

УДК 623.459.44.8

О принципах и структуре российских технологий крупнотоннажного уничтожения запасов химического оружия

© 2007. В.Б. Кондратьев, В.А. Петрунин

Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии

В данной работе представлен материал о принципах и структуре технологий крупнотоннажного уничтожения запасов химического оружия, реализуемых на российских объектах.

The article deals with the principles and structure of large-scale chemical weapon destruction that are being realized in objects of Russia.

«...Каждая сторона в ходе уничтожения своего химического оружия будет отдавать наивысший приоритет обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды».

Это требование «Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия» (далее по тексту – Конвенция) является основополагающим при разработке технологий уничтожения химического оружия (ХО).

В Конвенции, в целях недопущения применения примитивных и экологически опасных методов уничтожения ХО, записано, что при его уничтожении не должны применяться такие методы, как сжигание отравляющих веществ (ОВ) на открытом воздухе или затопление в океане.

А чем, собственно, предопределяется опасность процесса уничтожения ХО? Чего тут надо опасаться? А опасаться есть чего.

Токсичность такого ОВ, как зарин, примерно в 1000, а зомана – в 2500 раз выше, чем токсичность особо опасных промышленных веществ, относящихся к первому классу опасности (со среднесмертельной дозой, равной 15 мг/кг). Это означает, что для работы с ОВ требуются другие подходы и другой технический опыт, чем для работы с наиболее опасными вредными веществами, применяющимися в промышленности, и, конечно же, нужны люди, владеющие этими весьма специфическими знаниями.

Международное значение и важность проблемы привлекли внимание высококвалифицированных специалистов в различных областях знаний. В результате их работы было выработано значительное количество предложений по способам и методам уничтожения ХО, основанных на новейших достижениях науки и техники.

В России головной организацией, ответственной за разработку процессов уничтожения ХО, является Государственный научный центр Российской Федерации, Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (ФГУП «ГосНИИОХТ»).

Специалистами института были всесторонне проанализированы многочисленные предложения по методам и способам уничтожения ХО, опробовано более 50 различных способов детоксикации ОВ, что в дальнейшем позволило определиться с наиболее перспективными и экологически безопасными технологиями.

Современные ОВ, такие как зарин, зоман, Vx, представляют собой летучие жидкости, которые не отличаются высокой термостабильностью (при температуре выше 300°C они начинают интенсивно разлагаться), активно вступают во взаимодействие со многими химическими реагентами (кислотами, основаниями), в связи с чем для деструкции молекул ОВ, то есть для уничтожения веществ, пригодны очень многие известные способы, но это вовсе не означает, что данные способы можно использовать в качестве основы для разработки технологии уничтожения ХО.

В чем суть выбора способа детоксикации ОВ и разработки технологии уничтожения ХО?

Американские специалисты более 25 лет назад пошли по пути одностадийного процесса уничтожения ХО методом сжигания. Метод этот был приспособлен для уничтожения ХО в самых разных формах – и для ОВ, извлечённых из контейнеров и боеприпасов, и для нерасснаряжённых боеприпасов, в том числе с неудалённым взрывателем, и для загрязнённых упаковочных материалов и т. п. В целях реализации метода были созданы специализированные печи.

Схема организации указанного процесса основана на принципе непрерывного потока (ОВ извлекается из снарядов, накапливается в приёмных ёмкостях, насосами подаётся в печь сжигания, а далее продукты сгорания подаются на очистку). По его завершении на 1 тонну сжигаемого зарина образуется около 8 тонн токсичного солевого раствора.

Опыт эксплуатации таких печей показал их недостаточную надёжность, из-за чего отмечались случаи нарушения технологического режима с выбросом в атмосферу токсичных соединений.

Под давлением общественности конгрессом США было принято решение о разработке альтернативных технологий уничтожения ХО и доведения их до промышленных масштабов.

Самыми важными, на наш взгляд, из методов, предложенных американскими специалистами, являются четыре альтернативных технологических варианта, основанных на химической нейтрализации боевых ОВ:

- нейтрализация ОВ с последующим сжиганием образующихся реакционных масс на месте или на другом объекте (можно условно считать, что прототипом для данной технологии является российская технология, реализованная на мобильном комплексе по уничтожению ХО);
- нейтрализация ОВ с последующим окислением реакционных масс в среде влажного воздуха с биологической обработкой;
- нейтрализация ОВ с последующим окислением реакционных масс водой, находящейся в сверхкритическом состоянии;
- нейтрализация ОВ с последующей биологической обработкой реакционных масс.

В России пошли по пути создания двухстадийной технологии уничтожения ХО (химической нейтрализации ОВ при обычной температуре и нормальном давлении с последующей утилизацией образующихся малотоксичных реакционных масс методом сжигания или битумирования).

На рисунке 1 приведена схема уничтожения химического оружия по указанной технологии.

Суть её заключается в следующем.

Снаряды поступают на расснаряжение. Отравляющее вещество, например, зарин или зоман, извлекается из боеприпаса и подаётся

на химическую обработку моноэтаноламином в аппарат первой стадии. Здесь ОВ и реагент превращаются в малотоксичную реакционную массу, которая далее направляется либо в следующий реактор, где обрабатывается горячим битумом с окисью кальция (с последующим захоронением битумно-солевой массы), либо – в печь на сжигание. Корпуса боеприпасов предварительно дегазируются и направляются в печь обжига.

В основу технологии заложены три принципа (дискретность, периодичность и двухстадийность), которые реализуются следующим образом.

Боеприпас с транспортёра поступает в агрегат расснаряжения для его вскрытия сверлением и эвакуации ОВ в реактор первой стадии, где уже имеется реагент. В этом же агрегате внутренняя часть боеприпаса промывается последовательно чистым реагентом и водой. Изделие проверяется на полноту дегазации и при отсутствии заражённости направляется на обжиг, а далее – в металллом.

Принцип **дискретности** реализуется таким образом, что пока из боеприпаса не извлечено все ОВ и не отправлено в реактор, следующий боеприпас не вскрывается; т. е. в работе находится столько вещества, сколько его есть в одном боеприпасе. Одно дело, когда в работе несколько тонн ОВ, и совсем другое дело, когда всего несколько килограммов. Это, говоря технологическим языком, резко снижает степень риска.

Принцип **периодичности** реализуется таким образом, что из реактора первой стадии реакционная масса передаётся на следующую стадию только после проведения анализа на полноту уничтожения ОВ. Если вдруг остаточное количество ОВ окажется больше допустимого, процесс детоксикации повторяют. Никакого непрерывного отведения продуктов из зоны реакции нет, а значит, исключена передача не прореагировавшего ОВ на следующую стадию.

Далее реализуется принцип **двухстадийности**. Исходя из нашего опыта, мы считаем, что вещество должно быть уничтожено как бы дважды, оба раза полностью и обязательно разными методами. Реакционные массы после завершения работ на первой стадии направляются на вторую стадию, где они либо обрабатываются горячим битумом с окисью кальция, в результате чего образуются битумно-солевые массы 4-го класса опасности (с токсичностью $LD_{50} > 50$ мг/кг), подлежащие

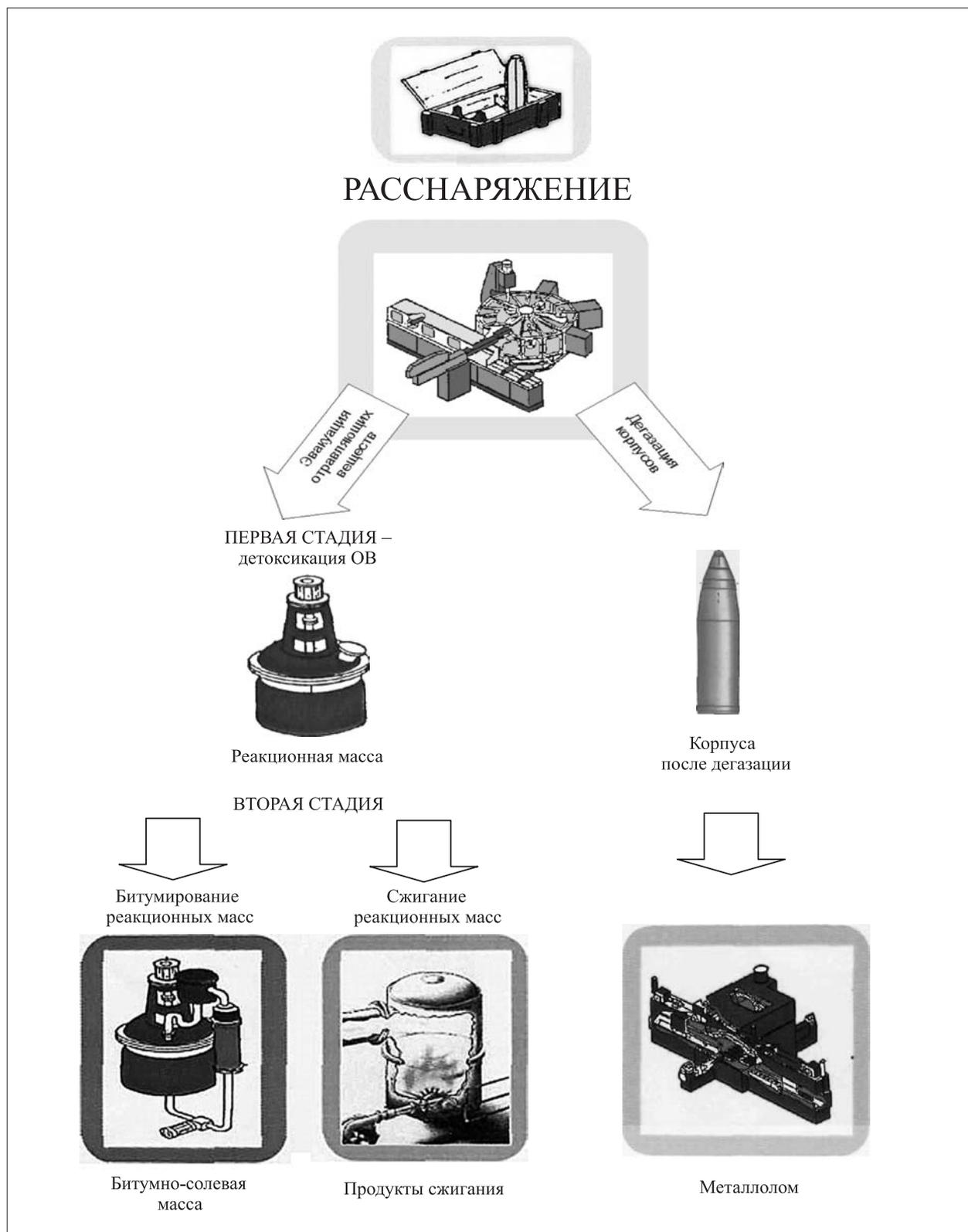


Рис. 1. Организационная схема технологического процесса уничтожения снарядов ствольной и реактивной артиллерии

дальнейшему захоронению на полигоне, либо сжигаются с улавливанием отходящих окислов водными растворами щёлочи, образованием и выделением смеси солей, передающихся на захоронение.

При использовании двухстадийной технологии:

- исключаются высокие температуры в зоне переработки ОВ;
- уничтожение (нейтрализация, деток-

- сикация) ОВ проводится в мягких, строго контролируемых условиях;
- исключается переработка отравляющих веществ под давлением;
- процесс уничтожения ХО проводится с ограниченным количеством отравляющих веществ, что исключает развитие неконтролируемой аварийной ситуации;
- проводится поштучное расснаряжение химических боеприпасов. Это обеспечивает возможность блокировки процесса уничтожения отравляющих веществ на каждой стадии;
- применяется только двухстадийный процесс уничтожения ОВ, в котором на первой стадии проводится его уничтожение (нейтрализация, детоксикация) и только потом, на второй стадии, утилизируется реакционная масса.

Названные преимущества обеспечивают безопасность, надежность и экологическую состоятельность указанной российской технологии, прошедшей серьёзные испытания. Были проведены опытные работы по масштабированию процессов уничтожения зарина, зомана и Vx. Результаты данных работ использованы при проектировании объектов по уничтожению ХО.

Одним из вариантов технологии применительно к крупногабаритным авиационным бомбам является разработанная также в ГосНИИОХТ технология уничтожения ОВ типа Vx непосредственно в боеприпасах без предварительного извлечения вещества из них. Она была подвергнута тщательному анализу специалистами Федерального агентства по промышленности и реализована в промышленном масштабе на объекте по уничтожению ХО «Марадыковский» в Кировской области и планируется к реализации на подобном объекте в п. Леонидовка Пензенской области.

Организационная схема технологического процесса приведена на рисунке 2.

Данный процесс предельно прост и безопасен, так как ОВ не извлекается из боеприпасов, что существенно снижает возможность аварийных ситуаций. В их корпуса добавляется определённое количество реагента, после чего сами боеприпасы герметизируются и выдерживаются в течение трёх месяцев. Содержание ОВ в полученной внутри корпуса реакционной массе после этого составляет менее 0,01%. В дальнейшем после всех необходимых анализов и извлечения из корпуса изделия реакционные массы подлежат сжиганию.

К настоящему времени по этой технологии уничтожено более 19,5 тысячи боеприпасов.

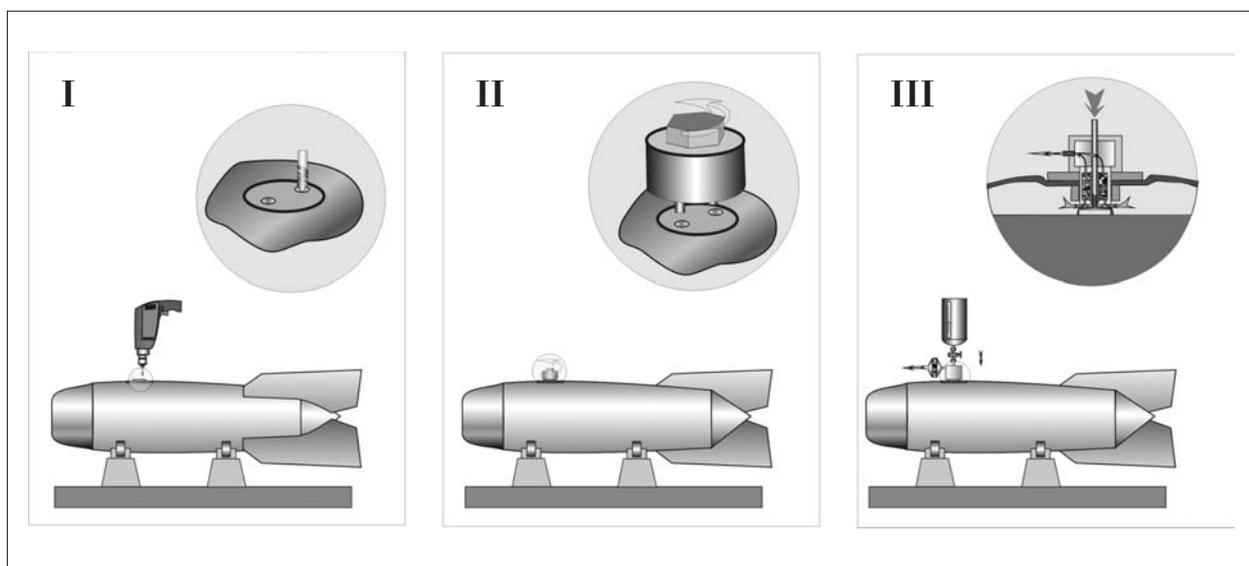


Рис. 2 . Организационная схема технологического процесса уничтожения ОВ непосредственно в авиабомбах

Примечание: данным методом уничтожают крупные авиационные боеприпасы, снаряжённые ОВ типа Vx.

I. Вскрывают наливной узел.

II. В продуктивную камеру, имеющую 10% свободного объёма, вносят реагент в количестве до 7% от массы ОВ.

III. Герметизируют боеприпас и выдерживают его при плюсовых температурах в течение 3-х месяцев до детоксикации ОВ.