

# ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ БОЕПРИПАСОВ



Александр Валерьевич Потапов

ДИРЕКТОР ДЕПАРТАМЕНТА ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОБЫЧНЫХ ВООРУЖЕНИЙ,  
БОЕПРИПАСОВ И СПЕЦХИМИИ МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

История создания современных ракет и боеприпасов имеет вековые традиции. За прошедшие примерно 150 лет произошел качественный скачок в сфере вооружений, военной техники и боеприпасов, вызванный переходом от черного (дымного) пороха к бездымным порохам, смесевым ракетным топливам, появлением инициирующих и мощных взрывчатых веществ, таких как тротил, тетрил, пикриновая кислота, пироксилин, нитроглицерин, ТЭН, гексоген, октоген.

К боеприпасам в широком понимании этого слова относятся высокоэнергетические системы, снаряженные взрывчатыми веществами и высокотехнологичными топливами и порохами, в том числе ракеты различных классов, торпеды, артиллерийские выстрелы, артиллерийские снаряды всех типов и калибров, пороховые заряды к артиллерийским выстрелам, инженерные и морские мины, боевые части ракет, боевые зарядные отделения торпед, твердотопливные ракетные двигатели, патроны стрелкового оружия и т.д.

Во всех странах боеприпасы, как правило, сосредотачивали в себе наиболее современные и научно-технические достижения и передовые технологии своего времени, постоянно разрабатывались новые виды боеприпасов, совершенствовались и модернизировались уже имеющиеся образцы.

Первая и особенно Вторая мировые войны показали, что для ведения широкомасштабных боевых действий воюющим сторонам требуется огромное количество боеприпасов, способных решать самые разные задачи.

Исходя из опыта прошедших войн и вооруженных конфликтов мы знаем, что организация массового производства боеприпасов в ходе войны не позволяет своевременно восполнить их расход и потери, особенно на начальном этапе боевых действий. Поэтому жизненно важно создавать необходимые запасы боеприпасов (стратегические запасы) в мирное время.

И они были созданы практически во всех странах в период 60–80-х годов прошлого столетия. Однако с течением времени изготовленные боеприпасы морально устаревают, в них при длительном хранении происходят необратимые процессы, связанные с изменением физико-химических характеристик порохов и взрывчатых веществ, структуры металлов, что приводит к возникновению нештатных и аварийных ситуаций при служебном обращении с такими боеприпасами и их боевом применении.

К началу 1990-х годов перед странами, накопившими значительные объемы боеприпасов, встала острая проблема утилизации большей их части. Уничтожение подрывом или сжиганием для Европы и США было неприемлемым, а промышленных технологий утилизации боеприпасов с высокой производительностью и обеспечивающих безопасность процессов, в том числе и экологическую, создано не было, так как на момент создания резерва отсутствовала такая потребность. И вот практически все развитые страны приступили к решению этой проблемы.

Качественное совершенствование зарядов взрывчатых веществ, смесевых твердых ракетных топлив (СТРТ) и порохов, разнообразие боевых частей и снарядов как по конструктивным особенностям и предназначению, так и по свойствам применяемого снаряжения и калибру определили многообразие способов и технологических приемов их безопасной разборки в условиях промышленной утилизации.

Зарубежные технологии в большинстве своем сводятся к фрагментации снаряда, двигателя на составные части различными режущими инструментами (распиливание, разрезание водной струей сверхвысокого давления с добавлением абразивных добавок и др.). Затем взрывчатое вещество выпрессовывается и сжигается в специальных бронепечах, снабженных фильтрующими устройствами для улавливания токсичных продуктов сгорания.

Данная технология не требует индивидуального подхода и применима для любых форм и размеров боеприпасов и двигательных установок, достаточно проста и технологична.

К основным ее недостаткам следует отнести малую производительность, высокую степень опасности, особенно для боеприпасов повышенного могущества, как при разрезании снарядов, так и особенно при выпрессовке взрывчатых веществ из их фрагментов. Кроме того, в процессе распрессовки на внутренней поверхности дисков и в донной части снарядов остаются взрывчатые вещества, что создает дополнительные сложности при последующем использовании металла в качестве металлолома. К тому же такие технологии предназначены не для массовой утилизации боеприпасов.

После объединения Германии фирма «Рейнметалл» разработала промышленные технологии и изготовила необходимое оборудование, на котором по заказу Министерства обороны ФРГ за последние 15 лет было утилизировано более 200 тыс. т боеприпасов армии бывшей ГДР. Это в среднем около 15 тыс. т боеприпасов в год.

Предлагаемые для продажи заводы по промышленной утилизации боеприпасов имеют производительность не более 40 тыс. т боеприпасов в год при очень высокой цене (2–2,5 млрд рублей). Невысокая производительность обусловлена особенностью принятой технологии сжигания взрывчатых веществ во вращающихся бронированных печах. Для условий Российской Федерации требуется производительность промышленной утилизации не менее 0,5–1,0 млн т в год.

На начальном этапе (1990-е – начало 2000-х годов) вопросы организации утилизации боеприпасов пытались решить собственными силами Министерство обороны Российской Федерации. Однако после оценки масштабности задач был сделан вывод, что эта проблема может быть решена только программно-целевым методом на государственном уровне.

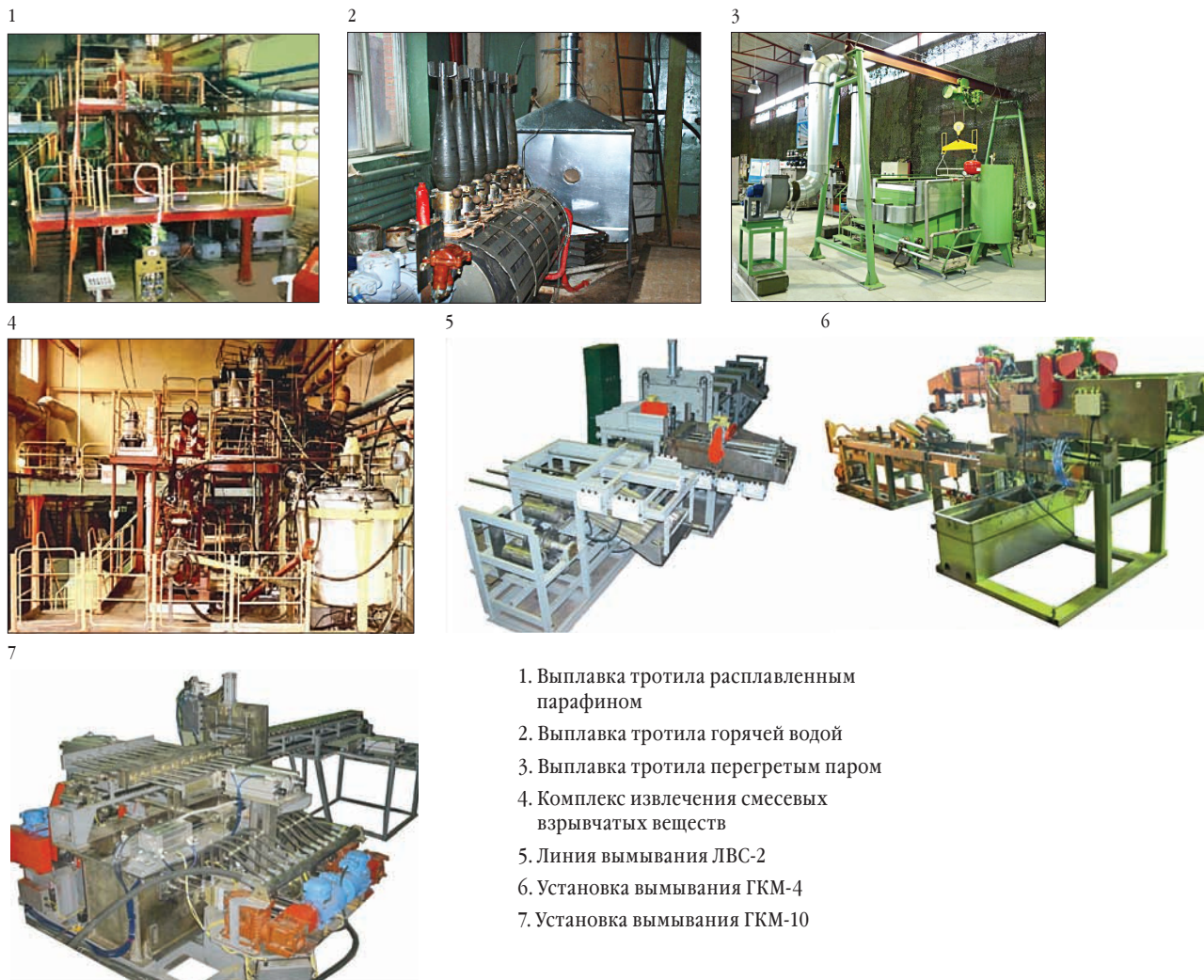
В 2005 году была принята Федеральная целевая программа «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2005–2010 годы», в рамках которой первоочередными мерами предусматривались разработка и внедрение промышленных технологий утилизации боеприпасов, отвечающих современным требованиям.

Изначально разрабатываемые в России технологии утилизации, в отличие от западных, были нацелены на максимальное сохранение всех материалов и веществ, входящих в состав боеприпасов, с целью обеспечения возможности их вторичного использования.

В настоящее время главной задачей действующей Федеральной целевой программы «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» является практическая утилизация боеприпасов на основе разработанных технологий.

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТРОТИЛСОДЕРЖАЩИХ БОЕПРИПАСОВ

Для тротилсодержащих боеприпасов указанная проблема решалась простой и доступной для промышленности технологией выплавки тротила расплавленным парафином



1. Выплавка тротила расплавленным парафином
2. Выплавка тротила горячей водой
3. Выплавка тротила перегретым паром
4. Комплекс извлечения смесевых взрывчатых веществ
5. Линия вымывания ЛВС-2
6. Установка вымывания ГKM-4
7. Установка вымывания ГKM-10

(рис. 1), горячей водой (рис. 2) или перегретым паром (рис. 3). Технические характеристики оборудования представлены в таблице 1. При этом метод выплавки парафином реализован только в России, больше нигде этот метод не используется.

Разработанные установки отличаются лишь рабочим телом (носителем тепла) и конструкцией установки. В целом этот способ достаточно прост, технологичен, безопасен и способен обеспечить высокую производительность (до 1 т тротила в смену).

Указанная технология и оборудование для выплавки тротила используются в промышленности последние 20 лет.

Целесообразно особо отметить конструкцию установки ФГУП «КНИИМ» (г. Красноармейск Московской области) по раснаряжению крупногабаритных авиабомб массой до 9 т, хорошо зарекомендовавшую себя на практике (Брянский химический завод имени 50-летия СССР).

Таблица 1

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТРОТИЛСОДЕРЖАЩИХ БОЕПРИПАСОВ**

Характеристика	Рабочая жидкость – теплоноситель		
	Парафин	Пар (вода)	Вода (парафин)
Производительность по тротилу, кг/ч	200–500	168–328	18–70
Калибр утилизируемых БП, мм			
артиллерийские снаряды	–	76–203	37–152
мины, авиабомбы	273–1060	82–120	203–240
реактивные снаряды	–	130–140	–
Сменная производительность, штук			
калибр 76–100 мм	–	617–432	230–240
калибр 122–152 мм	8–14	212–122	–
крупногабаритные БП	–	–	–
Температура рабочей жидкости, °С	90	90–95	90–95
Масса, кг	9200–10000	3450	400

Среди указанных установок в лучшую сторону выделяется конструкция ООО «ЭПО «Звезда» (г. Рыбинск Ярославской области).

Ее отличительной особенностью является простота, технологичность, ремонтпригодность, автономность, безопасность, способность успешно решать утилизационные задачи тротилсодержащих снарядов широкой номенклатуры как в стационарных, так и в полевых условиях, вблизи баз и арсеналов.

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ  
ГЕКСОГЕНСОДЕРЖАЩИХ БОЕПРИПАСОВ**

Для гексогенсодержащих боеприпасов, особенно снаряженных методом порционного прессования, промышленные технологии безопасного расснаряжения до последнего времени отсутствовали.

Боеприпасы, вышедшие за пределы гарантийных сроков пригодности, ликвидировали методами подрыва или сжигания. Если до 2010 года уничтожение осуществлялось периодически и нерегулярно, то в 2010–2011 годах ликвидация боеприпасов методом подрыва приняла планомерно-массовый характер (до 1,5 млн т в год), что усугубляет общенациональное экологическое загрязнение атмосферы, приводит к минированию близлежащих территорий, к безвозвратной утрате высококачественных черных и цветных металлов, энергоемких порохов и взрывчатых веществ (ВВ).

Федеральной целевой программой «Промышленная утилизация вооружения и военной техники (2005–2010 годы)» была обозначена общенациональная проблема создания высокопроизводительных безопасных промышленных технологий утилизации гексогенсодержащих боеприпасов.

За шесть предшествующих лет научными организациями страны были разработаны современные технологии, изготовлены опытно-промышленные установки, модули, автоматизированные линии и утилизационные комплексы, обеспечивающие в целом решение проблемы расснаряжения боеприпасов при сохранении высокоэнергетических материалов и корпусов боеприпасов.

В таблице 2 представлены разработанные и успешно апробированные технологии уничтожения, фрагментирования и расснаряжения гексогенсодержащих боеприпасов, применяемые в Российской Федерации на полигонах и промышленных предприятиях.

Таблица 2

**ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РОССИИ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ  
ГЕКСОГЕНСОДЕРЖАЩИХ БОЕПРИПАСОВ**

Способ	Характеристика, последствия
Взрывание	Высокопроизводительный, опасный, утрата вторичных ресурсов, загрязнение окружающей среды, требует рекультивации земель
Выжигание	Взрывоопасный, загрязнение атмосферы продуктами горения, зашлаковывание и неполнота выгорания ВВ в полости снаряда
Фрагментирование и последующее сжигание («Рейнметалл»)	Опасность возгорания (взрыва) при разрезании снаряда, наличие дополнительных устройств по очистке фрагментов от ВВ и нейтрализации продуктов горения, низкая производительность
Гидродинамический («Тиокол», ФГУП «КНИИМ»)	Промышленная технология расснаряжения с сохранением вторичных ресурсов. Недостаток – высокая стоимость оборудования и его технического обслуживания за счет необходимости создания очень высокого давления воды (80–150 МПа)
Гидрокавитационный (ЗАО «ПНЦ «ФУТАС»)	Промышленная технология утилизации. Обеспечивает экологическую чистоту, взрыво- и пожаробезопасность, сохранение энергетических и материальных ресурсов
Механическое высверливание	Эти методы из-за высокой опасности, нетехнологичности и экономической нецелесообразности не нашли промышленного применения
Глубокое замораживание	
Захоронение и др.	

К настоящему времени разработано и успешно продемонстрировано достаточно большое количество различных способов фрагментирования, уничтожения и расснаряжения боеприпасов.

Из числа перечисленных технологий до полигонного и промышленного применения доведены первые пять. Однако только гидродинамический и гидрокавитационный способы обеспечивают безопасное производство и полное сохранение как энергоемких материалов, так и высококачественных металлов для последующей их переработки и использования в экономике, а также возможность повторного использования корпусов снарядов при производстве боеприпасов.

Гидродинамическая технология (рис. 4) основана на динамическом воздействии высокоскоростной струи давлением 80–150 МПа на заряд ВВ. В результате последний разрезается и разрушается на фрагменты, которые под действием гравитационных сил и вытекающей из снаряда воды выводятся из камеры снаряда.

В отличие от гидродинамической гидрокавитационная технология, благодаря помещению снаряда под слой воды и двойному воздействию динамической струи (25 МПа) и искусственно создаваемого кавитационного поля, обеспечивает мягкие условия размыва прессованных зарядов взрывчатых веществ на основе гексогена и октогена (рис. 5, 6, 7).

При этом обеспечивается требуемая производительность, пожаро- и взрывобезопасность, экологическая чистота благодаря замкнутой схеме использования оборотной воды и системе отжима взрывчатых веществ.

Данный способ обеспечивает надежное и безопасное извлечение прессованных зарядов взрывчатых веществ из корпусов снарядов и боевых частей ракет, размыв зарядов смесевых твердых ракетных топлив, прочно скрепленных с корпусом двигательной установки.

Модульное исполнение утилизационного оборудования позволяет комплектовать производственные линии и комплексы для утилизации боеприпасов любой номенклатуры и калибра как для стационарных условий эксплуатации, так и для работы в полевых условиях (мобильные варианты).

Традиционная выплавка тротила и вымывание гексогенсодержащих взрывчатых веществ из боеприпасов направлены на сохранение энергоемких материалов и корпусов снарядов, что создает предпосылки для их использования в экономике страны.

Для каждой линии разработаны варианты типовых схем утилизационных производств, включающих термостатирование, распатронирование выстрелов, выплавление

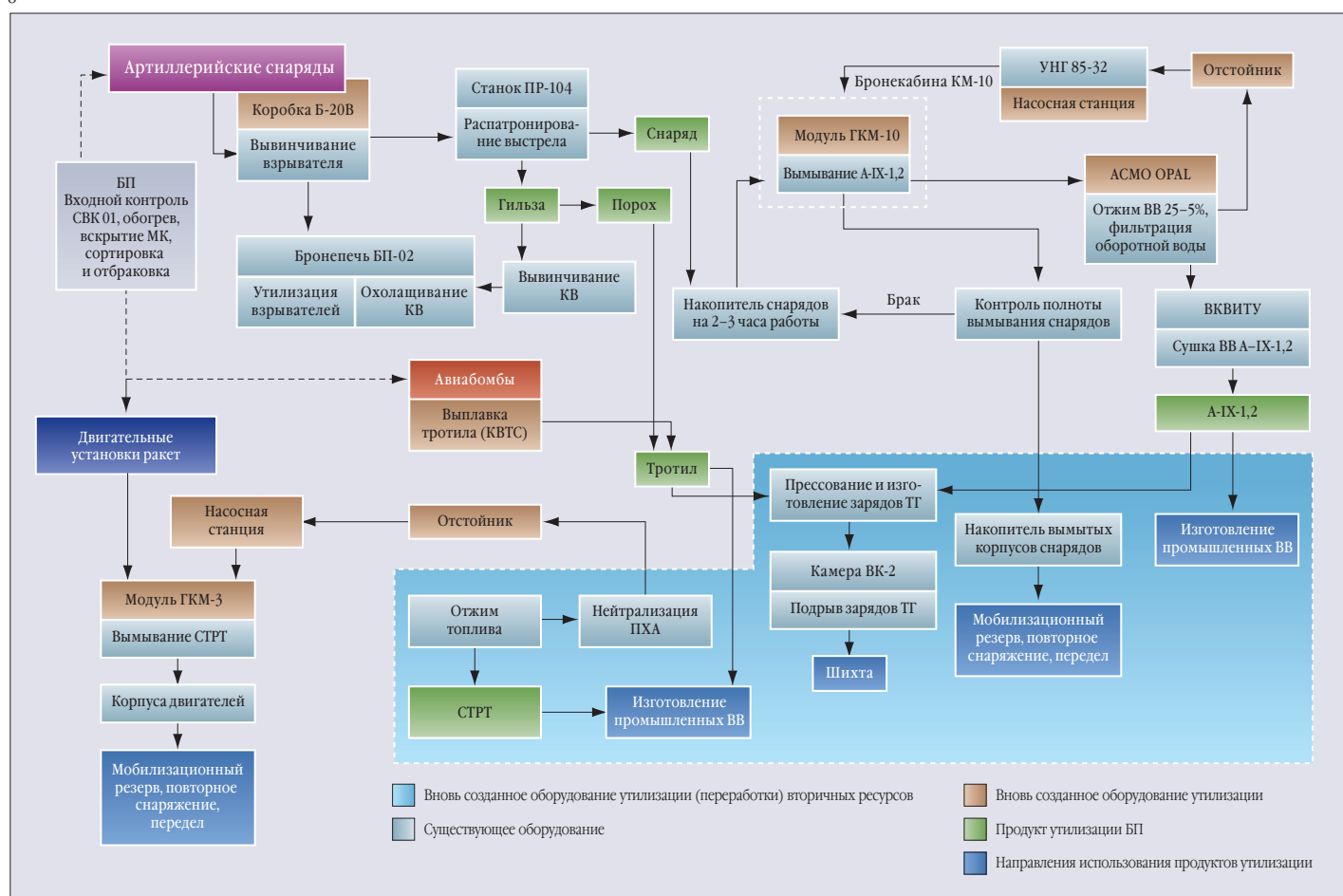
(вымывание) взрывчатого снаряжения, вывинчивание капсульных втулок, извлечение и измельчение пороховых зарядов и другие операции.

Кроме того, разработаны и изготовлены приспособления, оснастка и инструмент, необходимые для переналадки оборудования с одного калибра на другой.

Модульная схема исполнения оборудования позволяет не только утилизировать всю номенклатуру боеприпасов, но и наращивать производительность утилизации за счет увеличения числа параллельно работающих линий как гексоген-, так и тротилсодержащих боеприпасов в одном комплексе.

Вариант такой типовой схемы представлен на рисунке 8.

8



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

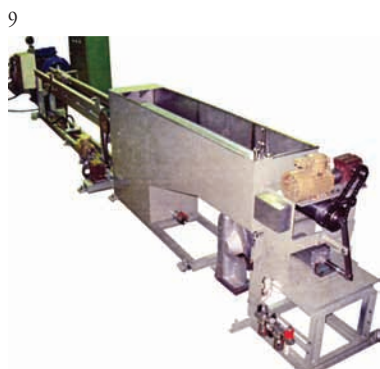
Среди боеприпасов особое место занимают ракеты с двигательными установками на зарядах баллиститных порохов и смесевом твердом топливе, прочно скрепленном с корпусом двигателя. Смесевое твердое ракетное топливо (СТРТ) представляет собой высокоэнергетическую композицию, включающую в качестве ингредиентов горючее – связующее вещество, окислитель, мощное взрывчатое вещество, металлический алюминий и технологические добавки. Им снаряжено большинство современных ракет и систем РСЗО. Для их утилизации Петровским научным центром совместно с ФГУП «ГНПП «Сплав» создана установка ГKM-3, позволяющая вымывать СТРТ из двигательных установок ракет диаметром до 300 мм (рис. 9). Крошка высвободившегося СТРТ может быть использована в качестве теплоносителя для сжигания в специальных печах, а корпуса двигательных установок – для заполнения инертным составом для учебных целей.

Для зарядов баллиститных порохов диаметром до 500 мм разработаны специальные высокопроизводительные измельчители (УШИ-250), способные превращать монолитный

заряд в крошку размером 2–5 мм и использовать как добавку при повторной варке пороха или для приготовления промышленных ВВ (рис. 10).

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАКЕТ И БОЕПРИПАСОВ

В результате промышленной утилизации ракет и боеприпасов высвобождаются огромные материальные и энергетические ресурсы в виде черных и цветных металлов, порохов и взрывчатых веществ. Их глубокая переработка позволяет не только насытить рынок изделиями повседневного спроса, но и обеспечить рентабельность всего процесса промышленной утилизации.



9. Установка для вымывания ГKM-3

10. Установка измельчения УШИ-250

11. Изделия из утилизированных корпусов боеприпасов

11



В результате организации промышленной утилизации ракет и боеприпасов предполагается осуществить качественный переход от полного их уничтожения к цивилизованной промышленной утилизации.

Этот переход позволит возвращать ценные материальные ресурсы, в том числе и драгоценные металлы, ранее безвозвратно теряемые, в хозяйственный оборот в виде вновь получаемой машиностроительной продукции, зарядов промышленных взрывчатых веществ, новых химических веществ и специальных материалов.

Так, например, кроме приготовления промышленных взрывчатых веществ использование утилизационных тротила и гексогена рассматривается для приготовления удлиненных кумулятивных зарядов, используемых в строительстве, металлообработке и т.д. Предполагает-

ся также проведение детонационного синтеза наноуглерода (детонационных наноалмазов), что позволяет получать доступную для промышленности по ценовым показателям наноуглеродную шихту, улучшающую комплекс физико-химических свойств металлических, полимерных и композиционных материалов. Область применения детонационных наноалмазов очень широка – от металлообрабатывающего инструмента до микроэлектроники и медицины.

Высвобождающиеся при расснаряжении боеприпасов корпуса снарядов могут быть использованы для прямого передела методами прокатки или штамповки в заготовки и детали для машиностроительной, нефтегазовой и других отраслей промышленности (рис. 11).

Таким образом, впервые в Российской Федерации созданы не имеющие аналогов в мировой практике отечественные инновационные технологии и сконструировано уникальное высокопроизводительное экологически, взрыво- и пожаробезопасное оборудование, способное решать поставленные ФЦП «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» задачи утилизации всей номенклатуры боеприпасов в цивилизованных промышленных условиях. Эти разработки позволяют сохранить высвобождающиеся материальные ресурсы для экономики страны, освободить Министерство обороны Российской Федерации от излишков вооружения, исключить периодические катастрофы на базах, арсеналах и полигонах с гибелью и увечьями военнослужащих.

В настоящее время по линии Совета Россия – НАТО организован взаимовыгодный обмен информацией о технологиях утилизации и используемом оборудовании. Достигнута договоренность о включении сведений о российских разработках в европейский каталог технологий утилизации, проведении совместных инспекций функционирующих утилизационных производств в различных странах, в том числе и в России, с целью обмена имеющимся передовым опытом.

Такое взаимодействие в дальнейшем позволит создавать совместные производства по утилизации боеприпасов в третьих странах, не обладающих подобными технологиями.