

В.М.КУПРИНЕНКО, Б.А.АНТОНОВ, В.В.ИГНАТЬЕВ, И.А.ОВЯН, А.Б.СМИРНОВ
СКТБ «Технолог» СПбГТИ, Санкт-Петербург,
Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УТИЛИЗИРУЕМЫХ ВВ БОЕПРИПАСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНВЕРСИОННЫХ ВВ НЕПОСРЕДСТВЕННО В ПРОЦЕССЕ РАССНАРЯЖЕНИЯ

В настоящее время на базах и арсеналах МО РФ содержится значительное количество обычных видов боеприпасов (БП) с истекшим сроком хранения. Общее количество бризантных ВВ, содержащихся в них, оценивается примерно в 100 млн т. Безусловно, эта величина несопоставима с ежегодным потреблением промышленных ВВ (ПВВ) в России (1 млн т). Однако если учитывать потенциальную техногенную опасность, а также абсолютную материальную ценность химического сырья, то введение их в хозяйственный оборот является важной экологической и экономической задачей.

Решение проблемы в промышленном масштабе требует нетрадиционных подходов как к организации процесса утилизации, так и к ее техническому воплощению. Экономические расчеты отечественных и зарубежных специалистов и их практическое подтверждение убедительно показывают фактическое отсутствие коммерческой выгоды от эксплуатации подобных производств. Если исключить социальный и экологический аспекты утилизации обычных боеприпасов (только боевые части с ВВ без остальных компонентов оружия), при используемых технологиях и существующих в России нормативных и правовых документах расснаряжение БП в принципе убыточно. В Германии тратится, например, до 15 марок на 1 кг боеприпасов, в

США ежегодно выделялось до 35 млн дол. на уничтожение или утилизацию БП. Такое положение определяется спецификой производств, многообразием конструкций вооружения и используемых в них ВВ, относительно малым временем осуществления научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, а в России еще и практически отсутствием их финансирования.

Для рассмотрения возможности использования химического сырья необходимо, в первую очередь, определить номенклатуру снаряжаемых ВВ и способы наполнения ими боеприпасов. 70 % всех подлежащих утилизации взрывчатых материалов составляют тротильные заряды. Несмотря на известную экологическую опасность тротила в России и государствах СНГ, в отличие от западных стран, широко распространен в гражданской промышленности. Это вызвано достаточно низкой стоимостью исходного сырья и сложившимися традициями. «Нитровзрыв» подтверждает, что широкое потребление ТНТ при проведении взрывных работ будет продолжаться, несмотря на наметившиеся тенденции к разработке принципиально новых экологически чистых ПВВ. Поэтому применение тротила из снаряжаемых боеприпасов в различных формах будет иметь коммерческую основу. Вопрос стоит только в том, как его оптимально утилизировать и в каком виде извлеченный материал направлять на взрывные работы.

В достаточной степени ясно и практическое применение смесей типа ТГ, ТОК (тротил, гексоген, октоген) в качестве различных дополнительных детонаторов и зарядов повышенного могущества для специальных работ.

В особом ряду проблем утилизации вооружения и военной техники стоит вопрос извлечения и применения смесевых литьевых взрывчатых составов (ВС), содержащих тротил, гексоген, октоген, алюминиевые порошки и пудры и различного рода флегматизаторы типа церезина, стеарина, оксизина. Эти составы создавались специально для военных целей и в связи с их специфическими условиями переработки и свойствами не нашли прямого применения во взрывных работах. Поскольку снаряжение боеприпасов расплавами ВС осуществлялось непосредственно в корпус, задача придать им пригодную для применения в гражданской промышленности форму (гранулы, порошок, чешуйки...) не ставилась и, соответственно, не решалась. Их функция повышенного могущества уничтожения и разрушения не предполагала сбалансированной с точки зрения экологии рецептуры. Наличие мощных и чувствительных бризантных взрывчатых веществ (гексогена и октогена) определялось боевыми задачами, что дополнительно делает их непосредственное применение при массовых взрывных работах малоперспективным. В то же время подобные ВС являются существенной материальной ценностью, так как их насчитывается десятки тысяч тонн, и нахождение путей их утилизации в этой связи является весьма актуальной задачей.

При разработках технологий и оборудования для их осуществления сталкиваемся с такими специфическими факторами, как:

- необходимость повышенных требований к производству как к потенциально опасному и вредному (промышленная и экологическая безопасность);
- многовариантность изделий как по конструкциям, так и по способам снаряжения и типам ВВ;
- способы и параметры оценки допуска боеприпасов к утилизации;
- уникальность извлекаемых ВВ вследствие специфики их применения как средств уничтожения;
- достижение определенной коммерческой отдачи от эксплуатации;
- возможность применения конечной продукции утилизации в гражданской промышленности, в рассматриваемом случае для проведения взрывных работ и др.

В настоящее время в России и за рубежом в основном используются следующие общеизвестные методы демилитаризации обычных боеприпасов:

1. Контактная, «влажная» выплавка ВВ водой или паром. Осуществляется подачей теплоносителя в корпус боеприпаса при температуре выше температуры плавления тротила. Основным недостатком при всей простоте способа – отсутствие экологической чистоты. Необходимо восстанавливать значительные количества оборотной воды. Существует опасность взрыва при извлечении составов, содержащих алюминиевые порошки (выделение водорода при кон-

такте с водой). Конечная продукция требует доводки до потребительской кондиции вследствие ее влажности, отсутствует утилизация тепла и др.

2. Неконтактные «сухие» методы выплавки. Корпус нагревают паром, горячей водой, ТВЧ, СВЧ до температуры выше температуры плавления тротила. Основные недостатки: малая производительность, практическая невозможность извлечения ВВ из изделий сложной конфигурации и значительных габаритов, несанкционированные разогревы при длительном воздействии температуры на ВВ.

3. Вымывание струей воды высокого давления. Основные недостатки: необходимость очистки значительного количества оборотной воды, возможное взаимодействие воды с алюминиевыми порошками, что приводит к резкому сокращению сроков хранения и эксплуатации, сложность дальнейшей переработки извлеченного ВВ, значительная энергонагрузка.

4. Гидро-, взрыво- и ультразвуковая резка корпусов боеприпасов вместе с ВВ. Основные недостатки: опасность проведения самого процесса и возможность загрязнения ВВ сенсibilизаторами в процессе разделки; необходимость значительных территорий, расхода средств инициирования; значительные затраты на дальнейшую переработку выделенных фрагментов химического сырья.

5. Извлечение ВВ из корпусов боеприпасов подачей расплава парафина на заряд ВВ. Основные недостатки: использование значительного количества привносимого теплоносителя, необходимость его удаления из ВВ с последующим циклическим уничтожением, флегматизация извлеченного тротила вплоть до потери детонационной способности.

Кроме того, рассматриваются различные способы, не находящие в настоящее время достаточного применения: механические, криогенные, импульсные, растворение, кавитационной эрозии, биологические и др.

Очевидно, что практически во всех рассматриваемых способах предусмотрен разрыв технологической цепочки: извлечение – получение конечной продукции. Взрывчатые вещества, выделенные из боеприпасов, представляют собой полуфабрикат. Необходима организация еще одного участка для изготовления из них конверсионных ВМ (сушка, очистка, плавление, дробление, смешение, гранулирование, заливка и др.), что приводит к значительному увеличению себестоимости потребительской продукции утилизации, требует организации транспортирования и хранения извлеченного химического сырья. В какой-то степени «сухой» неконтактный способ и извлечение парафином позволяют получать готовую продукцию непосредственно в технологическом цикле для ряда боеприпасов. Однако предлагаемая организация участков утилизации ориентирована на получение промежуточных продуктов.

СКТБ «Технолог» предложен экологически чистый, промышленно безопасный и безотходный способ извлечения ВВ из обычных видов боеприпасов с последующей переработкой в ВВ и изделия из них промышленного назначения, оборудование для его реализации и технические проекты организации участков утилизации, в том числе и на местах хранения боеприпасов.

Объекты утилизации – все виды боеприпасов (снаряды, морские и инженерные мины, авиационные и глубинные бомбы, боевые части торпед и ракет и др.), снаряженные литьевыми взрывчатыми веществами (тротил) и взрывчатыми составами, содержащими тротил, гексоген (октоген), металлические порошки, флегматизаторы в различном сочетании. Габариты объектов, масса ВВ и корпуса, его геометрическая форма, наличие внутренних элементов не лимитированы. Организация расснаряжения – от единичного изделия до группового (кассетного) извлечения ВВ из корпусов в зависимости от типа боеприпаса и условий организации утилизации. Производительность – от 160 кг/ч извлеченного ВВ.

Технология основана на подаче рабочего тела, с определенными параметрами, в корпус боеприпаса с последующим непрерывным выделением рабочего тела из извлеченного ВВ и постоянной циркуляцией в технологическом процессе вплоть до его окончания. Одновременно в одном цикле производится изготовление готовой (потребительской) продукции взрывчатого характера или же его полуфабриката, что позволяет снизить капитальные, эксплуатационные и транспортные затраты и сделать утилизацию безотходной и экологически чистой.

Центральным стержнем разработки является выбор рабочего тела, которое должно обеспечить промышленную безопасность процесса, экологическую чистоту, безотходность,

максимальное использование утилизируемого сырья при минимальных затратах. Для этого необходимо соблюдение следующих основных условий:

- химическая инертность жидкости по отношению к компонентам ВВ и металлам для сохранения свойств извлеченных материалов и корпусов боеприпасов после их контакта с рабочим телом;
- повышенная термостабильность и безопасность в рабочем диапазоне температур и давлений данного способа;
- возможность длительного использования жидкости без изменения ее свойств при многократном возвращении в цикл переработки;
- использование рабочего тела как компонента утилизируемой продукции;
- доступность.

Наиболее универсальным и удовлетворяющим все перечисленные требования представляется, совершенно очевидно, расплав тротила. Вещество входит в рецептуру большинства литьевых ВВ, граничные условия переработки и применения изучены. Способ позволяет выделить извлеченный материал исходной рецептуры. Сырьевая база теплоносителя находится в самих боеприпасах, снаряженных тротилом, которые подлежат демилитаризации. Планирование конечной продукции и способов ее достижения не зависит от методов демилитаризации, а определяется только типом извлекаемого ВВ.

Оборудование для извлечения и дальнейшей переработки ВВ разработано с учетом возможности работы в режимах стационарной, передвижной, полевой эксплуатации с максимальным использованием инфраструктуры и мощностей мест утилизации. Это обеспечивается малой материал- и энергоемкостью оборудования, блочно-модульным принципом расположения аппаратов на транспортно-эксплуатационных рамах, причем размер модуля не превышает размера шасси автомобиля типа КамАЗ, железнодорожной платформы, а блок – стандартного производственного проема. Сборка оборудования – 3 дня.

Промышленная опасность не превышает опасности литьевых технологий ВВ, так как приемы работ, основные узлы работающего оборудования и технологические параметры соответствуют отработанным в производстве. Управление основными процессами дистанционное. Экологическая чистота способа обеспечивается полной герметичностью ведения всего технологического процесса и отсутствием отходов производства как по основным, так и по вспомогательным материалам. Решением Министерства экономики Российской Федерации способ допущен к использованию на территории РФ при утилизации обычных видов боеприпасов.

Метод и оборудование проверены, опробованы на лабораторных и опытных установках на экспериментальной базе СКТБ «Технолог». На комплект специализированного промышленного оборудования для организации участка утилизации подготовлена рабочая конструкторская документация. В настоящее время ведутся работы по ее внедрению.

Для создания участков извлечения и переработки ВВ на местах хранения с последовательным постепенным расширением производства как по объему, так и по типу боеприпасов разработаны организационные схемы, позволяющие снизить предэксплуатационные затраты и ускорить окупаемость утилизации. В зависимости от типов ВВ и боеприпасов срок окупаемости в среднем составляет 2 года.

Схематично технология производства состоит из трех модулей: извлечения, переработки и обслуживания. Как указывалось выше, оборудование размещено на транспортно-эксплуатационных рамах.

Работа установки при использовании в качестве рабочего тела расплава тротила выглядит следующим образом. Затравочная порция твердого тротила поступает в плавитель, где плавится, подогревается до рабочей температуры и самотеком поступает в насос-нагнетатель. На узел размыва с головкой размыва крепится боеприпас или группа боеприпасов при коллективном извлечении. Насос-нагнетатель направляет расплав тротила в головку размыва. Под действием тепловой и кинетической энергий струй расплавленного тротила, подаваемого на поверхность ВВ в корпусе боеприпаса, происходит размыв его и унос вместе с рабочим телом в осветлитель, где под действием центробежных сил непрерывно осуществляется отделение (очистка) тротила от извлекаемого ВВ и повторное направление его в насос-нагнетатель. Цикл повторя-

ется до полного извлечения ВВ. Изменением длины струй обеспечивается расснаряжение крупногабаритных изделий. Создаваемая конструкторско-технологическими приемами зона постоянного затопления корпуса расплавом позволяет полностью извлекать ВВ из корпусов с различными внутренними элементами.

Извлеченное ВВ из осветлителя поступает самотеком в накопитель с мешалкой, откуда оно направляется в модуль переработки. В накопителе также происходит доведение ВВ до необходимой рецептуры за счет введения тех или иных компонентов. В случае извлечения тротильных зарядов схема существенно упрощается, так как не надо очищать рабочее тело (исключается из состава оборудования осветлитель).

Пространственное расположение оборудования позволяет организовать подачу расплава по продуктопроводам от аппарата к аппарату в основном самотеком, что устраняет необходимость иметь вспомогательные нагнетательные агрегаты, повышает безопасность процесса, снижает общий уровень накопления статического электричества, уменьшает энергонагрузку.

Все соединения выполнены герметично, что исключает выделение вредных и токсичных веществ в рабочую зону в процессе извлечения и переработки. Обогрев рабочих поверхностей осуществляется автономно с помощью подачи высокотемпературного жидкого теплоносителя, возможно использование парового хозяйства мест утилизации.

Размещение участков утилизации на местах хранения как наиболее оптимальное решение из существующих предполагает и специфический подход к оборудованию модуля переработки, т.е. к номенклатуре готовой продукции. Это вызвано отсутствием соответствующих производственных мощностей на местах расснаряжения. В настоящее время разработанные СКТБ «Технолог» технология и оборудование позволяют выпускать тротил в виде кусков регламентированной формы, чешуйки, которые можно использовать непосредственно при взрывных работах, а чешуированный тротил – при приготовлении на местах простейших промышленных ВМ (смеси тротила и аммиачной селитры, например). Все ВМ идут для потребления при проведении наружных взрывных работ. На применение утилизированного ТНТ в таком виде существует разрешение Госгортехнадзора РФ (ТУ 7511809-93, ТУ 7511819-94). Кроме того, непосредственно при осуществлении расснаряжения корпусов организуется изготовление стандартных литых тротильных зарядов, например: Т-400, накладных типа ЗКН и др.

Смесевые ВВ непосредственно не применяются в гражданской промышленности из-за повышенной опасности и отсутствия примеров их массового применения при взрывных работах. Проблема их широкого использования не решена и до сих пор актуальна. Рассматриваемая установка позволяет получать разработанные отраслевым институтом ФГУП КНИИМ промышленные ВМ – альгетолы (ТУ 7511819-94), которые представляют собой разбавленные тротилом ВС. Выпуск продукции – в виде кусков регламентированной формы. Предполагается также изготовление, как и для тротила, различных специальных зарядов, в частности, разработанные ГосНИИ «Кристалл» промышленные детонаторы ТГ500Э, ТГАФ-500Э и др. (ТУ 84-08628424-665-95). Составы типа ТА (тротил-алюминий) перерабатываются в алюмотол (ГОСТ 12696-77). Из смесей типа ТГ непосредственно изготавливаются различные, стандартные литые промышленные детонаторы типа Т-500. Кроме того, технология и оборудование позволяет оперативно производить разнообразные по конструкции и рецептуре специальные заряды ВМ для конкретных целей заказчика.

В настоящее время ведется разработка аппарата «сухой» грануляции, как для тротила, так и для смесевых ВВ, который работал бы в комплекте с остальным оборудованием и при тех же условиях эксплуатации. Это значительно повысит качество конечной продукции, возможности ее применения, коммерческую отдачу.

Кроме повышенной опасности конверсионные ВВ обладают резко отрицательным кислородным балансом, что является неприемлемым для их массового использования. В связи с этим, в соответствии с предлагаемой концепцией единого технологического цикла, СКТБ «Технолог» был разработан ряд рабочих тел на основе эвтектических расплавов солей минеральных окислителей. Подобные расплавы удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к теплоносителям, а также имеют положительный кислородный баланс, температуру плавления в пределах 80-120 °С, широко применяются в промышленности и непосредственно в отрасли. Эвтектики изго-

тавливаются в специальном плавителе – дозаторе, входящем в комплект оборудования, и поступают на операцию извлечения. Возможно их направление непосредственно на стадию переработки для смешивания с извлеченным ВВ. Меняя эвтектики в зависимости от типа конверсионного ВМ, можно регулировать кислородный баланс и взрывчатые характеристики в нужную сторону.

Наиболее универсальной представляется эвтектика из смеси аммиачной, кальциевой и натриевой селитр. Например, ввод ее в количестве 74 % по массе в составы типа ТГФА позволяет получать кислородный баланс рецептуры минус 0,06 при чувствительности к удару по стандартной пробе 16-32 % и по эксплуатационным свойствам близкий к скальному аммоналу. Таким образом, можно говорить о создании на базе конверсионных ВМ условно экологически чистых промышленных ВВ.

СКТБ «Технолог» продолжает разработки в указанных направлениях. Учитывая сложность получения разрешения на постоянное применение тех или иных типов конверсионных ВМ, на наш взгляд, необходимы более тесные контакты разработчиков подобной продукции с их потенциальными потребителями. В частности, можно было бы совмещать необходимые испытания новой продукции с наработкой достаточного объема с проведением взрывных работ на соответствующих предприятиях; совместно оценивать наиболее оптимальное использование специфических свойств конверсионных ВМ, например: водостойкость, восприимчивость к детонационному импульсу, высокие взрывчатые характеристики и др.; снижать транспортные расходы за счет использования ВВ боеприпасов, хранящихся в данном регионе.