

БЕЗОПАСНИ МЕТОДИ ЗА РАЗСНАРЕДЯВАНЕ НА БОЕПРИПАСИ

Валери Митков

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София; valery.mitkov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. За обективна оценка на съвременното състояние на проблема при делаборацията на морално и физически остарели боеприпаси е необходим анализ на конструкцията на бойните припаси, отразяващи особеностите на изделията, които влияят на ефективността и безопасността на процесите на разснаредяването. Освен това, важен проблем при разснаредяване представлява обширната номенклатура на съществуващите сега типове експлозиви. От гледна точка на делаборацията на боеприпасите важно обстоятелство представлява чувствителността на експлозива към динамично натоварване. Значими фактори, определящи ефективността на разснаредяването са якостните характеристики на извлекаемите материали, а също така перспективите за промишлено използване на компонентите.

SAFE METHODS FOR DELABORATION OF MUNITIONS

Valery Mitkov

University of mining and geology „St. Ivan Rilski“, 1700 Sofia; valery_mitkov@gmail.com

ABSTRACT. For objective assessment of the existing problem with delaboration of morally and physically old ammunitions it is necessary to make an analysis of the construction of munitions, reflecting the peculiarities of the products, which affect the effectiveness and safety of delaboration processes. The extensive variety of the existing types of explosives is also a vital problem when talking about delaboration of ammunitions. Besides, the sensitivity of the explosive to dynamic loading is another important issue which can't be ignored.

Other major factors determining the effectiveness of delaboration are strength-related characteristics of the derived materials as well as the prospects for the industrial use of the components.

Въведение

Поради настъпилите през последните години геополитически промени натрупаните боеприпаси станаха излишни и в момента представляват сериозен проблем за армиите и правителствата на редица страни по света. Това налага разработване на технологии за тяхната делаборация и утилизация. Промишлената утилизация на обикновените видове боеприпаси представлява общо-държавен проблем и за България, възникнал в следствие на промените в политическата обстановка, свързани с приемането на страната ни в НАТО и ЕС, необходимостта от изпълнение на международни договори за ограничаване на стратегически, настъпателни и обикновени оръжия, сваляне от въоръжение в нашата армия на морално и технически остарели въоръжения, военна техника и боеприпаси.

Способът на извличане на експлозив от корпусите на бойните припаси зависи от вида на енергията, която се изразходва за разрушаването на връзките между дисперсните частици, образуващи заряда, а също така от технологичните и конструктивните особености на бойните припаси.

Зарядът от експлозив представлява от само себе си съвкупност от частици на гориво, окислители, пластификатори, енергетични добавки и други компоненти, образуващи хетерогенна система, в която всеки структурен

елемент (частица) се намира под въздействието на външни и вътрешни сили и на възбудените от тях енергийни полета.

Към външните полета се отнасят полетата, възникващи под действието на приложени товари и гравитационни сили. Вътрешните полета се възбудят от междумолекулярни сили, чиито източници са структурните елементи на формиращите масива вещества. При разрушаване на заряда в процеса на разснаредяване се налага да се разкъсат различни видове физически връзки между частиците, а именно:

- сили на взаимодействие между твърди частици, към които се отнасят химическите свързващи сили, молекулярните сили на привличане, електростатичните и магнитните сили;

- твърдофазни връзки между частиците, образувани в резултат на химически реакции, дифузни на молекулите в точките на контакта, разтопяване на веществото в точките на контакта и кристализация на разтворени вещества;

- връзки за сметка на адхезия и кохезия;

- механични връзки на сцепление между частиците;

Свързващите сили с химическа природа са вътрешно-молекулярни. Те се намират вътре в частиците и между кристалите на поликристалните структури. Тези сили възникват в резултат на електрическо взаимодействие между атомите и могат да бъдат йонни и ковалентни.

Характерна черта на вътрешномолекулярните сили е наличието на значителна свързваща енергия ($10^2\text{-}10^3$ J./mol), т.е. якостта на връзката е близка до якостта на кристалните зърна. Силите на този вид са близко действащи. Радиусът им на действие достига до десети части от нанометъра, т.е. те много слабо влияят на адхезията и кохезията.

Молекулярните сили на взаимодействие, възникващи между две близко разположени твърди частици, могат да бъдат твърде значителни. С увеличаване на разстоянието между отделните точки на частиците, така както и при връзките с химическа природа, тези сили бързо намаляват. Електростатичните сили възникват в резултат на натрупване по повърхността на частиците на електрически заряди. Тези сили зависят от полярността на отделните частици на гранулите и на материала, от който е изработено технологичното оборудване, а също така от конфигурацията на повърхностите на сближаващите се частици.

Появяването на магнитни сили е свързано с наличието в дисперсните системи на феромагнитчета.

Често пъти образуването на заряда става в резултат на възникване на твърди дифузионни мостчета, породени от молекулярната дифузия на една частица в друга в точката на техния контакт. Скоростта на процеса на образуването (разрушаването) им се определя от температурата в точката на контакта, площта на контактната повърхност и налягането в мястото на контакта. Твърдите мостчета, образувани в резултат на химическата реакция, зависят от типа на материалите и тяхната химическа активност. Химическите реакции в хигроскопичните вещества често се активират в присъствието на влага. В местата на контакта между отделните втечени частици се образуват течни мостчета от разтворите. В случай, когато не се подава допълнително топлина, тези мостчета бързо се втвърдяват.

Твърди мостчета може да се образуват в процеса на кристализация на разтворени вещества. Вещества, съдържащи незначително количество влага (например, амониева селитра), при колебание на температурата на околната среда, могат да образуват връзки даже при съхраняване във въздухонепроницаеми опаковки или контейнери. Повишаването на температурата предизвиква допълнително разтваряне на сол, която рекристализира с образуване на твърди мостчета между частиците в случай, че температурата се понижи.

Пластинообразните частици и тези с неправилна форма проявяват тенденция към зацепване или прищипване, което води до появата на механична връзка между тях. Здравината на тези връзки зависи непосредствено от якостта на частиците и от типа на зацепването. При въздействие на външни сили върху прахообразния експлозив ефектът на уякчаване на структурата на заряда се увеличава благодарение на зацепването. При формиране на заряда чрез различни методи на снековане, чрез разделно шашков метод, чрез пресоване в корпуса или чрез заливане могат да се появят всички видове на изброените връзки. Основни сили на

сцепване са молекулярните сили на привличане, механичните връзки на зацепване и твърдофазните мостчета.

Изследване на методите за делаборация

В зависимост от вида на енергията, необходима за разрушаване на връзките между дисперсните частици на заряда, а също така в зависимост от технологичните и конструктивните особености на бойните припаси, могат да бъдат предложени методите на разснарядяване на бойните припаси, показани на фиг. 1.

При разснарядяване на бойни припаси, запълнени с разтопен тротил, трябва да бъдат разрушени молекулярните сили на взаимодействието.

В снекованите заряди, поради нееднородността на температурните и силовите полета при уплътняване на взривното вещество, се проявяват както молекулярни сили на взаимодействие (в централната част), така и механически връзки на зацепване, твърдофазни мостчета и сили на адхезия и кохезия (в периферната част на заряда).

При разснарядяване на заряди със състав от Т, ТА, ТАФ и др., освен молекулярните сили на взаимодействие, трябва да се разрушат и твърдофазните мостчета. Освен топлофизическите методи, свързани с изменение на агрегатното състояние на заряда и с отчитане на повишената чувствителност, може да намери приложение и методът на ултразвуковото (кавитационно) разрушаване на заряда.

При разснарядяване на заряди от А-IX-1 и А-IX-2 се разрушават връзките, създадени от молекулярните сили на взаимодействието, които свързват веществата, а също така връзките, получени в резултат на зацепването на отделните кристали. Тук могат да бъдат приложени химически методи, свързани с използването на разтворители за парафиностеариновите връзки с флегматизатори и реагенти за експлозиви, нискотемпературни и ултразвукови методи за физическо въздействие, а също така и механически методи при строго ограничение на някои параметри, осигуряващи безопасност на реализацията на избрания метод за разснарядяване. Следователно, разснарядяването на конкретни изделия може да се осъществи по пътя на съчетаването на няколко метода за въздействие.

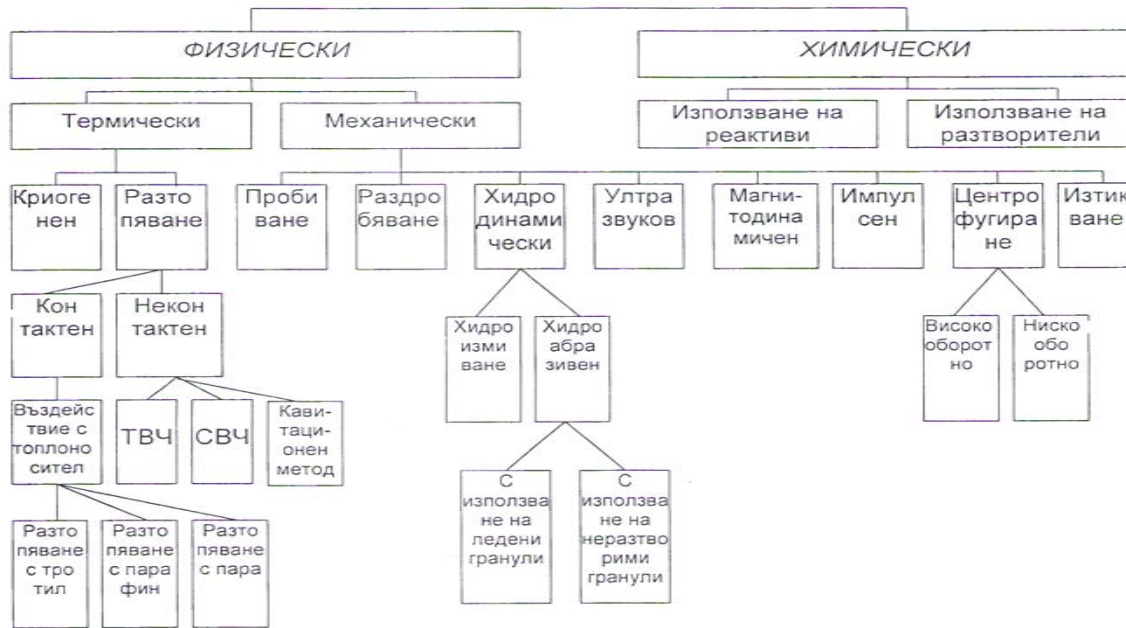
В световен мащаб се използват различни способности за извличане на експлозиви от корпусите на бойните припаси. Много от тях, обаче, не са екологически чисти и притежават редица недостатъци, а също така не позволяват да се съвместят в един технологичен цикъл извличането на експлозива, неговата преработка и изготвянето на готова продукция за пазара.

Анализът на опита в напредналите в това отношение страни позволява известните технологични методи да се класифицират в две групи (фиг. 1):

А. Физически методи за въздействие на снаряжението на бойните припаси;

Б. Химически методи за въздействие на снаряжението на бойните припаси.

МЕТОДИ НА РАЗСНАРЯДЯВАНЕ



Фиг. 1. Методи на разснаряждане

За да се извърши аргументиран анализ на преимуществата и недостатъците на технологичните процеси, отнасящи се към изброените типове процеси за утилизация, следва да се разгледа тяхната същност. На всеки от изброените по-горе методи за разснаряждане съответстват определени технологически особености. Така например, физическите методи за разснаряждане на бойните припаси включват термично въздействие и механично въздействие.

От своя страна термичните методи се подразделят на два вида:

- Криогенен метод. При този метод процесът на извличане на взривното вещество налага охлаждане на изделието в хладилна камера. Разснаряждането на заряда в този случай се извършва по целия му обем чрез предварително поставяне на боеприпаса в охладена среда при температура - 196°С в продължение на три часа. В качеството на хладилен агент може да се използва течен азот. След това изделието се подлага на вибрации с честота 30-50 Hz и амплитуда на колебанията (2,5-3,0).10 m³. За ускоряване на разбиването и за създаване на голям температурен градиент се препоръчва след охлаждането на боеприпаса, същият да се обработи с лазерен лъч.
- Разтопяване на взривното вещество с използване на топлоносител (контактен и неконтактен метод).

Към контактният метод се отнася въздействието с топлоносител. Това е най-евтиният метод, който използва водна пара, подавана вътре в боеприпаса за разтопяване на тротилово съдържание, с последваща сепарация на дребнодисперсия метал (например, алуминий) и с използване на водата в затворен оборотен цикъл. При този метод след кристализацията на тротила, същият може да бъде употребен вторично в качеството му на компонент за промишлени експлозиви.

Ефективно приложение намират и други течни топлоносители (силиконово масло и парафин). В тези случаи топлоносителят също работи в затворен оборотен цикъл, а тротилът, след съответната му преработка, се използва в гражданската промишленост.

В качеството на външен топлоносител може да се използва и водната пара. За тази цел е възможно използването на секционни антидетонационни вани с правоъгълно сечение и вградени парни топлообменници, които едновременно изпълняват и ролята на бронирани прегради. Такава секционна петслойна конструкция изключва предаването на детонация при случаен взрив. Предаването на детонация между ваните също така се изключва вследствие на разполагането им една от друга на разстояние 100 mm и на запълването на пространството между тях с железобетон. Използването на водни вани с парно подгриване и с минимално количество вода гарантирано изключва прегряването (над 100°С) при всякакви неизправности на системата и в същото време се получава значителна икономия на топло и енергоресурси.

При разтопяване на заряда предварително в него се пробива канал с диаметър 30-45 mm. Разтопяването на тротила се извършва на специални установки с пароводна смес при температура на водата 93-95°С и температура на парата 125°С. Времето за разтопяване се колебае в предела от 7 до 19 min в зависимост от типа на бойния припас.

Съществуващият опит при делелаборацията на бойните припаси показва, обаче, че е възможно аварийно изтичане на тротилосъдържащите течности непосредствено в земята, а оттам и попадането им в подпочвените води.

Разтопяването на експлозива може да се осъществи с помощта на полиметилни течности, дибутилфталат, разтвор на амониевата селитра, втечен прегрят тротил и

др. Всички тези течности могат да бъдат използвани при едно и също оборудване. При това, преимущество има тротилът, който е универсален експлозив, има ниска точка на топене (82°C) и се поддава на всички способи на снарядяване и разснарядяване. Като топлоносител има редица положителни качества. Той е взривобезопасен, термически стабилен в течна и газова фаза, има ниско пароналягане ($1,33 \cdot 10^4$ Pa при стайна температура). Използването му в качеството на топлоносител при разснарядяване позволява да се осигури екологически безопасна технология и да се изключи попадането му в почвата и околната среда, благодарение на неговите физикохимически свойства.

Основното преимущество на този метод се състои в отсъствието на интензивни механични въздействия върху извлекаемия експлозив. Основният му недостатък е ниската производителност, свързана преди всичко с ниския коефициент на топлообмен между топлоносителя и нагряваемата повърхност.

Разтопяването чрез нагряване на корпуса на боеприпаса с ток с висока честота (ТВЧ) и свръхвисока честота (СВЧ) е неконтактен метод. Преимуществото на метода с използването на тока с висока честота се състои в това, че нагряването на бойния припас може да става в процеса на транспортирането му на конвейер, което позволява автоматизация на този процес. Доказано е, че дълбочината на проникване на електромагнитната енергия в метала се измерва с милиметри, а в диелектрици достига до стотици метри, т.е. нагряването на експлозива, затворен в корпуса на снаряда, следва да бъде равномерно. Нагряването се осъществява при преминаване на изделието през зоната на работния кондензатор, чиято високоволтова пластина е разположена над лентата на конвейера.

Известно неудобство при използването на този метод е това, че корпусите на разснарядяваните бойни припаси и авиобомби имат сложна конфигурация и тяхното равномерно нагряване е възможно само при еднаква напрегнатост на електрическото поле по целия обем на нагрявания материал. Нагряваните изделия, обаче, неравномерно запълват пространството между пластините на работния кондензатор, което води до нееднаква напрегнатост на електрическото поле в различните части на изделието.

В последно време нагряването в електромагнитно поле със свръхвисока честота намери широко разпространение в различните отрасли на промишлеността и представлява от само себе си ефективен и икономичен метод.

Теоретичните основи и особености на нагряването на експлозивите в електромагнитно поле със свръхвисока честота са добре разработени. Доказано е, че нагряването на експлозивите, поместено в металическа обвивка, става по следната схема - електромагнитно поле (СВ поле), прониквайки през обвивката в материала, взаимодейства с неговите молекули и предизвиква техните колебания, което води до излъчване на енергия в резултат на вътрешномолекулярно триене, т.е. енергията на полето се преобразува в топлинна енергия на материала. Даденият

метод се използва за нагряване и разтопяване на тротилови и тротилохексогенови заряди и е възможен само при условие на радиопрозрачност на корпуса, равномерност на СВЧ полето, а така също и на отсъствие в експлозива на различни включения.

- Разрушаване на зарядите по кавитационен метод (използване на ултразвукови колебания). Научната основа на този метод е явлението кавитационна ерозия, т.е. разрушаване на повърхностите на твърдите тела под действието на кавитацията (образуване на пулсиращи мехурчета). Съществуват два типа кавитация - акустична и хидравлична. Акустичната кавитация възниква при преминаване на звукова вълна с голяма интензивност, а хидравличната се предизвиква от локално понижаване на налягането в течността вследствие на големи скорости на движението и. Кавитационните мехурчета възникват в интензивна звукова вълна и преминавайки в област на високо налягане, предизвикват силно излъчване на акустични вълни, които разрушават повърхността на твърдите полета, граничещи с кавитационната течност. Повърхността на материала отначало задебелява, след това по нея се появяват релефи, образуват се вдлъбнатини, а по-късно и пукнатини. Под действието на акустичните микропотоци течността чрез пукнатините прониква вътре в материала, където разрушаващото действие на ударните вълни става още по-ефективно и довежда до разрушаване на материала. За повишаване на ерозионната активност на течността в нея се добавят ситнодисперсни частици с размери 5-10 μm от абразивни материали като корунд, боров карбид и др. База за разрушаване на заряда от експлозива, който се намира в корпуса на снаряда, е създаваният в него кавитационен ефект, дължащ се на преминаването на ултразвуковите вълни в течността. В качеството на течни среди се използват два вида разтвори - водни миелци разтвори на основите, фосфоритите и карбонатите и втори вид - разтворители от рода на керосина, бензина, спирта и др.

Интензивността на процеса зависи от интензивността на кавитацията, скоростта и характера на акустичните потоци, радиационното налягане, което зависи от честотата и амплитудата на колебанията. Недостатък на метода е сложността при създаването на определени условия за образуване на кавитационни мехурчета.

Технологическите процеси за механично разснарядяване на бойните припаси включват в себе си две основни групи - контактни, които изискват непосредствено механично въздействие на инструмента върху веществото (използване на течни струи, центрофугиране, изтичане на експлозива) и други, които са свързани с един или друг способ на разрушаване на заряда или на неговата обвивка, без използване на режещ инструмент. Този вид методи са получили наименованието неконтактни (използва се ултразвук, магнитно и импулсно извличане и др.).

- Пробиване. Този метод е приложим преди всичко за разснарядяване на снаряди, взривните състави на които се състоят от слабочувствителни към механични въздействия експлозиви. Методът се състои в това, че с помощта на специални свредла (свредла с пера) се извършва отделяне на заряда. Този метод е най-предпочитан по отношение на неговата енергичност, тъй като енергията се изразходва за отслабване на междумолекулярните сили в

локалните, дискретно разсъредоточени зони на чупливост, без еднородно разсъредоточаване върху заряда от експлозив. При този способ във вътрешното пространство на корпуса на снаряда, който е поставен с очкото надолу, се подава притиснатост към стената на корпуса инструмент, снабден с канал за подаване на въздух. Под действието на собственото тегло извличания експлозив пада надолу през очното в приемник и по-нататък с помощта на въздушния поток се подава в системата за почистване (към центрофуга и филтър). Подаването на въздух през устройството за закрепване на инструмента е необходимо за отстраняване от вътрешните стени на корпуса на снаряда на слоя от прах, който не пада под собственото си тегло, но се отделя с леки удари по корпуса на снаряда;

- Раздробяване на заряда с използване на ударни натоварвания. Методът се прилага само при разрушаване на експлозиви, притежаващи ниска чувствителност към механични въздействия. За раздробяване се използва специален инструмент от цветен метал. Процесът на раздробяване е свързан с различни по интензивност динамически въздействия върху експлозива, но натоварването, при което става разрушаването, трябва да бъде по-малко от допустимото, при което нагряването от деформацията може да достигне нивото на температурата на възпламеняване;

- Въздействие с течна струя под високо налягане. Този метод позволява да се извличат взривни състави от широк спектър бойни припаси с различно предназначение. При него отсъства непосредствен контакт на режещия метален инструмент с разрушавания материал. Осигурява се надеждно отвеждане на топлината от зоната на рязане, което изключва възможността за образуване на високи температури в зоната на рязане. В качеството на инструмент се използва тънка струя от течност, изтичаща от дюза под налягане.

Технологическият процес за извличане на експлозива се осъществява по следния начин. Бойните припаси се вкарват в цех за подготвителни и контролни операции, след което се подават към установката за извличане на експлозива чрез измиване. Отварянето на корпуса и измиването на експлозива се осъществява дистанционно. Измития експлозив, отделено от водата с помощта на филтър, периодично се изважда от филтъра и постъпва за по-нататъшна преработка. След съответния контрол корпусите на бойните припаси се отправят за раздробяване на скрап. Екологическата чистота на процеса се осигурява с помощта на системата за почистване на водата.

Извличането на експлозивите със струя вода под високо налягане дава възможност тази дейност да се извършва както при лятите, така и при нелятите състави и от тази гледна точка даденият метод се смята за универсален.

- Центрофугиране (високооборотното и нискооборотното). Тези методи спадат към сухите методи за извличане на зарядите от експлозива от корпусите на бойните припаси, т.е. те позволяват експлозива да се извлече във вид на прах или шашки в сухо състояние, без да се използват специални операции за изсушаване. Ако във вътрешното пространство на корпуса на снаряда, чиято форма е

близка до цилиндрическата, е налице отвор (в частност това може да бъде очкото на снаряда след отвиване на взривателя), то експлозивът може да се извлече чрез въртене на боеприпаса около ос, перпендикулярна на оста на снаряда, при което експлозивът се изхвърля в уловител. Основни въпроси при анализа на метода на центрофугиране за оценка на принципната възможност за неговото използване в практиката на утилизацията на бойните припаси са: при какви условия центрофугиращите сили са недостатъчни за удържане на взривното вещество в корпуса на снаряда и при какви условия спирането на взривното вещество, изхвърлено от корпуса към уловителя, ще бъде безопасно. Анализът на безопасността на процесите, използвани при извличането на експлозив от корпуса на снаряда чрез центрофугиране, може да бъде извършен на основата на теоретични и експериментални изследвания. Резултатите от такъв анализ, обаче позволяват да се получат само ориентировъчни данни, поради отсъствието на необходимата информация за развитието и натрупването на разрушения на структурата на заряда вътре в корпуса, а така също и достатъчна информация за процеса на спиране на експлозива в уловителя. Окончателни изводи за безопасността на процеса осигуряват само експериментите с различни модификации на модулите при центрофугиране.

Извличането с помощта на нискооборотното центрофугиране на експлозива на разривния заряд може да се реализира само при сравнително ниски честоти на въртене (от порядъка на 10 sec^{-1}), при което е възможно движение и изхвърляне от вътрешност на снаряда на разривния заряд или на отделни негови шашки под формата на едно цяло тяло. Извличането на експлозива от вътрешността на боеприпаса завършва с неговото спиране с удар в уловителя. В случай на недисперсно, нискооборотното центрофугиране уловителят е целесъобразно да се изгражда във вид на неподвижна конструкция спрямо снаряда. В зависимост от скоростта на удара върху уловителя, температурата на взривното вещество и неговите якостни характеристики може да се наблюдава както пълно запазване на шашките на заряда, така и тяхното разрушаване и образуване на компактна маса. Най-опасната от възможните ситуации, възникващи при спирането на експлозива с удар върху уловителя и довеждането до най-разрушителни последствия, е възникването на "глеещо" дълго време "горене".

Режимът на високооборотното центрофугиране е характерен с високите значения на тангенциалните напрежения на границата на контакта на заряда с вътрешните стени на корпуса на снаряда. Най-често този метод се използва при боеприпасите, снаряжени по метода на пресоването. Извличането на експлозива се постига при високи честоти на въртене (от порядъка на $150-200 \text{ s}^{-1}$) и се прилага в зависимост от конструктивните и технологични особености на снаряда и снаряжението му. В процеса на извличане експлозивът е подложен на интензивно фрикционно въздействие, обусловено от притискането на заряда или неговите фрагменти към вътрешната стена на снаряда вследствие на възникващото кориолисово ускорение.

Извличането на заряда става във вид на откъсващите се от челната част на заряда фрагменти, които се раздробяват при движението им във вътрешността на снаряда и при удрянето им в уловителя. При напускане на корпуса на снаряда и спирането на експлозива в уловителя се получава интензивно "прахообразуване". Това налага употребата на традиционни системи за изсмукване на праховъздушната смес от кожата на уловителя, нейното по-нататъшно транспортиране и пречистване. В реални условия може да се очакват микрообразувания, имащи не само електростатична природа, но и получаващи се в резултат на удари на метални частици в конструкцията на центрофугиращата установка;

- Избутване на заряда от взривно снаряжение. За намаляване якостните характеристики на експлозива, с цел намаляване усилията за извличане на заряда от корпуса и повишаване на безопасността, при тази операция се използва предварително подгриване на снаряда. Времето, необходимо за достигане на температура на експлозива до стената на снаряда, превишаваща минимално ($c-10^{\circ}\text{C}$) нивото на подгриващата температура на експлозива, при различни изпробвани прости и безопасни методи за подаване на топлина се изчислява достатъчно точно с елементарни разчети. Прегряването с десет градуса е необходимо за да се предотврати застиването на заряда в междуоперационния период до границата на температурата на същественото намаляване на якостта на експлозива. За изпълнение на безопасно избутване с поансон на експлозива от корпуса и от части от корпуса на бойния припас, образувани след неговото разрушаване, е необходимо да се знаят усилията на избутване, налягането на поансона върху взривното вещество, размерите на хлабините на поансона, предотвратяващи тласъци и заклещване на експлозива, а така също и безопасната скорост на избутване на експлозива;

- Импулсен метод на въздействие върху експлозива. Този метод за механично разснарядяване е перспективен метод за извличане на експлозива под действието на ударна вълна от съсредоточен заряд, разпространяваща се в предаваща работна среда. Силовите фактори на въздействие се характеризират с висока интензивност и кратковременност на действието (микросекунди).

При този метод в материала на разривния заряд се възбуждат многократно еластични вълни на свиване и разтегляне, предизвикващи раздробяване на заряда вътре в металическата обвивка т.е. получава се дисперсиране на заряда в металическата обвивка. Незначителната амплитуда на импулса (тя не превишава предела на динамичната еластичност на материала на обвивката) гарантира безопасност на процеса и запазване на свойствата на експлозива, което позволява използването му по пряко предназначение без допълнителна преработка.

- Магнитодинамичен способ на въздействие. Методът се заключава в осигуряване на пластична деформация на цилиндричните обвивки в резултат на въздействието на електрическо поле, което позволява извличане на заряда от експлозива без нарушаване на неговата цялост. Този способ принадлежи към групата на нетрадиционните

способи за разснарядяване на бойните припаси. На настоящия етап са получени съотношения за оценка на параметрите на магнитните полета, осигуряващи пластично деформиране на цилиндрични обвивки, в резултат на което зарядът от експлозив може да бъде извлечен от корпуса при запазване на неговата цялост. Получените до сега резултати и натрупаният опит дават основание магнитодинамичното въздействие да се препоръчва при извличане на облицовките на кумулативните заряди в случай на утилизация на кумулативни снаряди и бойни части, а също така при обезвреждане на средствата за взривяване, имащи феромагнитни корпуси (капсул детонатори №8, взриватели на мини и др.).

- Към химическите методи на разснарядяване на бойните припаси могат да бъдат отнесени методите с използване на разтворители и методите с използване на реагенти.

Тези методи се базират на това, че за всеки експлозив, използван в бойните припаси, може да се подбере съответен разтворител или реагент, който взаимодейства с експлозива и образува химически продукти, които не водят до взривни превръщания. Така, например, тротилът, който е нехигроскопичен и практически не се разтваря във вода, добре се разтваря в органични разтвори, особено в ацетон, бензол, толуол и малко по-слабо в спирт. Тротилът също така добре се разтваря в сярна и азотна киселини. При нормална температура киселините не окисляват тротила, а само го разтварят и от този разтвор, при неговото разреждане, тротилът кристализира в неизменен вид. Загнетите киселини, обаче, реагират с тротил и това може да предизвика взрив. По подобен начин тротилът реагира и с основите.

Хексогенът и октогенът са също нехигроскопични, практически са неразтворими във вода и много добре се разтварят с ацетон. С обикновените разтворители не се разтваря добре. Сярната киселина разтваря хексогена. Азотната киселина при нормална температура го разтваря, а при повишена температура го разлага.

Към общите недостатъци на тези методи може да се отнесе принципното изменение на химическите свойства на извлечения експлозив, което предизвиква допълнителни трудности при по-нататъшната употреба на извлечения състав. Освен това химическите методи на разснарядяване представляват най-голямата опасност в екологическо отношение.

Разснарядяването и утилизацията на капсул-детонаторите са дейности със самостоятелен характер и на този етап проблемът в тази област не е решен изцяло поради огромните мащаби на тяхното производство (милиони бройки), второ - поради значително по-високата опасност при работа с тях и трето - в съставите на капсул-детонаторите се съдържат токсични вещества като гърмящ живак, оловен азид и др.

Понастоящем решение на проблема с капсул-детонаторите се търси по два пътя - или се унищожават в специални кабинети, или след като са демонтирани от някои

бойни припаси и взривни устройства, се използват за инициране на промишлени експлозиви.

Предварителната оценка на методите за разснарядяване на бойните припаси показва, че работата по извличането на експлозиви от боеприпаси с изтекъл гаранционен срок на съхранение и по-нататъшната утилизация на извлечените вещества за приложение в националното стопанство съдържа потенциална опасност за възникване на аварийни ситуации. В процеса на стареенето на бойните припаси в течение на гаранционния им срок на съхранение става натрупване на продуктите на разпадането, взаимодействие на експлозивите и продуктите на разпадането с антикорозионните покрития и с материалите на конструкциите на бойните припаси. Дълбочината на измененията и превръщанията на веществата зависят както от условията и времето на съхранение, така и от конструктивните особености на бойните припаси. Извличането на експлозивите от корпусите на изделията чрез разтопяване или дисперсиране може да доведе до допълнително изменение в тях на антикорозионните покрития. При това не е изключена възможността за попадане в извлечения продукт на дестабилизиращи високочувствителното взривно снаряжение и второ, изключва се възможността за стружкообразуване. Тези обстоятелства фактически осигуряват в удовлетворителна степен всички изброени по-горе изисквания.

Изводи

В резултат на извършения анализ на съществуващите в днешно време технологични подходи за решаването на проблемите по утилизация на бойните припаси, може да се направи извод за целесъобразността от развитие на следните изследователски направления:

1. Разработка на надеждна методика за прогнозиране на поведението на експлозивите в условията на широк диапазон от варианти на натоварване.

2. Разработка на технологии за утилизация на бойните припаси, предполагащи промишлено използване на елементите и възлите на утилизираните бойни припаси в качеството им на полуфабрикати за изготвяне на изделия за нуждите на промишлеността. Възможно направление на такива изследвания е утилизацията на фугасните артилерийски снаряди с последващо използване на корпуса на снаряда и на част от взривния състав в качеството им на полуфабрикат за изготвяне на взривни устройства, предназначени за разрушаване на крупногабаритни отпадъци в металургията.

3. Развитие на технологии, основаващи се на използването на хидродинамичните методи на въздействие както върху взривните състави на бойните припаси, така и върху металните им корпусни елементи. Перспективно е изследването за разработка на процеса на извличане на взривните състави от корпусите на бойните припаси с помощта на поток от гранули, получени по пътя на кристализация на течност или газ.

Следва да се отбележи, че анализът на съществуващите на този етап направления за решаване на проблемите при утилизация на морално и физически остарели бойни припаси позволява да се определят приоритетните задачи, решението на които осигурява провеждането на политиката за конверсия в интерес на икономиката на страната.

Литература

Митков В. Безопасност при производство и употреба на експлозиви. С.:МГУ, 2010.

Митков В., Камбурова Г. Производство на експлозиви от утилизирани боеприпаси. С.:МГУ, 2007.

Петков Б., Бъчваров К. Анализ на проблемите при утилизацията на бойните припаси. С.:МО, 2002.