

Таблица . Характеристики карбонизатов и активатов, полученных из ТБО и смесей

Материал		Карбонизат				Активат			
		Выход,	S уд.,м ²	A м.г., мг/г	A йод, мг/л	Выход,	S уд.,м ²	A м.г., мг/г	A йод, мг/л
90 ТБО+10	АШ	18,6	2,6	6,0	4,4	3,4	2,7	8,3	5,1
	КС	21,2	11,7	8,4	7,3	5,1	41,2	11,9	10,8
	Ф	18,9	10,9	8,2	7,2	4,8	44,7	10,7	11,6
60 ТБО+40	АШ	31,4	43,2	24,7	19,9	9,3	177	46,4	39,9
	КС	23,6	46,0	25,1	21,0	7,9	186	49,1	44,4
	Ф	31,2	39,0	26,4	21,2	8,2	144	36,3	37,1

Хотя адсорбционные характеристики для смесей ТБО и исследуемых отходов значительно ниже, чем у большинства промышленных сорбентов, например активированных углей, проведённым экспериментом доказана потенциальная возможность их совместной утилизации.

Кроме того, представляется перспективным дальнейшее изыскание и других эффективных методов совместной утилизации ТБО и вредных отходов коксохимической промышленности, таких как сжигание, брикетирование и пиролиз.

Литература

- 1 **Парфенюк А.С., Антонюк С.И.** Получение твёрдого топлива из смесей углеродистых промышленных и бытовых отходов // Кокс и химия, 2001. № 5 С. 44.
- 2 **Державна програма поводження з твердими побутовими відходами:** Постанова Кабінету Міністрів України від 04.03.04. № 256.
- 3 **Рекомендовані норми** накопичення твердого побутового сміття для населених пунктів України // КТМ 204 України 012-95. Харків, 1995 С. 4.

© *Калинихин О Н Рекун В В Краснянский М Е*

УДК 658.567:662.235

Кутняшенко И.В., Веретельник С.П., Бован Д.В. (ДонНТУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ

Рассмотрены некоторые способы утилизации боеприпасов дан их сопоставительный анализ с точки зрения эффективности и безопасности предложен ряд мероприятий по улучшению качества и расширению ассортимента получаемых продуктов

В последние годы становится всё актуальней проблема хранения, переработки и утилизации боеприпасов на складах Украины.

По ряду причин Украина после распада СССР превратилась в огромный арсенал. Боеприпасы остались в наследство от Первой и

Второй мировых войн и послевоенной гонки вооружений. Сейчас на складах хранится 2,5 млн. тонн боеприпасов, из которых 340 тыс. тонн нуждаются в срочной утилизации. Через 2,5 года количество таких боеприпасов возрастет до 500 тыс. тон. Боеприпасы с истекшим сроком хранения представляют постоянную угрозу несанкционированных взрывов и пожаров, что может приводить к катастрофическим последствиям, сопряженным с гибелью людей и невозможным ущербом природе [1, 2].

С другой стороны, устаревшие боеприпасы являются государственным резервом ценных вторичных материалов. Например, артиллерийский выстрел содержит высококачественную корпусную сталь, латунную гильзу, взрывчатое вещество (ВВ) разрывного заряда и пороха метательного заряда. Но на Украинских предприятиях оборонной промышленности, которые сейчас фактически законсервированы, освоены линии расснаряжения, позволяют утилизировать не более 30–50 тыс. тонн боеприпасов в год, исходя из этого, возникает необходимость быстрого внедрения новых высокоэффективных технологий утилизации боеприпасов [1, 2].

Сейчас на многих арсеналах и базах расснаряжение (утилизация) боеприпасов продолжает проводиться наиболее универсальным методом подрыва или сжигания на специальных площадках. При этом происходит полная потеря вторичных материалов, включая порох, используемый при выжигании ВВ, и даже сталь корпуса при его подрыве.

На отдельных арсеналах практиковалась выплавка заряда острым паром через очко корпуса снаряда. Расплав ВВ вместе с конденсатом сливался на землю, а затем сжигался.

Применение таких способов утилизации совершенно недопустимо с точки зрения экологической безопасности и экономической целесообразности в связи с тем, что при сжигании и подрыве полностью теряются ценные материалы и в атмосферу поступает большое количество выбросов, содержащих токсические вещества, а при выплавке образуется конденсат, содержащий растворенное и взвешенное ВВ, которое, попадая в грунтовые воды, загрязняет большие территории.

По современным требованиям утилизация боеприпасов заключается в приведении их в небоевое состояние и извлечении вторичных материалов из их элементов. Последовательность основных операций утилизации представлена на схеме (рис. 1).

Вопрос утилизации металлических частей боеприпаса не вызывает дополнительных трудностей для металлургической промышленности, а утилизация ВВ нуждается в совершенствовании процессов и оборудования. Это обусловлено тем, что из-за новизны проблемы утилизации в мировой практике нет единого научно обоснованного подхода к её решению. Кроме этого сильно различается состав ВВ в различных боеприпасах, также изменением их свойств во время хранения и в процессе утилизации. Основные характеристики первичного и утилизированного тротила представлены в таблице 1 [4].

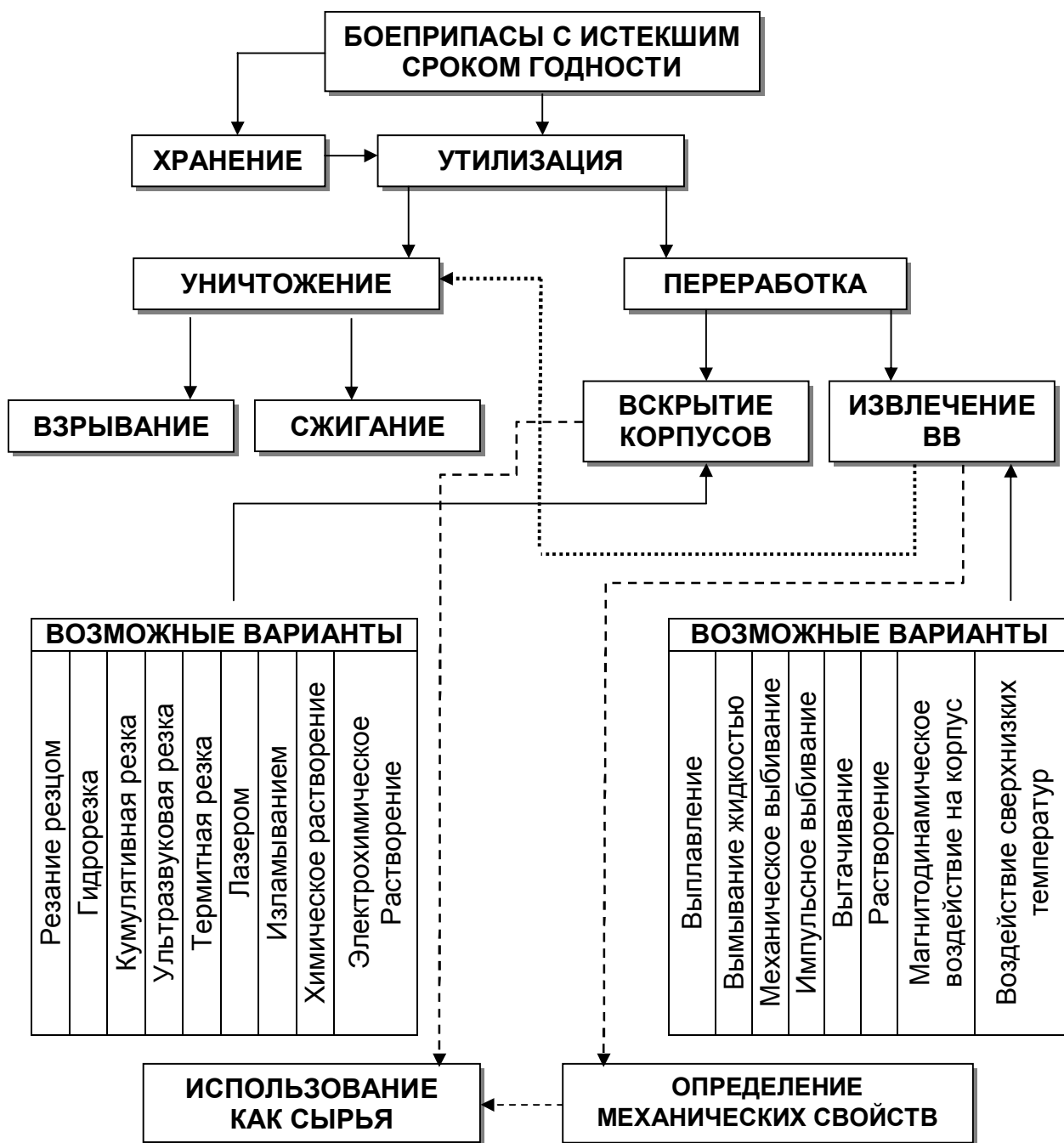


Рис. 1 Основные операции утилизации боеприпасов

По приведенным данным видно, что большинство параметров утилизированного тротила хуже, чем первичного.

Рассмотрим основные способы утилизации боеприпасов, применяемые на предприятиях Украины, и проанализируем их с целью выявить и по возможности исключить воздействия, ухудшающие качество продукта. Будем рассматривать утилизацию наиболее массовых боеприпасов, подлежащих утилизации, артиллерийских снарядов. В случае неокончательно снаряженного (без взрывателя) артиллерийского выстрела это сводится к следующим действиям:

Таблица . Основные характеристики первичного и утилизированного тротила ($C_6H_2CH_3(NO_2)_3$)

Наименование характеристики	Значение	
	Первичный ГОСТ 25857-83	Утилизированный
Внешний вид	Чешуйки от светло-желтого до жёлтого цвета без механических примесей	Чешуйки от желтого до коричневого цвета с примесями лака, эмали
Массовая доля влаги и летучих веществ, (не более)	0,08	2,0
Массовая доля веществ нерастворимых в органическом растворителе, (не более)	0,08	0,5
Температура кристаллизации, °С (не менее)	80,2	74
Кислотность в пересчете на серную кислоту,	0,01	0,05
Теплота взрыва, кДж/кг	4300	3700
Температура вспышки, С	290–300	295–395
Бризантность, мм	–	16
Фугасность, см ³	285	285-295
Критический диаметр детонации, мм в бумажной оболочке в стальной оболочке	60–80 10–15	60–80 10–15
Чувствительность к удару, частота взрыва в приборе 1,	4–28	0–28
Чувствительность к трению на приборе К-44-3 при давлении прижатия 686 МПа(7000 кгс/см ²)	–	0–4
Насыпная плотность, г/см ³	0,9–1,0	0,9–1,0
Плотность кусков и гранул, г/см ³	1,66	1,45
Кислородный баланс,	-74	-74
Полнота детонации	Полная	Полная
Скорость детонации, км/ч	4,6	4

параметры для утилизированного различными способами тротила существенно не отличаются.

- разделение снаряда и гильзы (унитарный выстрел) путем механического выдергивания снаряда из гильзы
- извлечение пороха из гильзы
- вывинчивание капсюльной втулки из гильзы
- извлечение заряда ВВ из корпуса снаряда.

Последняя операция является наиболее технически сложной и опасной, поэтому организация безопасного, автоматизированного процесса извлечения взрывчатого вещества из боевой части боеприпаса позволит повысить рентабельность расснаряжения.

Сейчас предприятия, которые раньше производили боеприпасы, осваивают несколько различных способов извлечения ВВ для использования их энергетического потенциала.

Это бесконтактная выплавка, контактная выплавка (вымывание) инертным теплоносителем и механическая резка корпуса с последующим выдавливанием ВВ.

Наиболее безопасным можно считать способ извлечения продукта из изделий, выплавкой паром бесконтактным методом. Выплавку осуществляют в термокамере в верхней обогреваемой части, которой размещают изделия, а в нижней поддон для сбора выплавляемого продукта. После окончания выплавки тележку с поддонами устанавливают в вытяжной шкаф для охлаждения. Охлаждение осуществляется воздухом при температуре помещения. После затвердевания продукт перевозят в отделение комплектации [5].

При извлечении тротила этим способом часть его остаётся на стенках снаряда. Так как конструкция термокамеры не обеспечивает достаточной герметичности, пар взаимодействует с расплавленным материалом, что снижает его качество.

Для тротилсодержащих боеприпасов наиболее разработанным методом является выплавка наполнителя с использованием внутреннего или внешнего обогрева водяным паром или специально подобранным жидким теплоносителем.

Наиболее дешёвый метод – применение водяного пара для подачи внутрь боеприпаса с целью выплавки тротилсодержащей ВС с последующей сепарацией мелкодисперсного металла (алюминия) и с использованием воды в замкнутом оборотном цикле. Выплавка тротила осуществляется на специальных установках паро-воздушной смесью при температуре воды 93–95 °С и пара 125 °С. При этом тротил после кристаллизации может быть употреблен вторично в народном хозяйстве в качестве компонента промышленного ВВ.

Эффективно, особенно для крупногабаритных изделий, применение других жидких теплоносителей (силиконовое масло, парафин, церезин). При этом теплоноситель также циркулирует в замкнутом оборотном цикле, а тротил подвергается соответствующей переработке и используется в народном хозяйстве.

Но эти методы не позволяют обеспечить высокую чистоту продукта, т.к. оборудование, на котором они осуществляются, не обладает достаточной герметичностью, а теплоносители не подвергаются должной очистке в замкнутом цикле.

На Брянском химическом заводе для утилизации крупногабаритных боеприпасов тротилового снаряжения разработана технология и оборудование по методу вымывания ВВ расплавом парафина [5].

В качестве рабочей жидкости выбран расплав парафина, обладающий рядом преимуществ по сравнению с другими применяемыми рабочими жидкостями (полиметилсилоксановые жидкости, расплав тротила и т. д.). Расплав парафина инертен по отношению ко всем типам ВВ в рабочем диапазоне температур, обладает большой теплоемкостью и низкой вязкостью, взаимно нерастворим в тротиле, плотность расплава парафина почти вдвое ниже плотности расплава тротила, парафин малотоксичен и взрывобезопасен.

Процесс осуществляют следующим образом. Подготовленное к вымыванию изделие устанавливают на ступеньку установки вымывания наклонно очком вниз и стыкуют через уплотнение с приемной воронкой. В очко изделия вводят форсунку, через отверстия которой подается расплав парафина в зарядную камеру. Свободная поверхность заряда омывается струями расплава парафина, при этом внешний слой тротила расплавляется и уносится потоком расплавленного парафина. Смешанный расплав по сливному трубопроводу поступает в аппарат-разделитель, где

снижается скорость потока и происходит непрерывное разделение расплавов парафина и тротила за счёт разности плотностей. Расплав парафина перетекает в насосную установку и вновь нагнетается насосом в камеру изделия на вымывание. Расплав тротила через гидравлический затвор, препятствующий проходу парафина, поступает в сборник тротила.

Извлеченный тротил в этом производстве разливают на плиты и после затвердевания раскалывают на куски. Полученный таким образом тротил используют для производства промышленных ВВ. Планируется производить переработку расплава тротила чешуированием.

В процессе вымывания парафином заряд ВВ полностью удаляется из корпуса изделия, дополнительная очистка корпуса перед разделкой в металлолом не требуется.

Технологический процесс извлечения ВВ расплавом парафина, по нашему мнению, является экологически чистым, так как, благодаря химической инертности и специфическим физико-механическим свойствам парафина технологические аппараты и коммуникации обеспечивают высокую герметичность, выбросы паров вредных веществ в атмосферу минимальны, оборудование просто в обслуживании.

С целью обеспечения универсальности технологии вымывания расплавом парафина проводятся работы по извлечению этим методом зарядов из гексогенсодержащих ВВ и утилизации извлеченных продуктов [5].

Механический способ извлечения ВВ из камеры применяется для неразборных боеприпасов и включает следующие операции. Снаряд распиливают в ванне с водой на три составляющие части: головную, цилиндрическую и донную, после чего беспрепятственно выпрессовывают на специальной установке выпрессовки. При полуавтоматическом режиме работы на тележку, стоящую за кабиной, устанавливают подставку с противнем. Изделие со срезанным дном устанавливают в подставку вниз срезом таким образом, чтобы боковой детонатор находился между ребрами жесткости подставки. Включают установку. Тележка перемещается в кабину, шибер закрывается, нижняя плита с подставкой, противнем и изделием поднимается. Одновременно накладка, закрепленная на верхней плите пресса, выталкивает заряд из корпуса, продавливая его через отверстия подставки. Куски продукта ссыпаются на противень, корпус изделия деформируется. По окончании процесса выталкивания заряда шибер открывается, и тележка с кусками продукта и деформированным корпусом перемещается из кабины.

После извлечения ВВ из корпуса металл идёт на переплавку, а ВВ поступает на переработку для вторичного использования.

Но данный способ имеет низкую производительность по причине повышенной опасности технологических операций и требует больших энергозатрат.

Для того, чтобы организовать наиболее эффективный и безопасный процесс дальнейшей переработки утилизированных ВВ, необходимо знать их основные свойства: насыпную и объемную плотности, угол естественного откоса, угол обрушения, угол внутреннего трения, коэффициент трения, адгезионные свойства, гранулометрический состав и т. д.

Сейчас даже при утилизации ВВ на специализированных предприятиях эти свойства не определяются. Мы предлагаем использовать приборный комплекс для оперативного определения свойств утилизированных ВВ.

За аналог приборного комплекса предлагается использовать приборы, которые широко используются для исследования дискретных материалов [6], но в их конструкцию внести изменения, учитывающие взрыво- и пожароопасность исследуемых материалов.

Для изготовления предлагаемых приборов не требуется сложного оборудования и больших материальных затрат, их можно изготовить непосредственно на предприятии силами ремонтных служб. Применительно к ВВ все приборы для предотвращения искрообразования необходимо изготавливать из цветного металла, дерева.

Анализируя представленный выше материал можно сделать выводы, что на Украине имеется возможность решения проблемы утилизации боеприпасов. Основная причина того, что она ещё не решена, заключается в низкой эффективности применяемых для утилизации технологий. Это обусловлено низким техническим уровнем используемого оборудования.

Для скорейшего решения вопросов конструирования оборудования для утилизации ВВ необходимо использовать опыт, накопленный при разработке и проектировании оборудования для утилизации различных химических веществ [7], основная сущность которого заключается в том, что проектировать оборудование и разрабатывать режимы эксплуатации и регламент ремонта необходимо с учетом меняющихся в процессе переработки физико-механических свойств утилизируемого материала. Повышенное внимание следует уделять стыковочным узлам, работающим при перепаде температур и давления.

При должном уровне освоения эффективных и экологически безопасных способов утилизации боеприпасов оборонные предприятия Украины будут иметь возможность увеличить объём и ассортимент перерабатываемой продукции, что позволит утилизировать как собственные списанные арсеналы, так и боеприпасы из России и стран НАТО, что обеспечит дополнительное наполнение госбюджета и создание новых рабочих мест.

Литература

1. Котельников И.А., Кирилов А.Н., Лазарев В.И. Экологически безопасная технология утилизации боеприпасов // http://ffe.h1.ru/util_bp.htm
2. Проблема утилизации боеприпасов на складах Украины удастся ли обезвредить миллионы взрывоопасных тонн // <http://www.podrobnosti.ua/opinion/2005/01/11/171794.html>
3. Печорина Н. К проблеме утилизации украинских боеприпасов // http://www.rcnp.kiev.ua/Main/Arxiv/15/5_r.htm
4. Тринитротолуол чешуированный // <http://www.zarja.com.ua/vv2.htm>
5. Хомотюк В. Проблемы безопасности процессов расснаряжения и утилизации тротилсодержащих изделий // <http://www.masters.donntu.edu.ua/2003/feht/khomotyuk/diss/index.htm>
6. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Карпов В.С. Комплексный подход к исследованию физико-механических характеристик дискретных материалов / Сборник научных трудов ДонГТУ. Серия: Химия и химическая технология, 2000. Вып. 13 С. 166–169.
7. Парфенюк А.С., Кутняшенко И.В., Топоров А.А. Значение физико-механических характеристик твердых отходов при проектировании техники для их переработки / Международный сб. научных трудов Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века. Донецк: ДонГТУ, 1998. –Т. 2. С. 278–280.

© Кутняшенко И В Веретельник С П Бован Д В