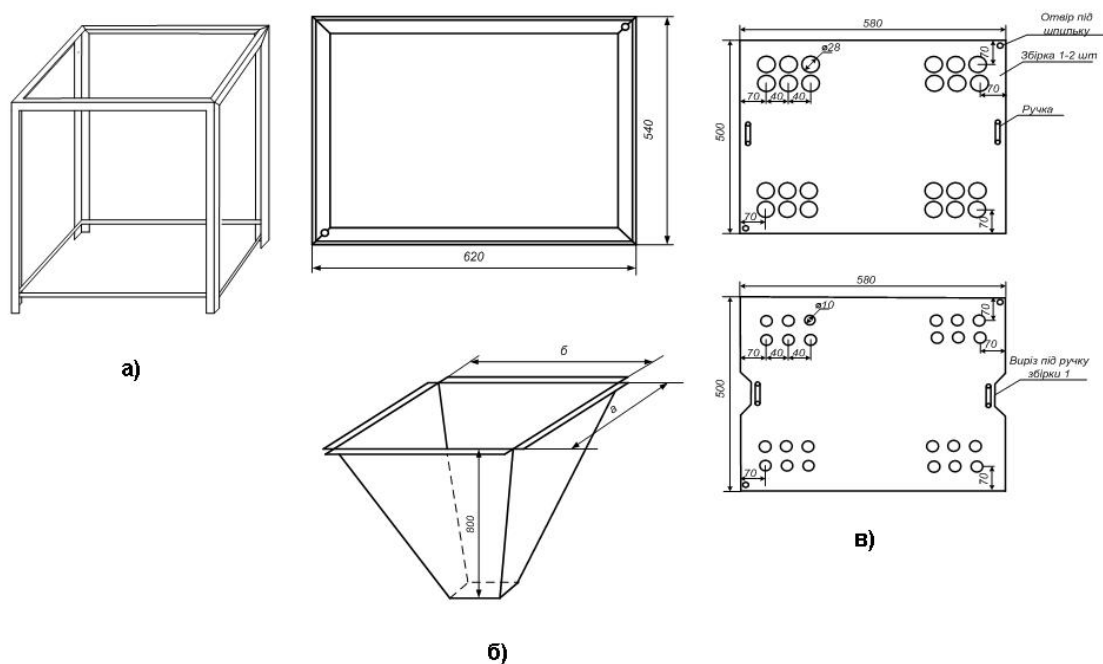


Рис. 1. Установка розрядження КВ: а) стійка з рамою (виготовляються зі сталевого кута 50x50 мм, спосіб з'єднання – зварювання); б) захисний конус (призначений для захисту працівника від уламків та палаючих компонентів); в) збірка для вкладання КВ (нижній лист завтовшки 8-10 мм з отворами \varnothing 28 мм та верхній лист завтовшки 3-4 мм з отворами \varnothing 10 мм)

Устаткування й оснащення, що використовуються в роботі, має бути справними і налаштованим на конкретну номенклатуру КВ, що розряджаються. Висота установки столів, конвеєрів і рольгангів у зоні робочих місць не повинна перевищувати 0,8 м. Столи повинні мати борти висотою не менше 50 мм. Усі матеріали, які застосовуються при роботі з КВ мають пройти вхідний контроль відповідно до ДСТУ ISO 9001:2009 [7]. Матеріали на робочих місцях повинні знаходитися в типових, пристосованих ємностях.

Приміщення цеху, в якому проводяться роботи з боєприпасами, повинні бути не нижче I ступеня вогнестійкості. Роботу цеху планувати таким чином, щоб було неможливе одночасне знаходження на робочому місці, де відбувається розрядження КВ: більше 120 шт. капсульних вту-

лок КВ-4, КВ-5(У), КВ-13(У), КВ-17, ГУВ-7; більше 450 шт. капсульних втулок КВ-2(У); більше 5 кг по масі пороху (запалювального заряду).

Інструктаж працівників повинен проводитися за інструкціями і спеціальною програмою, затвердженими керівником об'єкта та погодженими з інженером з охорони праці, з урахуванням конкретних умов роботи і професії працівника, якого інструктують.

Загальне керівництво і відповідальність за правильну організацію навчання й інструктаж працівників з заходів безпеки покладаються на начальника цеху. Безпосереднє здійснення контролю за своєчасним проведенням навчання й інструктажу працівників з заходів безпеки покладається на інженера з охорони праці.

Подачу ящиків з КВ до пункту розряджання необхідно здійснювати автомобільним транспортом.

Роботи з утилізації КВ шляхом їх розрядження доцільно виконувати в наступній послідовності:

1. При цьому необхідно зняти ящики з КВ з автомобіля і укласти їх в металеву шафу на пункті робіт.

2. Ящик з КВ подати до місця відкривання ящиків та виконати заходи: розрізати ножицями по металу ошиновочну стрічку і зняти її з ящика; вилучити із замків стопорні вилки і укласти їх в збірки; зняти пломби; відкрити замки і кришку ящика; вилучити КВ з ящиків та передати їх на технологічний стіл. Звірити з обліковими документами марку партію, рік виготовлення. Візуально визначити ступінь небезпечності КВ (пошкодження) на розряджання.

3. В кожне гніздо збірки (сталевий лист завтовшки 8-10 мм з отворами \varnothing 28 мм, для КВ-2У – \varnothing 8 мм) вкласти рівно і без перекосів по одній КВ обов'язково капсулем вгору. Взяти збірку з вкладеними в неї КВ та покласти її на станину спеціального станка, призначеного для розряджання КВ.

4. Зверху на капсульні втулки наложити захисний щит завтовшки 3-4 мм з отворами \varnothing 10 мм. Захисний щит міцно фіксується двома напрямляючими штифтами.

5. Операцію виконувати на спеціальній установці для розряджання КВ вручну за допомогою молотка і спеціального пробійника.

6. Перевірити надійність кріплення захисного щита.

7. Пробійник вставити в отвір захисного щита і ударом молотка по пробійнику почергово проводити розрядку КВ, які закладені в збірку. Операцію необхідно виконувати в засобах захисту (респіратор, окуляри – зі скла, яке не б'ється, навушники та рукавиці).

8. Після розряджання закладених в збірку КВ, її з захисним щитом вилучити зі станка, перевернути і візуально перевірити капсульні втулки на зворотній стороні на повноту спрацювання. КВ які неспрацювали (дали осічку) підлягають повторному розряджання.

9. Взяти збірку з розрядженими КВ за ручки і перенести до місця вилучення.

10. Вилучити КВ зі збірки та подати до місця закупування.

11. Здійснити пакування холостих (розряджених) КВ: поставити підготовлений порожній ящик на технологічний стіл; очистити КВ від золи, розсортувати його по вигляду і перевірити на безпеку і повноту згорання запалювального складу; скласти у підготовлене закупування розрядженні КВ (однакової кількості) не більше 30 кг; провести контрольний огляд укладання КВ у ящик та покласти пакувальний лист де вказано – марка КВ, кількість (вага), підпис пакувальника; закрити кришку ящика з КВ і закріпити замками; установити стопорні вилки на замки; опломбувати ящик з КВ; нанесення маркування на дерев'яний ящик; ящики з КВ складати у стопку (у стопці має бути не більше 4-6 ящиків); за допомогою тачки-медведки (Т-0,5) відвозити ящики з холостими КВ до місць тимчасового зберігання.

Не спрацьовані КВ після повторного наколу підлягають пакуванню в окремі ящики для послідуного знищення шляхом випалювання.

12. Видача холостих КВ до місць постійного зберігання.

Таким чином, утилізація КВ способом імітації механічного спуску ударника гармати представляє собою процес послідовного виконання наступних операцій: приймання ящиків з КВ; контроль КВ на допустимість до розрядження; підготовка до розрядження КВ; розрядження КВ за допомогою спеціального пробійника; вилучення КВ; пакування холостих КВ; видача холостих КВ. До числа відповідальних операцій відносяться: контроль КВ на допустимість до розрядження; розрядження за допомогою спеціального пробійника.

Ефективність і безпека даного процесу буде залежати від розподілу особового складу та засобів по робочим місцям таким чином, щоб забезпечити проведення технологічних операцій на робочих місцях у випадкові періоди часу і, водночас, не допускати перевантаження окремих ділянок вибухонебезпечними предметами, що збільшує ризик виникнення аварії. Таким чином виникає задача оптимального розподілу особового складу та засобів по робочим місцям. Така задача може бути вирішена з використанням методів дослідження операцій [8].

Процес утилізації можна представити у вигляді системи масового обслуговування [8]. Для математичного аналізу проведемо формалізацію задачі.

Нехай є множина КВ $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$, які потребують утилізації. Є перелік робіт (операцій) $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$, які необхідно виконати для утилізації. Задані технології виконання робіт, які визначають порядок проходження КВ по робочим місцям під час утилізації $L = \{o_1 - o_2 - \dots - o_n\}$. Введемо наступні позначення: t_j – час виконання роботи o_j .

Утилізацію КВ можна представити як комплекс послідовних систем масового обслуговування в яких КВ поступають на чергове робоче місце тільки після того, як будуть виконані всі роботи на попередньому робочому місці. Даний процес схематично представлений на рис. 2.

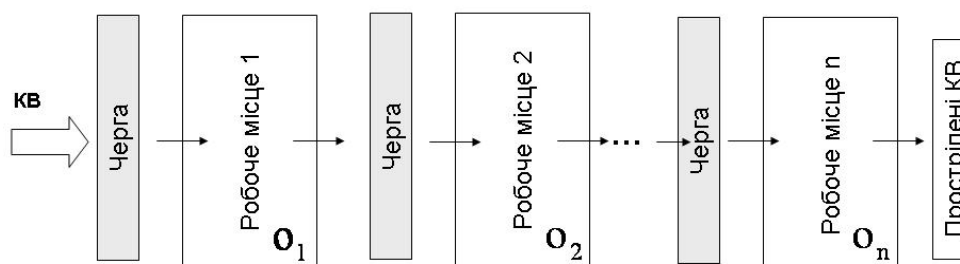


Рис. 2. Схема формалізованого процесу утилізації КВ

На кожному робочому місці кожний номер обслуги може одночасно обслуговувати лише один комплект КВ. Якщо у момент потрапляння чергового комплекту є вільний працівник, то він одразу приступає до роботи, якщо всі зайняті, то комплект КВ чекає, поки хтось звільниться. Отже, якщо число комплектів КВ, які потребують утилізації на кожному робочому місці, перевищить кількість працівників, то утвориться скупчення КВ – «черга».

Потік КВ, які необхідно утилізувати обмежений, тобто одночасно у системі обслуговування не може знаходитися більше m вимог, де m – кінцеве число. У якості критерію, який характеризує ефективність процесу утилізації КВ можна обрати відношення середньої довжини черги до m – найбільшій кількості КВ, що знаходяться одночасно на підготовці. Це відношення є коефіцієнтом простою КВ, що утилізуються. У якості другого критерію візьмемо відношення середнього числа незайнятих працівників до їх загальної кількості. Назвемо це відношення коефіцієнтом простою працівників. Перший критерій характеризує втрати часу за рахунок очікування початку обслуговування, другий – показує повноту завантаження обслуговуючої системи.

Оскільки у системі обслуговування одночасно не може знаходитися більше m КВ, то внаслідок цього вона може знаходитись у момент часу t не більше ніж у $(m + 1)$ різних станах. Ці стани будуть визначатися числом вимог, що знаходяться на обслуговуванні та очікують у черзі. Очевидно, що черга може виникнути лише за умови, що число працівників $n < m$.

Імовірність того, що зайнято k працівників буде визначатись за формулою

$$P_k = \frac{m!}{k!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0, \quad (1 \leq k \leq n), \quad (1)$$

де λ – частота поступлення КВ на утилізацію; $\frac{1}{\nu}$ – середній час утилізації однієї КВ; m – найбільше можливе число КВ, які знаходяться на утилізації одночасно.

Імовірність того, що у системі знаходиться k КВ, для випадку, коли їх кількість більша кількості працівників, буде визначатись за формулою

$$P_k = \frac{m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0, \quad (n < k \leq m), \quad (2)$$

де n – кількість працівників.

Імовірність того, що усі обслуговуючі апарати вільні буде визначатись по наступній залежності

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{m!}{k!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k + \sum_{k=n+1}^m \frac{m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k \right]^{-1}. \quad (3)$$

Основні показники критеріїв, що характеризують ефективність процесу утилізації будуть визначатись за наступними рівняннями.

Середня кількість КВ, які знаходяться у обслуговуючій системі

$$M_1 = \sum_{k=n+1}^m \frac{(k-n)m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0. \quad (4)$$

Коефіцієнт простою КВ, що утилізуються

$$R_{KB} = \frac{M_1}{m} = \frac{(m-1)!}{n!} \sum_{k=n+1}^m \frac{k-n}{n^{k-n} (m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0. \quad (5)$$

Середня кількість КВ, що знаходяться на підготовці

$$M_2 = \left[\sum_{k=1}^n \frac{m!}{(k-1)!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k + \sum_{k=n+1}^m \frac{k \cdot m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k \right] P_0. \quad (6)$$

Середня кількість працівників, що обслуговують КВ

$$M_3 = \sum_{k=1}^n (n-k) p_k + \sum_{k=n+1}^m \frac{(n-k) \cdot m!}{k!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0. \quad (7)$$

Коефіцієнт простою працівників, що обслуговують КВ

$$R_{np.} = \frac{M_3}{n} = \sum_{k=0}^{n-1} p_k = 1 - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} k p_k. \quad (8)$$

Очевидно, що для зменшення часу перебування КВ в черзі на обслуговування необхідно, щоб інтенсивність проведення робіт $v_j = \frac{1}{t_j}$ на кожному робочому місці дорівнювала інтенсивності надходження КВ на обслуговування λ

$$\lambda = \frac{N}{T_{\text{заг.}} - T_1}, \quad (9)$$

де N – загальна кількість КВ, яку необхідно підготувати; $T_{\text{заг.}}$ – потрібний час підготовки загальної кількості КВ; T_1 – час підготовки одного зразка КВ за умов відсутності черги.

Тобто

$$\frac{1}{t_j} = \frac{N}{T_{\text{заг.}} - T_1}. \quad (10)$$

Значення t_j на кожному робочому місці є різним тому виконання вимоги (10) можливе тільки у випадку збільшення значення v_j , якого можна досягти за рахунок введення додаткової кількості – $(k_j - 1)$ працівників, які виконують роботу на кожному j -му робочому місці (мається на увазі, що на кожне робоче місце перед початком робіт розподілено по одному номеру обслуги). Таким чином значення інтенсивності обслуговування КВ на кожному робочому місці буде дорівнювати

$$v'_j = \frac{k_j}{t_j}, \quad (11)$$

де k_j – кількість працівників на кожному робочому місці.

Під час аналізу процесу утилізації КВ (рис. 2) його необхідно розглядати як функціонування конвеєру послідовності декількох k_j – канальних систем масового обслуговування. При цьому значення інтенсивності обслуговування КВ на $(j-1)$ -му робочому місці буде дорівнювати інтенсивності надходження КВ на обслуговування на j -те робоче місце

$$v'_{j-1} = \lambda_j. \quad (12)$$

Для мінімізації втрати від несвоєчасного обслуговування КВ внаслідок перебування в чергах та простоїв працівників необхідно забезпечити виконання вимоги (12) тобто

$$|v'_{j-1} - \lambda_j| \rightarrow \min, j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Це дозволить зменшити значення коефіцієнтів (5) та (8).

Виходячи з розглянутої задачі оптимального розподілу працівників по робочим місцям можна сформулювати у наступному вигляді

$$\text{– мінімізувати } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |v'_i - \lambda_j|, i \neq j, \text{ при обмеженнях } \sum_{j=1}^n k_j = K;$$

$k_j \geq 1$; k_j – ціле число.

Для визначення k_j пропонується використовувати наступну методику.

1 етап. Визначити середні тривалості виконання робіт на кожному робочому місці – t_j .

2 етап. Проранжувати робочі місця у порядку зменшення часу виконання робіт t_j .

3 етап. Розподілити на кожне робоче місце по одній особі з числа працівників.

4 етап. Визначити кількість працівників $(K - j)$, що залишались не розподіленими.

5 етап. Призначити на перше робоче місце, визначене на 2 етапі додаткову кількість працівників $(K - j)$.

$$6 \text{ етап. Визначити значення } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |v'_i - \lambda_j|, i \neq j.$$

7 етап. Зменшити на одну особу кількість працівників на першому робочому місці, визначеному на 2 етапі, яку додати до наступного з місць, визначених на 2 етапі.

$$8 \text{ етап. Визначити значення } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |v'_i - \lambda_j|, i \neq j.$$

9 етап. У випадку зменшення визначеного значення

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |v'_i - \lambda_j|, i \neq j \text{ у порівнянні з попереднім значенням виконують 7 та 8}$$

етапи, до тих пір доки відбуватиметься зменшення значення

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |v'_i - \lambda_j|, i \neq j. \text{ У протилежному випадку розподіл працівників по}$$

робочих місцях вважається оптимальним.

Таким чином, з метою впровадження нових високоефективних технологій утилізації боєприпасів і їх елементів розроблена технологія розрядження КВ способом імітації механічного спуску ударника гармати, яка дозволяє раціонально вилучати всі необхідні матеріали. Запропонована

методика оптимального розподілу особового складу по робочим місцям з урахуванням ризику виникнення аварії.

Такий підхід може бути реалізований відповідними органами ДСНС України в процесі проведення експертизи утилізації боєприпасів і вибухівки під час здійснення заходів конторолю, погодження нормативних та інших документів з питань утилізації.

Крім того, при використанні відповідної технології орієнтовна продуктивність розрядження КВ буде складати 2800-3000 шт. у зміну. Наприклад, при вихолощенні 100000 шт. КВ-13У або КВ-13 (33 робочих дні) це дасть змогу додатково отримати металобрухту: 6,61 т при утилізації КВ-13, корпус сталевий (Ст35-Н-8); 7,398 т при утилізації КВ-13, корпус латунний (ЛС-60); 7,1 т при утилізації КВ-13У, корпус сталевий (Ст35-Н-8); 7,674 т при утилізації КВ-13У, корпус латунний (ЛС-60).

Економічна ефективність запропоної технології може бути доведена після моніторингу вартості металобрухту на ринках вторинної сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Державної цільової оборонної програми утилізації звичайних видів боєприпасів, не придатних для подальшого використання і зберігання, на 2008–2017 роки [Текст]: постанова Кабінету Міністрів України від 22 жовтня 2008 р. № 940 // Офіційний вісник України. – 2008. – № 82. – 07 листопада. – С. 156.

2. Про затвердження Порядку утилізації ракет, боєприпасів і вибухових речовин [Текст]: постанова Кабінету Міністрів України від 7 червня 2006 р. № 812 // Офіційний вісник України. – 2006. – № 24. – 29 червня. – С. 23.

3. Україна: Стратегічні пріоритети. Аналітичні оцінки – 2006: Монографія [Електронний ресурс] / За ред. О.С. Власюка. – К.: НІСД, 2006. – Режим доступу: http://old.niss.gov.ua/book/Vlasyuk_mon/07-5.pdf.

4. Буравльов Є.П. Формування національної системи утилізації боєприпасів [Електронний ресурс] / Є.П. Буравльов, В.В. Гетьман // Стратегічна панорама: щоквартальний науково-практичний журнал. – Національний інститут стратегічних досліджень, 2005. – №3. – Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/vydanna/panorama/2005_3.php.

5. Инструкция по разрядке и уничтожению боеприпасов на арсеналах, базах и окружных складах [Текст]. – М.: Воениздат, 1986. – 80 с.

6. НПАОП 29.6-1.01-07. Правила безпеки під час утилізації боєприпасів [Текст]. – Введ. 12-03-2007. – К.: Держгірпромнагляд, 2007. – 32 с.

7. ДСТУ ISO 9001:2009. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT) [Текст]: – Чинний від 2009-09-01. – К.: Держстандарт України, 2009. – 26 с. – (Національний стандарт України).

8. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 208 с.

Отримано редколлегією 23.02.2017

И.М. Неклонский, О.Н. Смирнов

Разработка технологии утилизации капсульных втулок к артиллерийским выстрелам с учетом риска возникновения аварии и экономической эффективности работ

С целью внедрения новых высокоэффективных технологий утилизации боеприпасов и их элементов разработана технология разрядки капсульных втулок способом имитации механического спуска ударника пушки, которая позволяет рационально извлекать все необходимые материалы. Предложена методика оптимального распределения работников по рабочим местам с учетом риска возникновения аварии.

Ключевые слова: утилизация, боеприпасы, технология утилизации, система массового обслуживания.

I.M. Neklonskyi, O.N. Smyrnov

Technology development for recycling capsule bushings to artillery shots with considering the risk of accident and economic efficiency of work

With a view to the introduction of new high-performance technologies disposal of ammunition and their components designed discharge technology capsule sleeves manner simulating mechanical shutter striker gun. The technology allows you to efficiently extract all the necessary materials. The method of optimal allocation of workers for jobs, with considering the risk of an accident.

Keywords: recycling, ammunition, disposal technology, queuing system.