

Технические
записки по
противоинной
деятельности



TNMA

Техническая записка TNMA 09.30-04

Версия 1.0

Поправка 1, июль 2013 года

Системы боеприпасов объемного взрыва (FAE)



Внимание!

Рассылка данного документа осуществляется в сообществе по противоминной деятельности с целью его критического анализа и предоставления комментариев. Хотя формат данного документа аналогичен Международным стандартам противоминной деятельности (IMAS), данный документ не относится к серии IMAS. В этот документ могут вноситься изменения без уведомления, а ссылки на него в качестве Международного стандарта являются неприемлемыми.

Получателям этого документа предлагается направлять уведомления об известных им в этой связи существующих защищенных патентом правах вместе с комментариями и сопутствующей документацией. Комментарии следует направлять по адресу mineaction@un.org с копией в адрес imas@gichd.org.

Содержимое этого документа основано на информации, полученной из ряда открытых источников и подтвержденной в отношении технических положений в той степени, насколько это возможно в разумных пределах. В ходе работы с информацией, содержащейся в настоящем документе, пользователям следует учитывать это ограничение. **Кроме того, пользователям следует помнить, что этот документ носит лишь консультативный характер и не является официальным директивным документом.**

Содержание

Содержание.....	iii
Предисловие	v
Введение	vi
Системы боеприпасов объемного взрыва (FAE).....	1
1. Назначение	1
2. Справочные документы.....	1
3. Термины и определения	1
4. История вопроса	1
5. Причины очистки от опасностей, связанных с системами FAE.....	1
6. Существующие системы	2
6.1. Разработка.....	2
6.2. Боеприпасы повышенной мощности (EBM) и термобарические боеприпасы	2
6.3. Применение в военных целях	2
6.4. Системы FAE.....	3
7. Боеприпасы объемного взрыва (FAE).....	4
7.1. Введение	4
7.2. Характеристики систем FAE.....	4
7.3. Тротильный эквивалент.....	5
7.4. Действие воздушной ударной волны.....	5
7.5. Верхний и нижний пределы взрываемости (ВПВ и НПВ).....	5
7.6. Инициирование	6
7.6.1. Инициирование взрывчатым веществом	6
7.7. Химическое инициирование	6
7.8. Образование и распространение облака	6
8. Опасности.....	6
8.1. Опасности при EOD	6
8.2. Консультации и ответственность на международном уровне	7
9. Процедура обезвреживания / приведения в безопасное состояние (RSP).....	8
9.1. Воздействие кумулятивным зарядом	8
9.2. Воздействие баллистическим диском	8
9.3. Уничтожение методом детонации	8
9.4. Другие варианты	9
10. Экипировка	9
10.1. Средства индивидуальной защиты (СИЗ).....	9
10.2. Респиратор	9
11. Инструктаж по технике безопасности.....	9
12. Рекомендации	10
12.1. Национальный орган противоминной деятельности.....	10
12.2. Организации по разминированию.....	10
12.3. Специалисты по разминированию.....	10

Приложение А (Нормативное) Справочные документы.....	11
Приложение В (Информативное) Боеприпасы повышенной мощности и термобарические боеприпасы	12
Приложение С (Информативное) Таблицы данных по взрывоопасности распространенных горючих.....	13
Ведомость изменений	14

Предисловие

Практические методы управления и рабочие процедуры в области гуманитарной противоминной деятельности непрерывно развиваются. С целью повышения безопасности и результативности внедряются усовершенствования и требуется внесение изменений. Изменения могут быть связаны с внедрением новой технологии в качестве меры реагирования на новую угрозу, связанную с минами или УХО (неразорвавшимися боеприпасами взрывного действия), а также в связи с внедрением практического опыта работ на полевых объектах, накопленного в ходе реализации других проектов и программ по противоминной деятельности. Следует обеспечить своевременный обмен опытом, в том числе приобретенным в ходе выполнения предыдущих работ.

Технические записки предоставляют сообществу площадку для обмена опытом, накопленным в процессе сбора, составления и публикации технической информации на важные специальные темы, в частности, особое внимание уделяется информации, связанной с безопасностью и производительностью. Технические записки дополняют собой информацию по более широкому спектру вопросов и принципам, изложенным в Международных стандартах противоминной деятельности (IMAS).

Трудозатраты на подготовку технических записок перед их публикацией на официальном уровне специально не предусматриваются. В них представлены практический опыт и информация из открытых источников. Статус некоторых технических записок со временем может быть «повышен» до полноценных стандартов IMAS, в то время как другие записки могут быть отозваны в связи с утратой актуальности либо заменены более актуальной информацией.

Технические записки не являются ни нормативно-правовыми документами, ни стандартами IMAS. Сведения, приводимые в технической записке, не являются юридически обязательными требованиями, подлежащими внедрению. Они носят исключительно консультативный характер и призваны дополнить корпус технических знаний или предоставлять руководящие указания в отношении дальнейшего применения стандартов IMAS.

Технические записки подготовлены Женевским международным центром по гуманитарному разминированию (GICHD) по запросу службы Организации Объединенных Наций по вопросам противоминной деятельности (UNMAS) в поддержку деятельности международного сообщества по противоминной деятельности. Они публикуются на веб-сайте IMAS по адресу www.mineactionstandards.org.

Введение

В Кувейте недавно имели место случаи, когда требовались приведение в безопасное состояние или сертификация «безопасно для транспортировки» систем боеприпасов объемного взрыва (FAE). Кроме того, имеются данные, позволяющие предположить, что подобные системы недавно были развернуты и применены в Чечне.

Данная техническая записка была подготовлена в качестве консультативного документа, призванного напомнить руководителям организаций по противоминной деятельности и сотрудникам, работающим в полевых условиях (или информировать их), об основных опасностях, связанных с системами FAE. В данной технической записке предоставляются руководящие указания в отношении обеспечения безопасности рабочих условий и процедур. Кроме того, в ней представлены руководящие указания (разработанные на базе основных принципов) по формулировке процедуры приведения в безопасное состояние; тем не менее, в любом случае следует обращаться за надлежащей технической консультацией.

К очистке от FAE следует допускать исключительно специалистов по EOD или иных специалистов надлежащей квалификации; указанные задачи не могут выполняться обычными саперами и другими работающими на объекте специалистами.

Системы боеприпасов объемного взрыва (FAE¹)

1. Назначение

В данной технической записке предоставляются руководящие указания по выявлению опасностей, обеспечению безопасных рабочих условий и процедур для систем боеприпасов объемного взрыва (FAE), которые могут встречаться во время работ по разминированию в постконфликтных условиях, позволяющих проводить такие работы.

2. Справочные документы

Перечень нормативных справочных документов приводится в приложении А. Нормативные справочные документы — это важные документы, упоминаемые в настоящей технической записке и представляющие собой неотъемлемую часть ее положений.

3. Термины и определения

Глоссарий, содержащий все термины, определения и сокращения, используемые в серии стандартов IMAS и технических записках, приводится в IMAS 04.10.

В серии технических записок глаголы *should* (следует) и *may* (может) используются для обозначения предполагаемой степени соответствия требованиям. Такое использование согласуется с терминологией, применяемой в Международных стандартах противоминной деятельности (IMAS) и руководствах:

- a) глагол *should* (следует) используется для указания предпочтительных требований, методов или технических условий;
- b) глагол *may* (может) используется для обозначения возможного метода или образа действий.

4. История вопроса

В недавних конфликтах системы FAE применялись вооруженными силами в целях уничтожения концентрированных сухопутных сил противника. Применение подобных боеприпасов влечет за собой наличие остаточных последствий, устранение которых может входить в задачи организаций по разминированию, действующих в Кувейте и во Вьетнаме² (было подтверждено, что в Афганистане в течение 2001 года боеприпасы объемного взрыва не применялись). Вместе с тем практически достоверно подтверждено, что подобные системы разворачивались во многих других районах боевых действий.



Рисунок 1. Кассетный контейнер SUU-19/B кассетной бомбы CBU-72B производства США (Любезно предоставлено <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/dumb/cbu-72.htm>).

5. Причины очистки от опасностей, связанных с системами FAE

Существуют многочисленные причины, по которым очистка от опасностей, связанных с системами FAE, может оказаться желательной операцией в постконфликтной ситуации. К ним относятся:

¹ Иногда применяется аббревиатура FAX.

² Возможно, они также были применены в Лаосе.

- a) снижение риска для здоровья людей;
- b) обеспечение уничтожения непригодных к применению или нестабильных боеприпасов;
- c) защита окружающей среды;
- d) очистка окружающей среды в регионе.

6. Существующие системы

6.1. Разработка

Боеприпасы объемного взрыва представляют собой относительно новую разработку в области вооружений. Изначально принципы боеприпасов объемного взрыва были разработаны в Naval Weapons Centre (NWC, Оружейный центр флота) США, Чайна-Лейк (Калифорния), и эти работы привели к стандартизации первого готового к сдаче в эксплуатацию боеприпаса объемного взрыва — кассетной бомбы CBU (Cluster Bomb Unit) 55/B, которая нашла широкое применение во время войны во Вьетнаме. Эта программа получила развитие после первого применения системы FAE корпусом морской пехоты США в 1967 г. во Вьетнаме. Эта система состояла из контейнеров с оксидом этилена и предназначалась для очистки минных полей. Чтобы посмотреть короткий фильм, посвященный эффективности боеприпасов на основе систем FAE, перейдите по адресу www.nawcwpns.navy.mil/clmf/faeseq.html.

6.2. Боеприпасы повышенной мощности (ЕВМ) и термобарические боеприпасы

Иногда системы FAE путают с другими системами схожего действия. Различия поясняются в приложении С.

6.3. Применение в военных целях

При проектировании и производстве боеприпаса на основе систем FAE главное — добиться правильного соотношения компонентов смеси воздуха с горючим, а затем в надлежащее время инициировать ее детонацию. Типовой боеприпас на основе систем FAE может представлять собой цилиндр длиной два-три диаметра, который заполнен горючим и должен подорваться на оптимальной высоте над уровнем земли. Подрывной заряд составляет 1—2% от массы горючего и находится в трубке, расположенной вдоль центральной оси бомбы. Изменение соотношения массы подрывного заряда к массе горючего после значения 1:40 мало влияет на размеры образующегося после подрыва облака. Такой подрывной заряд предназначен для раскрытия контейнера с горючим и распределения горючего внутри облака достаточного объема, содержащего необходимое количество кислорода для завершения инициирования. Указанный объем определяется количеством горючего и его способностью вступать в химические реакции.

Если в боеприпасе FAE содержится жидкое горючее, то подрывной заряд также распределяет жидкость в форме аэрозоля для последующей детонации. Эта функция обладает критической важностью, поскольку размеры частиц и их распределение влияют на детонационную способность горючего.

В идеальном случае детонация горючего происходит в момент, когда облако достигает нужного диаметра для обеспечения оптимального стехиометрического соотношения. После этого второй детонатор, находящийся внутри облака, инициирует взрыв. Этот взрыв не инициируется срабатыванием первого детонатора, поскольку на тот момент горючее пребывает в корпусе боеприпаса и еще не находится в детонирующей аэрозольной форме; благодаря этому упрощаются процедуры приведения в безопасное состояние в рамках EOD. Время задержки между выбросом горючего с образованием облака и его инициированием составляет около 150 мс, поэтому местные погодные условия незначительно влияют на процесс образования облака.

На расширение облака после его инициирования влияют аэродинамические силы, воздействующие на капли, которые постоянно дробятся до тех пор, пока расширение не прекратится и облако не приобретет характерную форму «блина». Испарение этих капель происходит преимущественно при их нагреве на этапе прохождения фронта ударной волны или фронта пламени после инициирования.

При использовании FAE в качестве оружия важной проблемой является обеспечение безопасности. Необходимо учитывать такие факторы, как токсичность, коррозионная активность, стабильность, воспламеняемость и чувствительность горючего при инициировании. В процессе выбора горючего приходится неизбежно искать компромисс между различными факторами. В таблице ниже приводятся для примера некоторые проблемы безопасности горючих для систем FAE, которые необходимо учитывать:

№ п/п	ГОРЮЧЕЕ	КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ	ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ	ВЗРЫВО-ОПАСНОСТЬ	ТОКСИЧНОСТЬ
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	Алюминиевый порошок	Нет	Нет	Нет	Нет
2	Декан	Нет	Да	Нет	Нет
3	Оксид этилена	Нет	Да	Нет (жидкость)	Да

№ п/п	ГОРЮЧЕЕ	КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ	ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ	ВЗРЫВО-ОПАСНОСТЬ	ТОКСИЧНОСТЬ
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
4	Керосин	Нет	Да	Нет	Нет
5	Оксид пропилена	Нет	Да	Нет	Нет

Таблица 1. Соображения в отношении безопасности при использовании потенциальных горючих для боеприпасов FAE

6.4. Системы FAE

Ниже приводятся примеры систем FAE, а также их текущий статус применения в вооруженных силах³:

№ п/п	СИСТЕМА	СТРАНА	СРЕДСТВА ДОСТАВКИ	ЗАМЕЧАНИЯ
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	СВU-55/В	США	Сбрасываемый с летательного аппарата	Состоит на вооружении. Содержит 3 ед. ВLU-55/В (?)
2	СВU-72	США	Сбрасываемый с летательного аппарата	Состоит на вооружении. Содержит 3 ед. ВLU-73/В. Снаряжен окисью этилена
3	ВLU-64/В	США	Сбрасываемый с летательного аппарата	Углеродородное горючее
4	ВLU-72/В		Сбрасываемый с летательного аппарата	Pave Pat: снаряжен пропаном. Pave Pat 2: снаряжен окисью этилена
5	ВLU-73/В	США	Суббоеприпас бомбовой кассеты	Снаряжен окисью этилена
6	ВLU-95/В	США	Сбрасываемый с летательного аппарата	227 кг (500 фунтов). Снаряжен окисью пропилена
7	ВLU-96/В	США	Сбрасываемый с летательного аппарата	907 кг (2000 фунтов). Снаряжен окисью пропилена
8	ФААСВ (объемно-детонирующая авиационная бомба)	Китай	Сбрасываемый с летательного аппарата	Состоит на вооружении. Аналогично конструкции Serial 1
10	КАБ-500Кр-ОД	Россия	Сбрасываемый с летательного аппарата	Телевизионная система наведения
11	ОДАВ-500РМ	Россия	Сбрасываемый с летательного аппарата	
12	Кассетный контейнер ОДС-ОД ВЛУ	Россия	Сбрасываемый с летательного аппарата	Содержит 8 кассетных бомб
13	Неуправляемая ракета С-8Д (С-8ДМ) калибром 80 мм	Россия	Авиационная доставка	
14	Неуправляемая авиационная ракета С-13Д калибром 122 мм	Россия	Авиационная доставка	
15	Ракета Х-58 (AS-11 по классификации НАТО)	Россия	Авиационная доставка	Не подтверждено
16	Ракета Х-25МП (AS-12 по классификации НАТО)	Россия	Авиационная доставка	Не подтверждено
17	220 мм БМ 9П140 РСЗО «Ураган»	Россия	Реактивная система залпового огня	Возможно, известен под названием РСЗО ТОС-1 калибром 220 мм?
18	FAE калибром 305 мм NORINCO, РСЗО разминирования	Китай	Реактивная система залпового огня	Состоит на вооружении.
19	SLUFAE Система FAE для наземной РСЗО разминирования	США	Реактивная система залпового огня	Только испытания, в настоящее время бесперспективно
20	ПТУР для ПТРК «Штурм»	Россия	Запускаемые с вертолета	ПТУР
21	ПТУР дальнего радиуса действия для ПТРК «Корнет-Е»	Россия	Наземная пусковая установка	
22	CATFAE FAE для катапультной установки	США	Катапультная установка	Пробные испытания и экспериментальная отработка. Статус не известен

Таблица 2. Сводная информация и статус применения вооружений с боеприпасами FAE



³ Источники включают в себя: 1) Jane's Defence; 2) <http://www.hrw.org/press/2000/02/chech0215b.htm>; 3) <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/dumb/fae.htm>.

Рисунок 2. Российская объемно-детонирующая бомба ОДАБ-500ПМ
(Любезно предоставлено © Janes EOD, 2001)

7. Боеприпасы объемного взрыва (FAE)⁴

7.1. Введение

Боеприпасы FAE отличаются от обычных конденсированных взрывчатых веществ тем, что они содержат только горючее и не имеют собственного запаса кислорода. Чтобы инициировать взрыв, горючее вещество должно смешаться с окружающим атмосферным воздухом, часто под действием подрывного заряда, состоящего из конденсированного взрывчатого вещества, а затем, когда перемешивание будет завершено, производится инициирование с помощью воспламенителя или взрывателя с механизмом задержки.

Потенциально в боеприпасах FAE могут использоваться различные горючие вещества, однако практические соображения (в частности, соображения безопасности) быстро сокращают список доступных вариантов. Открытый (не защищенный грифом) список горючих для FAE невелик, и основное место в нем занимают углеводороды. В таблице ниже приводятся некоторые возможные типы горючего для FAE, пригодность которых была подтверждена экспериментально, и выделяемое ими при взрыве количество энергии сравнивается с тротилом⁵:

№ п/п	ГОРЮЧЕЕ	ЭНЕРГИЯ / ЕД. МАССЫ (ккал/г)	ЭНЕРГИЯ / ЕД. ОБЪЕМА (ккал/см ³)	ЗАМЕЧАНИЯ
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	Декан	11,3	8,5	
2	Керосин	10,2	8,2	
3	Оксид пропилена	7,9	6,6	ПОДТВЕРЖДЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
4	Алюминий	7,4	11,0	Алюминиевый порошок
5	Оксид этилена	6,9	6,0	ПОДТВЕРЖДЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
6	Тротил	1,1	1,6	

Таблица 3. Сравнение показателей энергии на единицу массы для FAE и тротила

Из таблицы 2 очевидно, что FAE, снаряженные, например, окисью пропилена или этилена, могут выделить более чем на 400% больше энергии, чем тротил, хотя период выделения энергии намного меньше, чем в случае с тротилом.

7.2. Характеристики систем FAE

Отсутствие окислителя означает, что значительно большую часть полезной нагрузки системы вооружения можно отдать на горючее. Таким образом, для боеприпаса заданной полезной нагрузки можно теоретически добиться выделения намного большей энергии для поражения цели.

Из-за высокой теплоты взрывчатого превращения потенциального горючего выделяемая энергия может в идеальных условиях в десять раз превосходить соответствующий показатель для тротила. Впрочем, поскольку воздух содержит всего 21% кислорода, КПД взрыва в системах FAE составляет менее 40%. Содержащийся в воздухе азот разбавляет нужный системе окислитель и поглощает тепло, кроме того, в рабочих условиях в атмосфере трудно добиться равномерной концентрации горючего. Эту ситуацию можно проиллюстрировать, сравнив теплоту взрывчатого превращения для разных потенциальных горючих с аналогичным показателем для тротила⁶:

№ п/п	ГОРЮЧЕЕ	ТЕПЛОТА ВЗРЫВЧАТОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ (МДж/кг)	ПРОСТОТА ИНИЦИИРОВАНИЯ
(a)	(b)	(c)	(d)
1	Пропан	38,0	80 Умеренно
2	Этилен (Ацетилен 3)	5,0	13 Легко
3	Оксиран	21,0	2 Легко
4	Бензин (аэрозоль)	37,0	30 Умеренно
5	Алюминий (порошок)	16,0	2000 Трудно

⁴ Этот раздел подготовлен на основе заметок по курсу отдела боеприпасов и взрывчатых веществ UK RMCS Cranfield (Военно-научный колледж Университета Крэнфилда, Великобритания).

⁵ Fuel Air Explosives, Weapons and Effects, L Lavoie (Боеприпасы объемного взрыва. Л. Лавуа), Military Technology, сентябрь 1989 г.

⁶ JSP 333, Services Textbook of Explosives, Chapter 11, UK MOD (JSP 333, Служебный справочник по взрывчатым веществам, глава 11, Министерство обороны Великобритании), октябрь 1990 г. (с учетом поправки 6).

№ п/п	ГОРЮЧЕЕ	ТЕПЛОТА ВЗРЫВЧАТОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ (МДж/кг)	ПРОСТОТА ИНИЦИИРОВАНИЯ
(a)	(b)	(c)	(d)
6	Тротил	4,2	

Таблица 4. Сравнение показателей теплоты взрывчатого превращения для FAE и тротила

7.3. Тротильный эквивалент

Мощность взрывного действия системы FAE можно выразить в эквивалентной массе тротила (W_{TNT}):

$$W_{TNT} = (K \times W_F \times \Delta H_F) / \Delta H_{TNT}$$

где:

K	=	КПД взрыва,
W_F	=	масса горючего,
ΔH_F	=	теплота взрывчатого превращения горючего,
ΔH_{TNT}	=	теплота взрывчатого превращения тротила.

7.4. Действие воздушной ударной волны

Начальное давление и скорость детонации FAE намного меньше, чем для эквивалентной массы обычного взрывчатого вещества.

№ п/п	ТИП	ДАВЛЕНИЕ ДЕТОНАЦИИ (бар)	СКОРОСТЬ ДЕТОНАЦИИ ($m \cdot s^{-1}$)
(a)	(b)	(c)	(d)
1	Тротил	190 000	6950
2	FAE	19	1800

Таблица 5. Сравнение давления детонации и скорости детонации для тротила и FAE

Таким образом, FAE обладает незначительным бризантным или осколочным действием. Вместе с тем у этих боеприпасов есть другие преимущества, связанные с распространением воздушной ударной волны. Конденсированное взрывчатое вещество детонирует в точечном источнике, а избыточное давление во фронте ударной волны быстро снижается с ростом расстояния от центра заряда. В противоположность этому, источником взрыва FAE является большое облако (которое в случае заряда массой 33 кг может иметь диаметр до 30 м). Такой источник нельзя рассматривать как точечный, и потому уменьшение пикового избыточного давления с увеличением расстояния от края облака происходит гораздо медленнее, чем в случае с конденсированным взрывчатым веществом.

№ п/п	ВЗРЫВ СМЕСИ ЭТИЛЕНА (1 Т) / ВОЗДУХА	
	РАССТОЯНИЕ ОТ КРАЯ ОБЛАКА (м)	ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (% ОТ ТРОТИЛОВОГО ЭКВИВАЛЕНТА)
(a)	(b)	(c)
1	10	50
2	20	139
3	50	374

Таблица 6. Избыточное давление в зависимости от расстояния до края облака FAE

Кроме того, продолжительность воздействия воздушной ударной волны от FAE выше, чем в случае конденсированного взрывчатого вещества; таким образом, импульс от FAE окажется даже больше. Благодаря этому появляется возможность повышения воздействия на окружающую среду.

Хотя, на первый взгляд, меньшее избыточное давление FAE в сравнении с тротилом кажется недостатком, испытания и опыт практического применения доказали эффективность боеприпасов объемного взрыва при поражении живой силы⁷, легкобронированных машин, припаркованных самолетов и антенных решеток.

7.5. Верхний и нижний пределы взрываемости (ВПВ и НПВ)

Взрыв смеси горючего и воздуха может произойти только в том случае, если концентрация горючего в атмосфере находится в определенных пределах. Для дефлаграционного взрыва определены верхний и нижний пределы взрываемости (ВПВ и НПВ), внутри этого диапазона находится более узкий диапазон возможной детонации, определяемый верхним и нижним пределами детонации (ВПД и НПД). Такая ситуация имеет свои преимущества с точки зрения обезвреживания посредством детонации, о чем речь пойдет ниже.

⁷ Пороговое значение давления по разрыву барабанной перепонки составляет около 2 бар, давление детонации FAE превосходит это значение приблизительно в 10 раз!

Большинство горючих для ФАЕ выбрасываются в атмосферу и распределяются в ней под действием центрального подрывного заряда, при этом образуется облако капель и пара, которое смешивается с окружающим воздухом. Затем, с задержкой от 0,1 до 5 с, в зависимости от системы, осуществляется детонация облака. В течение этого времени некоторые капли испаряются и также смешиваются с воздухом по мере расширения облака. В связи с этим концентрация внутри облака может существенно различаться, что приводит к снижению КПД. По этой причине используются только горючие вещества с большим диапазоном взрываемости (разностью между ВПВ и НПВ).

№ п/п	ГОРЮЧЕЕ	ПРЕДЕЛЬНЫЕ КОЛИЧЕСТВА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ (об. % в воздухе)	
		НПВ	ВПВ
(a)	(b)	(c)	(d)
1	Ацетилен	2	100
2	Оксиран	3	80
3	Этилен	3	34
4	Метан	5	14
5	Пропан	2	10
6	Бензин	2	8

Таблица 7. Пределы взрываемости потенциальных горючих для ФАЕ (энергия инициирования = 10 Дж при стандартной температуре и давлении)

Если концентрация горючего находится внутри пределов детонации, то при достаточно больших размерах облака ФАЕ может произойти переход от дефлаграции к детонации. Вместе с тем в большинстве систем при инициировании детонации полагаются на инициирующий заряд из мощного взрывчатого вещества.

7.6. Инициирование

7.6.1. Инициирование взрывчатым веществом

Современные системы ФАЕ оснащаются двухступенчатым взрывателем. Первая ступень приводит в действие подрывной заряд, а вторая инициирует взрыв образовавшегося облака из смеси горючего с воздухом, используя действие ударной волны.

7.7. Химическое инициирование

Преимуществом химического инициирования является возможность использовать одно событие для распыления горючего и для инициирования облака. В этом случае вместе с горючим выбрасываются химические реагенты, которые реагируют друг с другом или с горючим. Тепла, выделяемого в ходе этой реакции, достаточно, чтобы инициировать облако.

- a) Если применяется подход с **самовоспламенением**, используется трехфтористый бром или трехфтористый хлор, способные реагировать с горючим. Перфторгидразин⁸ представляет собой двухкомпонентное инициирующее вещество, обеспечивающее реакцию.
- b) Проводились испытания **пирофорного** инициирования с применением алкильных производных бора и алюминия, однако нет информации в отношении того, использовались ли подобные средства в находящихся на вооружении системах.

7.8. Образование и распространение облака

Время задержки между образованием и инициированием облака настолько мало (150 мс в случае СВУ-55В), что местные метеорологические условия не влияют на боевое применение боеприпаса.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 1. Метеорологические условия следует учитывать во время выполнения процедур обезвреживания, если они выполняются не по плану. Образование облака быстро приводит созданию опасной подветренной зоны, связанной с опасностью от паров горючего. Даже если концентрация горючего ниже НПВ, оно все равно представляет собой потенциальный риск отравления.

8. Опасности

8.1. Опасности при EOD

Неразорвавшиеся боеприпасы ФАЕ связаны со следующими опасностями (всеми или некоторыми):

⁸ Это производное семейства гидразинов. (Подробнее об опасностях, связанных с гидразинами, см. в технической записке TNMA 09.20.) Если в рамках процедуры обезвреживания методом детонации боеприпас был полностью уничтожен, то рекомендованный в технической записке TNMA 09.20 уровень СИЗ не обязателен.

- a) Наличие подрывного и инициирующего зарядов, связанных со взрывателем, означает, что любое взрывное воздействие на механизм взрывателя может также привести к инициированию боеприпаса. Хотя из-за контакта с землей образования полноценного облака не произойдет, горячее может распространиться в достаточной степени, чтобы ситуация оказалась весьма неприятной!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 2. НЕ пытайтесь воздействовать взрывом на механизм взрывателя на первом этапе процедуры обезвреживания.

- b) Корпуса боеприпасов FAE являются тонкостенными и потому легко прокалываются. Хотя маловероятно, чтобы какая-либо утечка из поврежденного UXO дала концентрацию выше НПВ, по-прежнему сохраняется потенциальная опасность, связанная с токсичностью горючего.
- c) Еще одна опасность может быть связана с влиянием метеорологических условий. Температура кипения оксирана составляет +13,5° С, а метилоксирана — +34,0° С. Это значит, что жидкое содержимое боеприпаса может закипеть и привести к постепенному повышению давления. Хотя разрыв неповрежденного корпуса в этом случае маловероятен, специалистам по EOD следует знать о такой опасности.
- d) Некоторые боеприпасы FAE полагаются на выталкивание из боеприпаса зонда с катушкой. Предполагается, что такой зонд оснащен пьезоэлектрическим элементом, который вызывает срабатывание инициирующего заряда при ударе о землю. Благодаря этому обеспечивается инициирование на оптимальной высоте. На тот случай, если развертывания зонда не произошло, специалисту по EOD следует помнить, что выталкивание этого зонда происходит с большим усилием!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 3. НЕ приближайтесь к боеприпасу в направлении, совпадающем с его продольной осью — всегда подходите сбоку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 4. Установите опасную зону 800 м⁹ в направлении продольной оси боеприпаса. Оставшуюся площадь опасной зоны следует рассчитать в соответствии с рекомендациями, приведенными в TNMA 10.20-01 «Расчетная оценка размеров опасных зон при взрыве».

8.2. Консультации и ответственность на международном уровне

Для получения консультации по технике безопасности и по утилизации химических отходов можно обратиться по одному из адресов:

United Nations Environmental Programme (UNEP) (Программа ООН по окружающей среде)
Emergency Response Unit
United Nations Avenue, Gigiri
PO Box 30552,
Nairobi
Kenya (Кения)

Тел.: (254-2) 621234
Факс: (254-2) 624489/90
Электронная почта: [веб-мастер UNEP](mailto:web-master@unep.org)

http://www.unep.org/PolicyDivision/emergency_response.html

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)
Avenue Appia 20
1211 Geneva 27
Switzerland (Швейцария)

Тел.: (+41) (22) 791 2599
Факс: (+41) (22) 791 3111
Электронная почта: inf@who.int
<http://www.who.int/m/healthtopics-a-z/en/index.html>

⁹ Это расстояние выбирается, исходя из того факта, что кумулятивная струя заряда может преодолеть в открытом пространстве расстояние около 1800 м. НЕ существует в открытых источниках научных данных, подтверждающих обоснованность такого расстояния, поэтому специалист по EOD принимает его на собственный риск!

9. Процедура обезвреживания / приведения в безопасное состояние (RSP)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 5. В открытом доступе ни одна процедура обезвреживания / приведения в безопасное состояние боеприпасов FAE не представлена. Приведенные ниже рекомендации основываются на базовых принципах и ограниченном объеме знаний о возможной конструкции боеприпасов. К применению таких RSP следует допускать исключительно специалистов по EOD надлежащей квалификации.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 6. Обязательно учитывать возможность утечки не полностью вступившего в реакцию токсичного горючего и оборудовать опасную зону с подветренной стороны.

9.1. Воздействие кумулятивным зарядом

На боеприпас можно воздействовать кумулятивным зарядом в направлении продольной оси данного боеприпаса¹⁰. При этом следует быть очень осторожными, чтобы не допустить инициирования взрывателя, подрывного или инициирующего заряда кумулятивной струей. Такой подход направлен на то, чтобы вызвать дефлаграцию горючего, которым снаряжен боеприпас, не инициируя вспомогательные взрывчатые вещества.

Затем надлежит рассмотреть возможность выполнения второй ручной операции для уничтожения содержащихся в боеприпасе обычных взрывчатых веществ методом детонации. (Необходимо помнить о том, что в боеприпасе будет иметь место загрязнение жидким содержимым, поскольку маловероятно, чтобы при дефлакации сгорело 100% горючего.)

Риски данного метода уничтожения включают в себя следующее:

- a) кумулятивный заряд не сможет инициировать горючее. В этом случае боеприпас начнет немного протекать, и на этом этапе единственной реальной возможностью его уничтожить останется применение бризантного взрывчатого вещества;
- b) полная детонация.

9.2. Воздействие баллистическим диском

Необходимо рассмотреть возможность воздействия на боеприпас двумя расположенными по диагонали баллистическими дисками. Целью такого подхода является приложение к корпусу боеприпаса усилия сдвига для его вскрытия; при этом остаточная тепловая энергия вызовет воспламенение горючего. Следует соблюдать большую осторожность, чтобы не допустить инициирования взрывчатого содержимого боеприпаса.

Затем надлежит рассмотреть возможность выполнения второй ручной операции для уничтожения содержащихся в боеприпасе обычных взрывчатых веществ методом детонации. (Необходимо помнить о том, что в боеприпасе будет иметь место загрязнение жидким содержимым, поскольку маловероятно, чтобы при дефлакации сгорело 100% горючего.)

Риски данного метода уничтожения включают в себя следующее:

- a) баллистический диск не сможет инициировать горючее. В этом случае боеприпас будет приоткрыт, и в этом состоянии его можно оставить до тех пор, пока горючее не испарится. Тем не менее, можно подойти к боеприпасу с подветренной стороны в надлежащих СИЗ и вручную задействовать зажигательное средство, чтобы инициировать горючее и уничтожить боеприпас;
- b) полная детонация.

9.3. Уничтожение методом детонации

Воздействуйте на боеприпас мощными зарядами взрывчатого вещества, устанавливаемыми на взрыватель и на основной корпус.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ 1. Необходимо проследить: 1) чтобы эти снаряды были соединены друг с другом двойным детонирующим шнуром; либо 2) чтобы их инициирование происходило последовательно. При воздействии на боеприпас зарядами взрывчатых веществ крайне нежелательно, чтобы инициирование заряда на взрывателе происходило не одновременно с инициированием заряда на основном корпусе. Событие на взрывателе без поддержки на корпусе может привести к штатному инициированию боеприпаса.

¹⁰ См. предупреждение 3. К боеприпасу необходимо подходить сбоку и стараться, чтобы при закладке заряда та часть тела, которая находится позади боеприпаса, была минимальной.

9.4. Другие варианты

Один из вариантов предусматривает ручную операцию с боеприпасом в виде попытки вручную вывинтить пробку заряда. Такую попытку следует предпринимать лишь в случае отсутствия других вариантов, поскольку, вполне вероятно, она требует ненужных ручных операций. Поскольку знания о конструкции боеприпаса ограничены, данный вариант следует пытаться применять только после рентгенодиагностики.

Другой возможный вариант предполагает использовать системы гидроабразивной резки (НАС) для извлечения взрывателя и получения доступа к корпусу. После этого горючее содержимое можно уничтожить с помощью зажигательного средства. Возможно, это наиболее безопасный вариант, однако он основан на развертывании оборудования НАС в рамках программы противоминной деятельности; на сегодняшний день¹¹ только у программы по уничтожению UXO в Лаосе есть непосредственный доступ к подобному оборудованию.

10. Экипировка

10.1. Средства индивидуальной защиты (СИЗ)¹²

В идеальном случае специалисту по EOD или квалифицированному сотруднику следует использовать следующие СИЗ, пока не появится возможность достоверно исключить какие-либо утечки из боеприпасов:

- a) внутренние хлопчатобумажные перчатки;
- b) наружные плотные перчатки из ПВХ промышленного класса;
- c) респиратор.

Задачей данных СИЗ является обеспечение полноценной общей защиты от вдыхания паров или их контакта с кожей, а также от порезов острыми фрагментами. Руководителям, которым не удалось получить военное снаряжение, следует использовать лучшие материалы и свою изобретательность для выполнения данного требования.

10.2. Респиратор

Глаза особенно чувствительны к воздействию вредных химических веществ, поэтому в присутствии ядовитых или раздражающих паров, дыма либо тумана необходимо обеспечить надлежащую защиту органов зрения. На рынке предлагается множество персональных респираторов, обеспечивающих надлежащую защиту от загрязнения частицами, ОДНАКО эти изделия могут не обеспечивать защиту от паров, дыма и тумана.

11. Инструктаж по технике безопасности

Организациям по разминированию следует обеспечить проведение инструктажа, посвященного опасностям, связанным с FAE, для всех их руководителей, специалистов по разминированию, административного и вспомогательного персонала, которым необходимо находиться в потенциально опасных окружающих условиях. (Специалистам по EOD и специализированному квалифицированному персоналу следует к моменту проведения работ пройти профессиональную подготовку в отношении опасностей, связанных с жидкими топливами.)

Для таких сотрудников следует провести инструктаж по технике безопасности следующего содержания:

Вам следует знать, что без специальных приборов невозможно определить, имеется ли утечка из поврежденной системы FAE. Следует предпринять перечисленные ниже меры предосторожности:

- a) *Не допускается вход в зону, расположенную в непосредственной близости к поврежденной системе FAE, либо пребывание в радиусе 50 м от системы лиц, не задействованных в проведении работ совместно со специалистом по EOD.*
- b) *Если рабочие обязанности требуют нахождения в радиусе 50 м от системы — надеть лицевую маску и перчатки, а также опустить рукава. Закрыть любые порезы и ссадины водонепроницаемыми повязками. По возможности завершить свое рабочее задание как можно скорее.*

¹¹16 ноября 2001 г.

¹² Описываемые СИЗ используются в дополнение к обязательным СИЗ, требования к которым приводятся в IMAS 10.30.

-
- c) *Не принимать пищу и напитки, не курить рядом с поврежденной системой FAE. После завершения рабочего задания как можно скорее помыться и принять душ. Снять одежду и, если возможно, заменить ее. В противном случае выстирать. Не принимать пищу или напитки, а также не курить до момента завершения описанных выше действий.*
- d) *В случае подозрений в отношении воздействия горючего уведомить персонал медицинского обеспечения.*

12. Рекомендации

12.1. Национальный орган противоминной деятельности

На национальный орган противоминной деятельности возлагается ответственность за выявление и оповещение всех агентств по противоминной деятельности в отношении любых данных о применении систем FAE. Этому органу следует знать о существовании данных технических записок и распространить их экземпляры через национальный центр противоминной деятельности среди всех агентств по противоминной деятельности, включая те из них, которые задействованы в обучении рискам, исходящим от мин.

12.2. Организации по разминированию

Руководителю любой группы по разминированию также следует знать о существовании подобных записок и, если имеется подозрение в отношении применения систем FAE либо если такое применение доказано, включать изложенные в них рекомендации в SOP. На руководителя также возлагается ответственность за обеспечение присутствия обученного специалиста по EOD или за отправку сотрудника для прохождения специальной подготовки в отношении опасностей, связанных системами FAE. В тех странах, где национальный орган противоминной деятельности или центр противоминной деятельности еще не учреждены, на руководителей возлагается ответственность за введение в своей среде правил и норм, призванных обеспечить безопасность персонала, занятого в противоминной деятельности, и местного населения.

12.3. Специалисты по разминированию

Всем сотрудникам, занятым в противоминной деятельности на территориях, потенциально загрязненных горючим, следует принять все возможные меры по защите себя от такой опасности путем добросовестного использования средств защиты, а также строгого соблюдения SOP и следования здравому смыслу.

Приложение А (Нормативное) Справочные документы

Следующие документы, на которые имеются ссылки в тексте данной технической записки, являются неотъемлемой частью положений данного документа.

- а) IMAS 04.10 «Глоссарий терминов, определений и сокращений по вопросам противоминной деятельности».

Для этих ссылочных документов следует использовать самую последнюю версию/редакцию. GICHD хранит копии всех справочных документов, которые используются в настоящей технической записке. GICHD ведет реестр последних версий/редакций стандартов, руководящих принципов и справочных документов IMAS; с ним можно ознакомиться на веб-сайте IMAS по адресу www.mineactionstandards.org. Национальным органам противоминной деятельности, работодателям и другим заинтересованным органам и организациям следует получить эти экземпляры документов перед тем, как ввести в действие программы противоминной деятельности.

Найти актуальную версию/редакцию технической записки можно на веб-сайте IMAS (www.mineactionstandards.org).

Приложение В (Информативное) Боеприпасы повышенной мощности и термобарические боеприпасы

В.1 Боеприпасы повышенной мощности (ЕВМ)

Параллельно с разработкой FAE велась разработка боеприпасов повышенной мощности (ЕВМ). В принципе, ЕВМ представляет собой бризантное взрывчатое вещество с повышенным КПД взрыва, который достигается добавлением металлических порошков, высвобождающих во время взрыва энергию за счет окисления металла при высоких температурах. Такие усовершенствования могут давать значительный результат с точки зрения выделяемой энергии, однако проблемы с безопасностью при развертывании таких боеприпасов в системах вооружения существенно ограничивают возможные варианты их применения. Единственный находящийся на вооружении пример — это боеприпас BLU-82 Daisy Cutter, представляющий собой бомбу массой 15 000 фунтов (6804 кг), снаряженную водным раствором аммиачной селитры, смешанным с алюминиевым порошком и полистироловым мылом. Следует также отметить, что некоторые источники сейчас начинают объединять FAE и ЕВМ в одну группу. В настоящем документе TNMA ЕВМ не рассматриваются, однако известно, что они получили боевое применение в Афганистане, Кувейте/Ираке и Вьетнаме.

В.2 Термобарические боеприпасы

Принципы работы термобарического оружия заключаются в следующем: доставляемая к цели боевая часть при соударении с целью или в непосредственной близости от нее выбрасывает взрывчатое вещество в форме аэрозоля, которое сразу же воспламеняется, создавая ударную волну с высоким давлением во фронте. В результате формируется воздушная ударная волна, которая распространяется намного быстрее, чем в случае обычного взрыва.

В сравнении с боеприпасом объемного взрыва термобарическое оружие обладает намного большим ударным действием и не характеризуется эффектом имплозии вследствие разрежения, который характерен для боеприпасов объемного взрыва на основе смеси воздуха с горючим. Это объясняется тем, что боеприпасу объемного взрыва требуется перед воспламенением время для распыления взрывчатого вещества в аэрозольной форме.

В настоящее время Россия является мировым лидером в области термобарического оружия и применяет его в боевой обстановке, например, чтобы выбить моджахедов из пещер в Афганистане, а также (в недавнем прошлом) чеченских партизан из зданий в Грозном. Утверждается, что боевая часть гранаты для российского ручного гранатомета РПГ-7 обладает действием, сравнимым с детонацией 2 кг тротила, в то время как по сообщениям поражающее действие российского боеприпаса РПО-А для реактивного пехотного огнемета «Шмель» аналогично действию гаубичного снаряда калибра 122 мм. Российские модификации последнего боеприпаса включают в себя такой вариант, который сочетает в себе термобарическую боевую часть с небольшим кумулятивным снарядом и служит для пробивания конструкции перед детонацией основной боевой части; таким образом, существенно увеличивается поражающее действие боеприпаса.

Приложение С
(Информативное)
**Таблицы данных по взрывоопасности
распространенных горючих**

С.1 Оксид этилена

http://www.osha-slc.gov/OshStd_data/1910_1047_APP_A.html

<http://hazmat.dot.gov/erg2000/g119.pdf>

С.2 Оксид пропилена

http://www.osha-slc.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_265000.html

<http://hazmat.dot.gov/erg2000/g127.pdf>

С.3 Изопропилнитрат (IPN)

<http://www.cdc.gov/NIOSH/idlh/627134.html>

<http://hazmat.dot.gov/erg2000/g130.pdf>

Ведомость изменений

Управление процессом внесения поправок в технические записки

Технические записки (TN) подлежат пересмотру согласно принципу «по мере необходимости». По мере внесения поправок в настоящие документы TN им присваивается номер, а также указывается дата и общая информация о поправке, как показано ниже в таблице. Эта поправка также будет отражена на титульном листе документа TN посредством добавления под датой версии документа фразы: «С учетом поправки 1 и т. д.»

В процессе пересмотра технических записок могут выпускаться новые версии. Поправки, внесенные к моменту выпуска новой версии, будут включены в эту новую версию, а соответствующие записи будут удалены из ведомости изменений. Затем возобновляется учет вносимых поправок вплоть до выпуска новой версии документа.

Технические записки в версиях с актуальными поправками будут опубликованы на веб-сайте IMAS по адресу www.mineactionstandards.org.

Номер	Дата	Сведения о поправке
01	1 июля 2013 г.	<ol style="list-style-type: none">1. Включение номера и даты поправки в заголовок и в колонтитул.2. Обновление ссылок и адресов электронной почты.3. Исключение приложения В.4. Включение ведомости изменений.5. Незначительные изменения текста в пятом абзаце предисловия.6. Изменение обозначения приложений В и С.