

УДК 662.2

**ОПЫТ КОНВЕРСИИ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО  
ТОПЛИВА И АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В  
КАЧЕСТВЕ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА В ЭЛЕМЕНТАХ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ ИНИЦИИРОВАНИЯ**

*Устименко Е.Б. к.т.н., Шиман Л.Н. к.т.н., Подкаменная Л.И., Челтонов М.М.*

*ГП «НПО «Павлоградский химический завод»*

*514002, г. Павлоград, ул. Заводская, 44*

*E-mail: dirphz@mail.pkhz.dp.ua*

Розглянути питання щодо можливості використання енергетичних речовин, що утворюються при утилізації боєприпасів і ракетних палив, як компонентів при виготовленні елементів неелектричних систем ініціювання промислових вибухових речовин. Визначені технологічні процеси конверсійної переробки енергетичних речовин, що дозволяють отримати компоненти для таких систем із необхідними характеристиками.

**Ключові слова:** утилізація боєприпасів і ракетного палива, вибухові речовини, компоненти НСИ

To examine a question for possibility of using the energy materials, which are got when salvaging the amunitions and missile fuel, as components at the fabrication of elements of unelectrical systems of initiating earned one's living explosive materials. Determined technological processes of conversion conversion of energy materials, which allow to get components for such systems with necessary features.

**Key words:** salvaging the amunitions and missile fuel, explosive materials, components NSI

**Введение.** На протяжении многих лет в Украине проводятся работы по утилизации обычных видов боеприпасов (БП) и ракет и, тем не менее, по данным Министерства Обороны, на базах и арсеналах еще находится более 1 млн.т непригодных для дальнейшего использования БП и ракет, которые представляют техногенную и экологическую опасность в случае возникновения аварийной ситуации при длительном их хранении.

**Анализ предыдущих исследований.** Одной из задач утилизации БП и ракет является создание и организация таких технологических процессов, которые позволяют не уничтожать материальные ресурсы, заложенные в БП и ракетах, а максимально возвращать их в экономику государства. Особенно актуальным это является для тех материальных ресурсов, производство которых на Украине отсутствует или является экологически вредным и технически опасным.

К таким производствам могут быть отнесены производства бризантных взрывчатых материалов и веществ (ВВ) и компонентов пиротехнических смесей, которые применяются при изготовлении элементов неэлектрических систем инициирования (НСИ) промышленных взрывчатых веществ.

**Цель работы.** Изучение характеристик и оценка возможности получения конверсионных продуктов, образующихся при утилизации БП и твердых ракетных топлив (ТРТ), для использования в качестве компонентов активных бризантных ВВ и компонентов замедлительных составов элементов НСИ.

**Материал и результаты исследования.** В последнее время НСИ находят все более широкое применение при ведении взрывных работ в скважинах и шпурах при добыче полезных ископаемых и в

строительстве. Основными элементами НСИ являются трубка волновод и капсуль детонатор (КД), которые снаряжены активным веществом на основе бризантного ВВ, такого как гексоген, октоген или ТЭН. Также, в элементе замедлителя КД используются пиротехнические смеси, включающие в качестве одного из компонентов перхлорат калия.

Известно, что некоторые виды БП содержат в качестве взрывчатого вещества гексоген или октоген, а некоторые виды твердых ракетных топлив (ТРТ) содержат в качестве компонентов октоген и перхлорат аммония или калия. При этом, в ходе процессов утилизации БП и ТРТ, возможно выделение этих продуктов для конверсионного использования.

Учитывая высокую чувствительность к механическим воздействиям октогена и гексогена, как правило, БП снаряжены взрывчатыми смесями, которые содержат не более 95% таких веществ в смеси с парафиновыми углеводородами или полимерами и алюминиевым порошком.

Некоторые виды ТРТ смесевое типа представляют собой твердый композиционный материал, состоящий из полимерного связующего на основе каучуков и наполнителя, включающего в основном такие вещества как перхлорат аммония (ПХА), октоген, алюминиевый порошок.

Для последующего применения в качестве взрывчатых веществ в элементах НСИ интерес представляют такие компоненты взрывчатых смесей БП и ТРТ, как октоген и перхлорат аммония. Причем ПХА интересен как сырье для получения перхлората калия (ПХК), который применяется в качестве компонента замедлительного состава в КД, являющегося элементом НСИ. Октоген, как вещество с высокой термической стабильностью, представля-

ет интерес в качестве активного ВВ для передачи инициирующего импульса по трубке волновода НСИ и как вторичное бризантное ВВ в КД.

В ходе выполнения работ, связанных с утилизацией БП и ТРТ, технологическим процессом предусматривается гидромеханическое извлечение ВВ и ТРТ из корпусов БП и ракетных двигателей, с последующей их переработкой в составах эмульсионных промышленных ВВ (ЭВВ). Однако, в ходе проведения таких технологических процессов утилизации появляется возможность выделения отдельных компонентов из взрывчатых смесей от БП и отдельных компонентов из ТРТ для их использования в качестве сырьевых источников ВВ, применяемых в НСИ.

Следует отметить, что процесс гидромеханического вымывания ВВ из БП и ТРТ из ракетных двигателей, для обеспечения минимизации выбросов в окружающую среду, является замкнутым по технологическому циклу рабочей жидкости. Поэтому для

его организации технологическая рабочая жидкость подвергается фильтрации и обработке для освобождения от твердой фазы и нерастворимых частиц, в том числе и октогена, и от растворимых солей, таких как ПХА.

Технологическая схема освобождения рабочей жидкости от компонентов вымываемых ВВ и ТРТ, их выделения и конверсии представлена на рис. 1.

При гидромеханическом вымывании ТРТ из ракетного двигателя часть ПХА из вымытого продукта растворяется в рабочей жидкости и переходит в раствор. Октоген не растворяется в воде и поэтому остается в твердой фазе в закапсулированном виде с полимерным связующим или в фильтруемом твердом осадке. При гидромеханическом вымывании октогенсодержащего ВВ из БП образуется суспензия нерастворимых в воде веществ, которая отфильтровывается в виде твердой фазы.

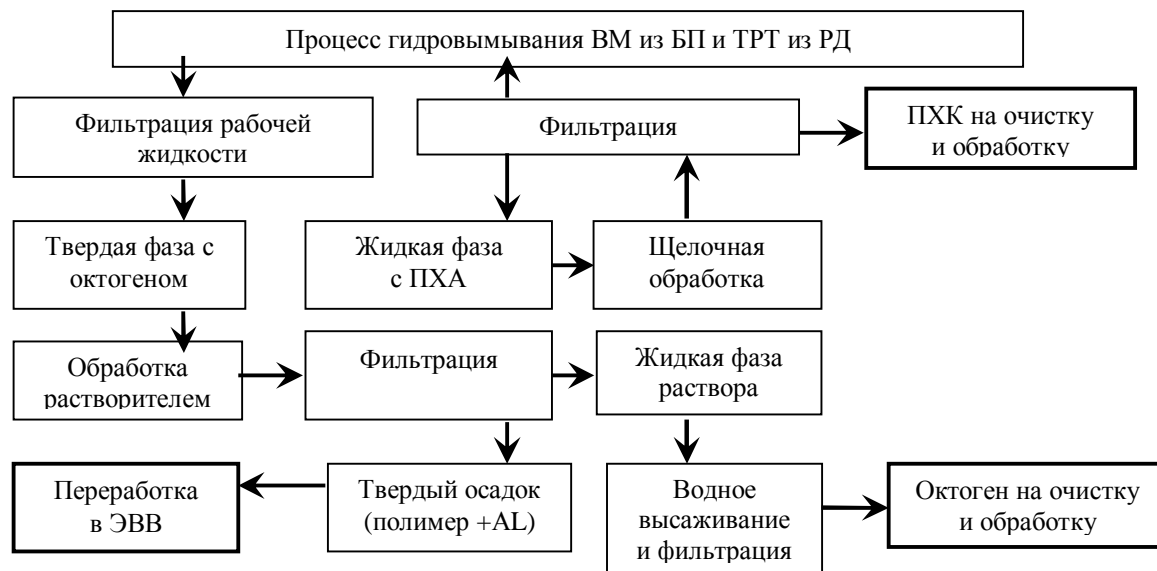


Рисунок 1 – Технологическая схема выделения и конверсии компонентов ВВ из БП и ТРТ.

При этом отфильтрованная из рабочей жидкости твердая фаза с октогеном обрабатывается растворителем для экстрагирования и перевода в раствор октогена, а нерастворимая часть, содержащая, в основном, полимерное связующее и алюминиевый порошок, направляются в качестве энергетической добавки для изготовления ЭВВ.

Выделение октогена из раствора в виде кристаллического продукта проводится водным высаживанием с образованием его в виде осадка частиц различной формы и размеров (от 10 до 120 мкм).

Рабочая жидкость цикла гидровывмывания после фильтрации представляет собой раствор ПХА, который в последующем подвергается обработке щелочными растворами для превращения ПХА в ПХК. При этом ПХК, как вещество малорастворимое, выпадает в осадок, и удаляется из процесса для последующей обработки. Очищенная таким образом рабочая жидкость возвращается обратно на процесс гидровывмывания ТРТ из ракетных двигателей или ВВ из БП.

Следует отметить, что для использования в качестве взрывчатых материалов в элементах НСИ, к ПХК и октогену предъявляются определенные требования по чистоте и гранулометрическому составу.

Поэтому, после проведения первого этапа конверсии компонентов ТРТ и их экстрагирования необходимо выполнить технологические процессы, связанные с доведением их свойств до требуемых. Для этого проводят дополнительную перекристаллизацию октогена, позволяющую получить частицы необходимого размера и чистоты для использования в качестве активного ВВ в трубке волновода НСИ и для использования в качестве вторичного бризантного ВВ в КД.

Представленные на рис. 2 данные показывают разницу по форме и размерам для частиц октогена после первого экстрагирования и после перекристаллизации.

Как видно, частицы октогена после перекристаллизации являются более однородными по форме и в них практически отсутствуют игольчатые структуры,

которые являются наиболее чувствительными к механическим воздействиям. Получаемые при этом частицы октогена имеют характерный размер < 40 мкм.

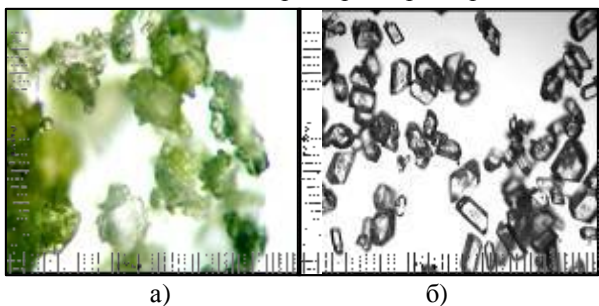


Рисунок 2 – Форма частиц октогена:

- а) – после экстрагирования  
б) – после перекристаллизации

Перхлорат калия после удаления из процесса в виде осадка влажного порошкообразного вещества промывается, фильтруется и сушится. В сухом виде производится его измельчение и рассев для получения гранулометрического состава частиц, необходимых для использования в замедлительных составах КД.

На рис. 3 представлены фотографии частиц ПХК после осаждения из раствора рабочей жидкости, используемой в циклах гидровывивания ТРТ и частиц ПХК товарной фракции.

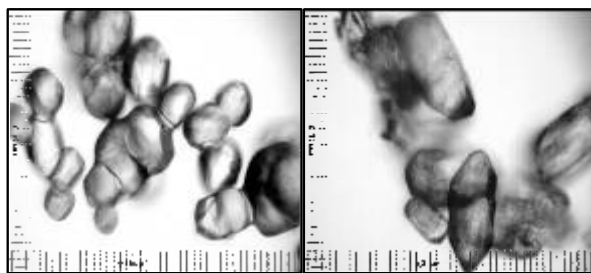


Рисунок 3 – Форма частиц ПХК:  
а) – товарная фракция  
б) – после осаждения из раствора

Как видно, частицы ПХК, полученные из рабочей жидкости, практически не отличаются по форме и размерам от ПХК товарной фракции (< 150 мкм).

Оценка характеристик конверсионных продуктов, полученных от процесса утилизации ТРТ, представлена в табл. 1 и показывает, что полученные указанным способом октоген и перхлорат калия являются по своим физическим характеристикам близкими к товарным продуктам и могут быть применены в качестве взрывчатых ингредиентов в элементах НСИ.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика конверсионных продуктов

№ п/п	Наименование	Температура разложения (ДТА), С <sup>0</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Условная теплота разложения КДж/кг	Чувствительность к механическим воздействиям	
					Удар, Дж	Трение, Н
1	<b>Октоген:</b> от конверсии по ОСТ	<b>281</b> <b>&gt; 278</b>	<b>1,89</b> <b>&gt;1,87</b>	<b>5920</b> <b>&gt;5800</b>	<b>5,0</b> <b>5,0</b>	<b>120</b> <b>&gt;48</b>
2	<b>ПХК:</b> от конверсии по ОСТ	<b>580</b> <b>&gt;560</b>	<b>2,51</b> <b>2,52</b>	<b>625</b> <b>627</b>	<b>н/ч</b> <b>н/ч</b>	<b>н/ч</b> <b>н/ч</b>

Опыт использования полученных конверсионных продуктов при изготовлении НСИ марки «Прима-ЕРА» показал, что характеристики по передаче инициирующего импульса практически соответствуют тем НСИ которые изготавливаются с использованием товарных марок таких продуктов [1].

Следует отметить, что применение октогена в элементах НСИ, вместо традиционных ТЭНа и гексогена, позволяет улучшить характеристики элементов НСИ, получать более термостабильные элементы НСИ, а, учитывая большую мощность октогена, уменьшить его содержание в элементах. Кроме того, при этом повышается безопасность работ как с элементами НСИ (трубка волновод, КД), так и с самим НСИ.

Таким образом, показана возможность конверсии таких компонентов как октоген и ПХА, извлекаемых при гидромеханическом вымывании ВВ из

БП и ТРТ из ракетных двигателей в ходе процессов их утилизации, в вещества, пригодные для использования при изготовлении элементов НСИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шиман Л.Н., Устименко Е.Б., Подкаменная Л.И., Кириченко А.Л., Касперский Й.Г. Опыт применения бестрогильовых эмульсионных взрывчатых веществ марки «ЕРА» на взрывных работах при зарядании скважин механизированным способом с использованием смесительно-зарядных машин. // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ імені Михайла Остроградського, 2007. – Вип. 5/2007 (46). Частина 1. – С. 113-117.

Статья поступила 25.01.2008.  
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.  
Воробьевым В.В.