

ПЕРМСКИЙ ВОЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ

Кафедра инженерно-технических средств охраны

ВЗРЫВНОЕ ДЕЛО

Учебное пособие

**Пермь
2017**

Взрывное дело: учебное пособие / Сост. В.А. Пономарёв, М.Б. Анисимов, Р.Ю. Левинский, А.Н. Сеницын, А.Г. Яренских – Пермь: Изд-во ПВИ войск национальной гвардии, 2017. – 151 с.

В учебном пособии изложены основные положения по вопросам взрывчатых веществ, средств и способов взрывания, подрывных зарядов применяемых в инженерных войсках РФ, рассмотрены способы разрушения различных объектов, уничтожения боеприпасов и требования безопасности при ведении взрывных работ.

Данное пособие разработано в соответствии с требованиями Руководства по подрывным работам, программами и тематическими планами, действующими в военном институте, а также на основе опыта производства взрывных работ и обучения курсантов. Изложенный материал выдержан в соответствии с требованиями компетентностного подхода, то есть отражает только тот материал, который значим в рамках будущей профессиональной деятельности, логика изложения также соответствует компетентностному подходу.

Настоящее учебное пособие по взрывному делу предназначено для обучения курсантов военно-учебных заведений войск национальной гвардии Российской Федерации.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	6
1.1. Общие сведения о взрыве	6
1.2. Виды взрывного превращения	8
2. Взрывчатые вещества. Заряды ВВ.....	10
2.1. Классификация взрывчатых веществ	10
2.2. Характеристики и свойства взрывчатых веществ.....	12
2.3. Иницирующие взрывчатые вещества	17
2.4. Бризантные взрывчатые вещества.....	21
2.5. Метательные взрывчатые вещества	33
2.6. Заряды взрывчатых веществ	35
2.6.1. Общие понятия и определения	35
2.6.2. Подрывные заряды промышленного изготовления.....	37
2.6.2.1. Сосредоточенные заряды	37
2.6.2.2. Удлиненные заряды	39
2.6.2.2.3. Кумулятивные заряды.....	44
2.6.2.2.3.1. Особенности действия взрыва кумулятивных зарядов	44
2.6.2.2.3.2. Сосредоточенные кумулятивные заряды.....	46
2.6.2.2.3.3. Удлиненные кумулятивные заряды	53
2.6.3. Специальные заряды	61
2.6.3.1. Зажигательные заряды	61
2.6.3.2. Окопный заряд ОЗ-1.....	68
3. Способы и средства взрывания	79
3.1. Огневой способ взрывания.....	79
3.1.1. Общие положения	79
3.1.2. Сущность, назначение, средства и принадлежности огневого способа взрывания	79
3.1.3. Виды зажигательных трубок и их применение.....	80
3.1.4. Огневые цепи для взрывания наружных и внутренних зарядов	85

3.2. Электрический способ взрывания	93
3.2.1. Общие положения	93
3.2.2. Сущность, назначение, средства и принадлежности эсв	93
3.2.3. Источники электрической энергии.....	94
3.2.3.1. Конденсаторная подрывная машинка кпм-3	96
3.2.3.2. Конденсаторная подрывная машинка кпм-1а	99
3.2.3.3. Подрывная машинка пм-4	102
3.2.4. Источники тока, применяемые в народном хозяйстве	103
3.2.5. Работа с источниками тока.....	105
3.2.6. Проверочные и измерительные приборы	107
3.2.7. Саперные провода	111
3.2.8. Схемы электровзрывных сетей и их расчет	113
3.2.9. Прокладка электровзрывных сетей	1222
4. Расчет зарядов для подрывания конструкций из различных материалов ...	1244
4.1. Способы подрывания элементов конструкций из дерева и металла. Расчёт зарядов	1244
4.1.1. Общие положения по расчету и расположению зарядов	1244
4.1.2. Способы подрывания конструкций из дерева и расчет зарядов	1255
4.1.3. Способы подрывания конструкций из металла и расчет зарядов	1300
4.2. Способы подрывания конструкций из кирпича, бетона и железобетона.	1377
4.2.1. Общие положения по расчету и расположению зарядов	1377
4.2.2. Способы подрывания элементов конструкций из кирпича, бетона и железобетона, расчет зарядов	13838
5. Меры безопасности при проведении взрывных работ	1455
5.1. Меры безопасности при огневом способе взрывания	1455
5.2. Меры безопасности при электрическом способе взрывания.....	1466
Заключение.....	14949
Библиографический список.....	1500

ВВЕДЕНИЕ

Взрывные работы, т.е. работы, выполняемые при помощи взрывчатых веществ, являются одной из отраслей военно-инженерного дела и входят в состав основных мероприятий инженерного обеспечения служебно-боевых действий войск.

История использования взрывчатых веществ в военном деле уходит в глубокую древность. Единственным взрывчатым веществом в те времена был дымный порох. Так ратники Ивана Грозного с помощью пороховых зарядов взорвали крепостную стену города Казани. Это является первым примером ведения подземно-минной борьбы. В прошлом веке во времена Крымской войны этот способ получил широкое распространение. С появлением в середине 19 века динамита и других взрывчатых веществ, взрывные работы получили широкое распространение в военном деле. Особо большое развитие они получили на фронтах и на захваченной территории во времена Великой Отечественной войны.

Подготовка к взрыву восьми мостов через реку Великая, на случай отхода наших войск, была возложена на 50-й отдельный механизированный инженерный батальон 1-го механизированного корпуса. К 5 июля все мосты были подготовлены к взрыву электрическим способом, а объезды заминированы.

На железнодорожный мост в г.Пскове была выделена команда во главе с младшим лейтенантом Байковым О.Г. 8 июля около 16 часов он получил приказ на подрыв моста. Но в это время к мосту с боем пробивалась наша артиллерийская часть, поэтому младший лейтенант Байков решил пропустить артиллерию, потом подорвать мост. На мост, вслед за нашими войсками двинулись танки противника. Подорвать мост электрическим способом не удалось, т.к. в результате обстрела моста противником, провода были перебиты. Тогда саперы, во главе со своим командиром, идя на самопожертвование, схватив короткие зажигательные трубки, бросились на мост и, перебегая от фермы к ферме,

поджигали огнепроводный шнур. Мост вместе с находившимися на нем вражескими танками был подорван.

За героическое выполнение задания младший лейтенант Байков О.Г. посмертно был удостоен звания Героя Советского Союза, а семь его солдат посмертно награждены орденом Ленина.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Общие сведения о взрыве

Взрыв, в широком смысле этого слова, представляет собой процесс весьма быстрого физического, химического или ядерного превращения вещества, сопровождающийся переходом её потенциальной энергии в кинетическую.

Работа взрыва совершается в результате быстрого расширения газов (продуктов взрыва), независимо от того, существовали ли они до или образовались во время взрыва. Самым существенным признаком взрыва является мгновенное образование области высокого давления, последующее её расширение и вовлечение окружающей среды в движение.

Взрывы, вызванные химическими превращениями, присущи особой группе химических соединений и их смесей – взрывчатым веществам (ВВ). Взрывчатые вещества – это химические вещества или смеси веществ, способные под влиянием определенных внешних воздействий к быстрой самораспространяющейся химической реакции с выделением большого количества тепла и газообразных продуктов.

Химическое превращение может быть взрывным тогда, когда реакция экзотермична, протекает со скоростью, выше скорости звука в ВВ и сопровождается образованием газов. Только одновременное присутствие этих трех факторов придают химической реакции характер взрыва.

Экзотермичность процесса. Взрывное превращение должно быть самораспространяющимся. Очевидно, что самораспространяющийся процесс дол-

жен идти с выделением тепла, т.е. быть экзотермическим. За счет выделившегося тепла газообразные продукты реакции разогреваются до нескольких тысяч градусов, что приводит к еще большему повышению давления в области реакции. При расширении газов и совершается работа по перемещению окружающей среды. Чем больше выделится тепла, тем сильнее будут сжаты продукты взрыва, тем значительнее разрушительное действие взрыва.

Теплота реакции или удельная энергия взрывного превращения характеризует общий запас энергии 1 кг данного ВВ, который может быть реализован при взрыве и является важнейшей характеристикой взрывчатого вещества. Для современных ВВ удельная энергия взрывного превращения достигает 4,0...7,2 мДж/кг (900...1800 ккал/кг).

Сверхзвуковая скорость процесса является наиболее характерным признаком взрыва. Переход ВВ к конечным продуктам взрыва (ПВ) происходит за сотысячные или даже миллионные доли секунды. Поэтому энергия взрыва выделяется в объеме, который соизмерим или равен объему заряда. Высокая скорость реакции приводит к высокой объемной плотности энергии. Ориентировочные расчёты показывают, что объемная плотность энергии при взрыве заряда ВВ на два порядка и более превосходит таковую при обычном горении. Этим обусловлена большая мощность взрыва и высокая его разрушительная способность. Начальное давление в продуктах взрыва равно:

$$P_0 = \frac{P_d}{2} \quad (1.1)$$

где: P_d – давление на фронте детонационной волны.

Особенно большая плотность энергии достигается при взрыве конденсированных ВВ (твердых или жидких). Объясняется это тем, что удельный объем конденсированных ВВ в тысячу раз меньше удельного объема газообразных и, следовательно, объем заряда конденсированного ВВ в тысячи раз меньше объема газообразного заряда такой же мощности.

Газообразование. Высокое давление, возникающее при взрыве, и обусловленный им разрушающий эффект, не могли бы быть достигнуты, если бы

химическая реакция не сопровождалась выделением достаточно большого количества газообразных продуктов.

Современные взрывчатые вещества в процессе взрывного превращения выделяют 600...900 л/кг газообразных продуктов.

1.2. Виды взрывного превращения

Классификация взрывных процессов. Взрывные процессы могут сильно отличаться друг от друга, как по своим внешним признакам, так и по существу. В зависимости от условий возбуждения, природы ВВ и ряда других причин взрывное превращение может протекать в виде горения, взрыва и детонации.

Горение отличается от взрыва сравнительно малой (дозвуковой) скоростью распространения фронта реакции (от миллиметров до нескольких метров в секунду). При этом скорость горения зависит от внешнего давления. С увеличением последнего скорость горения, как правило, увеличивается. Поэтому в замкнутом и полузамкнутом пространстве горение более энергично, чем на открытом воздухе. При горении поток газообразных продуктов направлен в сторону, противоположную распространению фронта горения, а давление растет плавно и не так сильно, как при взрыве. Однако скорость горения не превосходит скорости звука во взрывчатом веществе. В зависимости от внешних воздействий горение может быть устойчивым и протекать с постоянной скоростью, переходить во взрыв или затухать совсем.

Для порохов горение является основным видом взрывного превращения. Работа, совершаемая продуктами горения, выражается в метании тел или сообщении им скорости.

Взрыв – процесс, распространяющийся по массе ВВ со скоростью, превышающей скорость звука в нем. Причем сам процесс неустойчив, а его скорость меняется под влиянием самых различных факторов. Поэтому взрыв – процесс переходный: при увеличении его скорости взрыв может перейти в детонацию, а при уменьшении – в горение. При взрыве по заряду ВВ пробегает

ударная волна, на фронте которой слой ВВ мгновенно сжимается и в результате этого в нем начинаются реакции распада молекул исходного ВВ и образование молекул новых веществ. Химическая реакция, в процессе которой и выделяется энергия, завершается на некотором удалении от фронта ударной волны.

В момент прохождения ударной волны частицы ВВ перемещаются в направлении движения ее фронта, а по окончании химической реакции – в окружающую заряд среду. Такой характер взрыва обуславливает и совершенно отличную от горения форму воздействия на среду. Взрыв производит разрушение, дробление окружающей плотной среды или предметов и их перемещение в пространстве.

Детонация – это взрыв, распространяющийся по заряду ВВ с постоянной и максимально возможной для данных условий скоростью. Она характеризуется теми же признаками, что и взрыв. Отличием детонации от взрыва является постоянная и максимально возможная для данного вида ВВ скорость. Детонация – наиболее совершенная (с точки зрения энергосодержания) и стационарная форма взрыва.

Горение, взрыв и детонация отличаются по характеру своего распространения. При горении передача энергии от слоя к слою вещества осуществляется путем теплопередачи и массообмена, а при взрыве и детонации – ударной волной.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение взрывчатого вещества.
2. Что такое экзотермичность процесса?
3. Как классифицируются взрывные процессы?
4. Что такое взрыв?
5. Что такое горение?
6. Что такое детонация?

2. ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА. ЗАРЯДЫ ВВ

2.1. Классификация взрывчатых веществ

Для удобства изучения и практического применения все ВВ делят на сходные по каким-либо свойствам группы (классы). По своему практическому применению ВВ делят на четыре группы:

1. Иницирующие ВВ;
2. Бризантные (дробящие) ВВ;
3. Метательные ВВ, или пороха, и ракетные топлива;
4. Пиротехнические составы.

Иницирующие ВВ (ИВВ) применяются для возбуждения в других ВВ взрывного превращения в виде горения или детонации. Поэтому их используют для снаряжения средств инициирования: капсюлей-детонаторов, капсюлей-воспламенителей и др.

Важнейшими представителями ИВВ являются однородные вещества: гремучая ртуть, азид свинца, ТНРС. Однородные ИВВ применяются в качестве добавок при изготовлении ударных, наконечных, воспламенительных и прочих составов (смесей). ИВВ очень чувствительны к тепловым и механическим внешним воздействиям.

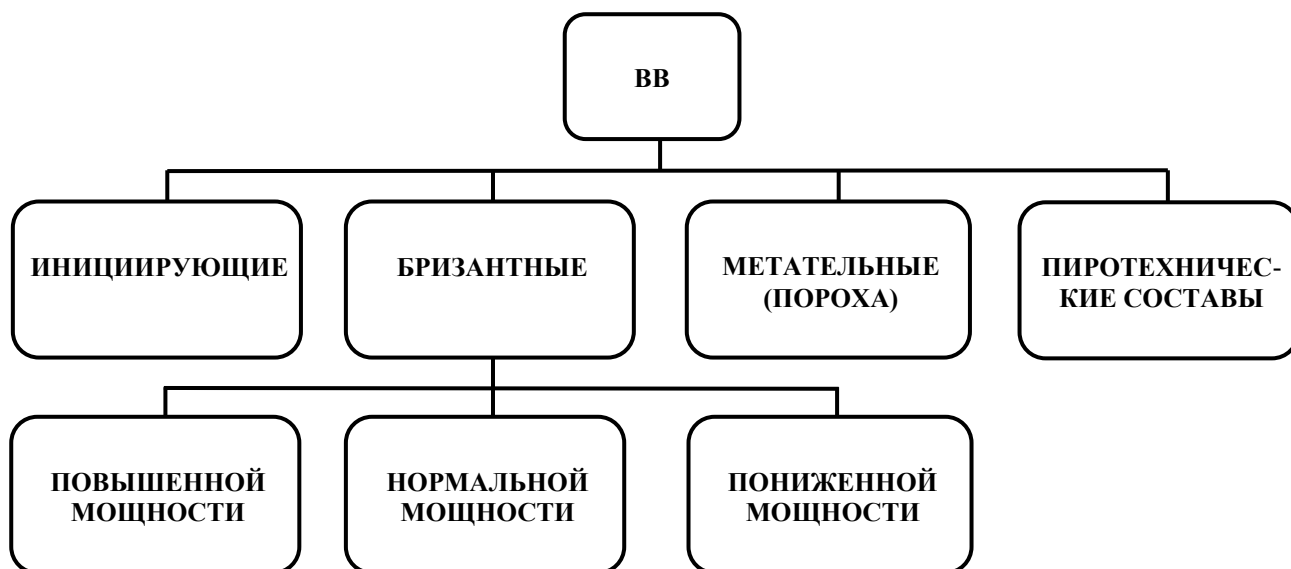


Рис. 2.1. Классификация взрывчатых веществ

Бризантные ВВ (БВВ) служат для целей дробления и разрушения. Применяются в качестве зарядов в инженерных и других боеприпасах. Они сравнительно малочувствительны к внешним воздействиям (удару, трению, тепловому воздействию, прострелу пуль) и для возбуждения в них взрывного превращения применяются ИВВ. Поэтому, иногда инициирующие ВВ называют первичными, а бризантные – вторичными.

Основной вид взрывного превращения БВВ – детонация. Бризантные ВВ могут представлять собой химические соединения: тротил, гексоген, тэн, тетрил и др. и их смеси (сплавы), к которым относятся МС, ПВВ, ТГ, ЭВВ-11 и ряд других. Применение смесей и сплавов вызвано тем, что индивидуальные ВВ не всегда удовлетворяют техническим и технологическим требованиям, предъявляемым к БВВ. Кроме того, применение сплавов и смесей расширяет сырьевую базу БВВ.

Метательные ВВ используются как источники энергии для совершения работы метания тел (снаряда или пули, корпуса мины ОЗМ-72 и др.), а также для изготовления огнепроводного шнура, замедлителей, воспламенителей, в зарядах реактивных двигателей. Основной вид взрывного превращения – горение. Однако, в больших количествах при хорошей забивке и мощном дополнительном детонаторе (несколько кг БВВ) метательные ВВ могут детонировать.

К метательным ВВ относятся пороха и ракетные топлива на основе нитроцеллюлозы. Дымный порох применяется для изготовления замедлителей, огнепроводных шнуров, вышибных зарядов. Дымный порох – это механическая смесь горючего, окислителя и цементатора. Средний состав дымного пороха – 75 % селитры (калиевой, натриевой), 15 % древесного угля (горючее), 10 % серы (цементатор).

Основу всех бездымных порохов составляют нитраты целлюлозы, содержащей 12 – 13 % азота, которые пластифицируются растворителями. В зависимости от летучести (способности испаряться) растворителя различают следующие виды порохов:

1. Нитроцеллюлозные пороха на летучем растворителе (спиртоэфирная смесь), который в процессе производства почти целиком удаляется из пороха. Для изготовления этих порохов применяется пироксилин, поэтому их называют пироксилиновыми.

2. Нитроцеллюлозные пороха на труднолетучем или нелетучем растворителе, полностью остающемся в порохе. Для изготовления применяют коллоксилин, а в качестве растворителя – жидкие БВВ – нитроглицерин или нитродигликоль. Такие пороха называют нитроглицериновые, нитродигликолевые или баллистами.

3. Нитроцеллюлозные пороха, изготовленные на смешанном растворителе или кордида.

Бездымные пороха производят в зависимости от назначения в виде тонких пластин или лент, одноканальных (порох постоянного горения), многоканальных трубок (прогрессивного горения), в виде различных фигурных элементов (дегрессивного горения). Плотность – 1560...1600 кг/м³. Бездымные пороха применяются в стрелковых и артиллерийских боеприпасах, в реактивных двигателях.

Пиротехнические составы – это механические смеси неорганического окислителя с органическими, металлическими горючими и цементаторами (регулирующими добавками), дающие при горении световые, тепловые, дымовые, звуковые и реактивные эффекты. Основным видом их взрывного превращения является горение, но при известных условиях они способны к детонации и обладают сравнительно высокой чувствительностью к внешним воздействиям. Применяются для получения соответствующего пиротехнического эффекта (сигнального, осветительного, трассирующего, зажигательного и др.).

2.2. Характеристики и свойства взрывчатых веществ

К основным характеристикам ВВ относятся:

плотность ВВ – ρ_0 , кг/м³;

удельная энергия взрывного превращения – Q_0 , Дж/кг (ккал/кг);

скорость детонации – D_d , м/с;

бризантность, мм;

фугасность, см³;

физическая стойкость;

химическая стойкость.

Кроме того, в расчетах применяются такие характеристики как:

удельный объем образовавшихся при взрыве газов – V , м³/кг;

температура взрыва – T (К, °С).

Плотность ВВ – одна из основных характеристик. Плотность ВВ в значительной мере влияет на скорость детонации и, следовательно, на объем заряда и его бризантное действие.

Удельная энергия взрывного превращения – одна из основных характеристик ВВ, рассчитывается теоретически на основе реакций взрывного превращения или определяется опытным путем при помощи специальной калориметрической установки, внутри которой взрывается (сжигается) определенное количество ВВ. По изменению температуры, зная массу и теплоемкость материала установки, а также массу испытуемого ВВ, вычисляют Q_0 .

Скорость детонации – является одной из важных характеристик ВВ. Она определяет давление продуктов взрыва до начала их разлета. Чем выше скорость детонации, тем больше мощность взрыва и его местное действие. Скорость детонации зависит от химической природы ВВ, наличия в нем примесей (добавок) и от диаметра заряда. Скорость детонации определяется опытным путем. Один из наиболее простых методов – метод Дотриша, основанный на сравнении известной скорости детонации детонирующего шнура со скоростью детонации испытуемого заряда (РПР-69, с.375).

Если уменьшать поперечное сечение заряда, то при определенном для каждого ВВ диаметре удлиненного заряда распространение взрыва по заряду станет невозможным. Такой диаметр заряда называется *критическим*. Плоский заряд может быть взорван, если его толщина больше критической.

Критический диаметр и критическая толщина зависят от условий взрыва: они максимальны, если заряды взрываются в свободном пространстве и не имеют оболочек. При наличии оболочек или при расположении плоского заряда на плоской преграде, где боковой разлет затруднен или ограничен, критические размеры могут оказаться меньшими.

Для ВВ, используемых в инженерных боеприпасах, скорость детонации находится в пределах 6600 – 8450 м/с. Выделяющаяся при взрывном превращении энергия преобразуется в механическую работу, которую совершают газообразные продукты взрыва (ПВ) в процессе своего расширения. Механическая работа взрыва условно разделяется на две формы: бризантную и фугасную.

Бризантная форма работы взрыва – способность ВВ к местному разрушительному действию, которое является результатом резкого удара ПВ по окружающей среде. Бризантное действие проявляется на близком расстоянии от заряда и в очень коротком интервале времени ($10^{-5} \dots 10^{-6}$ с). Для оценки бризантности на свинцовый столбик диаметром 40 мм и высотой 60 мм через стальной диск устанавливают цилиндрический заряд ВВ массой 25 грамм (проба Гесса). При взрыве заряда свинцовый столбик деформируется. Разность между высотой столбика до и после взрыва принята в качестве меры бризантности.

Фугасное действие взрыва характеризуется работой, которую могут совершить ПВ при расширении. Фугасное действие взрыва определяется в первую очередь удельной энергией взрывного превращения.

Фугасное действие взрыва характеризуется расширением стандартной свинцовой бомбы и выражается в кубических сантиметрах. Диаметр бомбы и высота ее составляет 200 мм. В центре бомбы высверливается гнездо диаметром 25 мм и глубиной 125 мм. В гнезде размещается заряд ВВ массой 10 грамм в бумажной оболочке вместе с детонатором, а свободное пространство засыпают кварцевым песком. Под действием взрыва бомба, пластически деформи-

руясь, раздувается. Разность объемов до и после взрыва принята в качестве меры фугасности испытуемого ВВ. Фугасное действие взрыва зависит от скорости детонации и объема выделившихся при взрыве газов. Чем больше выделяется газов при взрыве, тем выше в общем случае фугасное действие взрыва.

При любом взрывном превращении происходят восстановительные и окислительно-восстановительные реакции, т.е. за счет кислорода содержащегося в молекуле взрывчатого вещества или в веществе одного из его компонентов, окисляются горючие компоненты с образованием газообразных продуктов: паров воды H_2O , газов CO_2 и CO , обладающих максимальным экзотермическим эффектом.

В составе взрывчатого вещества (индивидуального или смесового) может быть разное количество кислорода: избыточное, достаточное или недостаточное для полного окисления водорода и углерода соответственно до H_2O и CO_2 . В первом случае говорят, что взрывчатое вещество обладает положительным кислородным балансом, во втором – нулевым и в третьем – отрицательным кислородным балансом.

Тротил, гексоген, тэн, тетрил имеют отрицательный, аммиачная селитра и нитроглицерин – положительный, а нитроглицоль – нулевой кислородный баланс.

В смесях стремятся получить ВВ, кислородный баланс которого будет близок к нулевому. В этом случае, как следует из сказанного выше, достигается максимальный экзотермический эффект, а удельная энергия взрывного превращения Q_0 достигает максимума. Обычно же кислородный баланс в смесовом ВВ либо несколько положительный, либо несколько отрицательный, в зависимости от того, в какую сторону от теоретического отклоняются практически происходящие экзотермические реакции. Во всяком случае, состав смесового ВВ подбирают так, чтобы достичь максимального значения удельной энергии взрывного превращения Q_0 . В целях повышения энергетического запаса ВВ в них вводят алюминий в виде порошка или пудры. При этом дополнительная энергия выделяется в результате вторичных реакций окисления алюминия кис-

лородосодержащими продуктами первичного разложения ВВ (СО и НО). Введение алюминия приводит к некоторому снижению параметров детонации, так как реакции взаимодействия происходят на стадии расширения продуктов детонации, а в самой детонационной волне алюминий ведет себя как инертный материал. Таким образом, добавки алюминия усиливают фугасные формы работы взрыва и снижают бризантные.

Температура взрыва характеризует экзотермичность реакции взрывного превращения, давление, под которым будут находиться продукты реакции в момент взрыва, а также работу, которую могут совершить продукты взрыва при их охлаждении до температуры окружающей среды. Температура взрыва из-за скорости протекания процесса рассчитывается теоретически. Для большинства ВВ она находится в пределах 3500...5000° С.

Физической стойкостью взрывчатых веществ называют свойство вещества сохранять свои первоначальные физические характеристики (плотность, состав, структуру) в течение заданного срока.

Химической стойкостью называется свойство взрывчатого вещества не претерпевать в условиях хранения, транспортировки и боевого применения химических превращений, которые могли бы привести к изменению химических свойств ВВ и самовоспламенению.

Одной из важнейших характеристик, определяющих безопасность обращения с ВВ, является его *чувствительность к удару*. Испытания по оценке чувствительности ВВ к удару проводятся на специальном приборе, в котором груз массой 10 килограммов сбрасывается с высоты 0,25 метра на заряд ВВ массой 0,1 грамма. Чувствительность к удару оценивается в процентном отношении числа взрывов к общему числу испытаний. Это качественная оценка чувствительности ВВ, характеризующая безопасность обращения с ним. Ряд ВВ по чувствительности к удару представлен в табл. 2.1.

Чувствительность ВВ к удару

№ п/п	Взрывчатое вещество	Чувствительность к удару, %
1.	Тротил	4 – 8
2.	ТГА-16	13
3.	ПВВ-4, МС, ЭВВ-11	20
4.	А-IX-1	24
5.	ТГ-50	32
6.	ТГ-40, ПВВ-5А, ПВВ-12с, ВС-6Д	36
7.	ПВВ-7	44
8.	А-IX-2	76
9.	ТЭН	100

Для снаряжения инженерных боеприпасов широкое применение находят тротил и флегматизированный гексоген. Тротил обладает низкой чувствительностью к механическому действию, что определяет безопасность обращения с ним. Гексоген значительно превосходит тротил по скорости детонации и удельной энергии взрывного превращения. Однако, применение гексогена ограничено его высокой чувствительностью к механическому воздействию (чувствительность к удару – 70...90 %). Флегматизация гексогена приводит к снижению чувствительности с сохранением высоких энергетических показателей. Гексоген флегматизируют тротилом (МС, ТГА-16, смеси ТГ) или инертными добавками (составы типа ПВВ, А- IX-I).

2.3. Иницирующие взрывчатые вещества

Иницирующие ВВ отличаются от других групп ВВ тем, что они горят неустойчиво и при поджигании их горение практически мгновенно переходит во взрыв и детонацию.

Было установлено, что даже при малых давлениях ИВВ горят с большой скоростью, которая резко возрастает с увеличением давления до значений, при

которых горение становится неустойчивым. Однако это не единственная возможная причина неустойчивого горения ИВВ.

ИВВ характеризуются большой скоростью полного горения, что обуславливает достижение высокой температуры продуктов сгорания; вследствие этого новые слои ИВВ легко воспламеняются и повышается массовая скорость горения.

При наличии значительной пористости пламя легко проникает вглубь, что сопровождается резким увеличением поверхности горения, а, следовательно, и увеличением его скорости, которая быстро становится больше предела, при котором еще возможно устойчивое горение. Повышение массовой скорости горения приводит к быстрому переходу горения во взрыв, а взрыва – в детонацию.

Под действием начального импульса на взрывчатое вещество скорость возникающего при этом превращения достигает своего предельного для данных условий значения не сразу, а лишь спустя некоторый промежуток времени. Нарастание скорости детонации до максимума происходит не мгновенно, а на каком-то расстоянии от точки инициирования. Толщину этого слоя ВВ, на котором скорость детонации достигает своего максимального значения, называют *участком разгона детонации*.

Помимо короткого участка разгона инициирующие ВВ должны обладать бризантностью, достаточной для возбуждения детонации вторичных взрывчатых веществ. Инициирующие ВВ принято характеризовать инициирующей способностью, под которой понимается то количество ИВВ, которое вызывает надежную детонацию бризантных ВВ. Самая высокая инициирующая способность у азида свинца – по гексогену она равна 0,03 г.

Известно очень большое число инициирующих ВВ, однако лишь некоторые из них нашли практическое применение. Ниже будут рассмотрены важнейшие из этих веществ: гремучая ртуть, азид свинца, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), тетразен.

Гремучая ртуть. Гремучую ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ получают растворением металлической ртути в азотной кислоте и добавлением полученного раствора к этиловому спирту. Гремучая ртуть - белый или серый кристаллический порошок с плотностью $4,31 \text{ г/см}^3$. Плотность запрессованной гремучей ртути - $3,0 \dots 4,0 \text{ г/см}^3$. Она легко взрывается от незначительного удара.

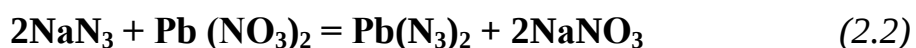
Вода уменьшает чувствительность гремучей ртути к механическим воздействиям и другим видам начального импульса. При содержании 30 % воды она не загорается от луча огня. В связи с этим гремучую ртуть обычно хранят под водой.

Температура вспышки гремучей ртути $173 - 180 \text{ }^\circ\text{C}$. Скорость детонации 5600 м/с при максимальной плотности.

Гремучая ртуть в присутствии влаги энергично взаимодействует с алюминием. Поэтому алюминиевая оболочка разрушается, а за счет теплоты реакции может возникнуть взрыв. Составы, содержащие гремучую ртуть, не должны соприкасаться с алюминиевой оболочкой. В присутствии влаги гремучая ртуть реагирует, правда очень медленно, и с медью, причем образуется весьма чувствительная гремучая медь. Чтобы избежать этого, медные оболочки защищают лакировкой. С никелем гремучая ртуть практически не взаимодействует.

Гремучую ртуть применяют для изготовления ударных и накольных составов, для снаряжения капсюлей-воспламенителей и капсюлей-детонаторов. Ввиду высокой чувствительности гремучую ртуть, как и другие иницирующие ВВ, перевозят только в виде готовых изделий (капсюлей).

Азид свинца. Азид свинца $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ получают реакцией обменного разложения азидата натрия с азотнокислым свинцом, смешивая водные растворы этих солей:



Азид свинца осаждается в виде мелкокристаллического, несыпучего и потому не пригодного для снаряжения (дозировки) порошка. Поэтому в азид свинца вводят небольшое количество парафина, декстрина или другого клеи-

вающего вещества (которое одновременно является флегматизатором) и гранулируют. Гранулы сушат и сортируют для удаления крупных комков и пыли.

Плотность кристаллов азид свинца – $4,73 \text{ г/см}^3$, прессованного – $3...3,5 \text{ г/см}^3$. Температура вспышки, по Авакяну, составляет 613 К ($340 \text{ }^\circ\text{C}$). Скорость детонации при плотности $4,0 \text{ г/см}^3$ равна 5100 м/с .

Азид свинца недостаточно чувствителен к лучу пламени, наколу и реагирует с влагой воздуха, образуя окисную пленку, ухудшающую чувствительность к внешним воздействиям. Чтобы обеспечить безотказную детонацию от накола жала или луча пламени и исключить образование пленки в азидных капсюлях-детонаторах поверх слоя азид свинца запрессовывают специальные воспламенительные составы более чувствительные к соответствующему импульсу, обычно ТНРС.

Азид свинца при увлажнении не теряет чувствительности к механическим воздействиям. Он легко взаимодействует с медью, особенно в присутствии влаги и углекислоты; при этом образуются очень чувствительные к механическим воздействиям соли меди. С алюминием азид свинца не взаимодействует, поэтому его прессуют в алюминиевые оболочки, но не в медные или мельхиоровые.

По сравнению с гремучей ртутью азид свинца имеет ряд важных преимуществ:

его инициирующее действие значительно больше, поэтому количество азид свинца в капсюлях-детонаторах в $2 - 2,5$ раза меньше, чем количество гремучей ртути;

он менее чувствителен к сотрясениям, что особенно важно для применения в артиллерийских капсюлях-детонаторах;

для получения азид свинца не нужны дефицитные или дорогие материалы, тогда как для производства гремучей ртути требуется дорогая ртуть.

Тринитрорезорцинат свинца (ТНРС). ТНРС – $\text{C}_6 \text{ H} (\text{O}_2 \text{ Pb}) (\text{NO}_2)_3 \text{ H}_2\text{O}$ получают при взаимодействии натриевой соли стифниновой кислоты с азотнокислым свинцом в водном растворе.

ТНРС кристаллизуется с одной молекулой воды. Плотность ТНРС 3,08 г/см³, плотность запрессованного составляет 2,9 г/см³, цвет желтый. Температура вспышки 275° С. Чувствителен к пламени; при воспламенении дает мощный луч огня. Чувствительность к удару меньше, чем у азида свинца. Применяется для воспламенения азида свинца в капсюлях-детонаторах, а также в ударных составах для снаряжения капсюлей-воспламенителей.

Тетразен C₂H₈ON₁₀ представляет собой мелкокристаллический порошок с желтоватым отливом; плотность равна 1,65 г/см³; в воде практически нерастворим и мало гигроскопичен. Температура вспышки около 140 °С.

Бризантность тетразена мала; он не обладает достаточной иницирующей способностью для возбуждения детонации вторичных ВВ. По чувствительности к трению и удару близок к гремучей ртути.

Примесь 2...3% тетразена к азиду свинца резко повышает чувствительность последнего к наколу. Тетразен применяют также в смеси с ТНРС в ударных составах капсюлей-воспламенителей и накольных составах капсюлей-детонаторов. Он играет здесь роль сенсibilизатора ТНРС.

Ударные составы на основе тетразена имеют низкую бризантность, капсюли-воспламенители с такими составами не разрушают своим взрывом пороховые замедлители.

Газообразные продукты взрыва тетразена содержат большое количество аммиака, который нейтрализует кислые продукты взрыва ударных составов, являющиеся причиной коррозии канала ствола стрелкового оружия. Поэтому тетразен применяют для изготовления некорродирующих составов некоторых патронных капсюлей-воспламенителей.

2.4. Бризантные взрывчатые вещества

Бризантные взрывчатые вещества более мощны и значительно менее чувствительны к различного рода внешним воздействиям, чем иницирующие ВВ. Возбуждение детонации в бризантных ВВ обычно производится взрывом заряда

инициирующего ВВ, входящего в состав капсулей-детонаторов, или заряда другого бризантного ВВ (промежуточного детонатора).

Сравнительно невысокая чувствительность бризантного ВВ к удару, трению и тепловому воздействию, а следовательно, и достаточная безопасность обуславливают удобство их практического применения. Бризантные ВВ применяются в чистом виде, а также в виде сплавов и смесей друг с другом.

По мощности бризантные ВВ делятся на три группы (рис. 2.1):

ВВ повышенной мощности;

ВВ нормальной мощности;

ВВ пониженной мощности.

Взрывчатые вещества повышенной мощности

Тэн. По внешнему виду белое кристаллическое вещество с температурой плавления 141,3 °С и плотностью 1,77 г/см³, плохо прессуется. Прессованием можно достичь плотности 1,6 г/см³. Размер частиц 10 - 830 мкм. Получают его нитрацией пентаэритрита азотной кислотой.

Тэн не гигроскопичен, растворимость его в воде при 19 °С – 0,01 %, а при 100 °С – 0,035 %. Кислородный баланс – 10,1 %. Температура плавления 141,6 °С. Температура продуктов взрыва 4500 °С. Энергия взрывного превращения 5,68 - 5,85 МДж/кг. Объем продуктов взрыва – 0,79 м³/кг. Скорость детонации при $\rho_0 = 1620$ кг/м³ – 7913 м/с; $\rho_0 = 1730$ кг/м³ – 8350 м/с. Фугасность 450 – 480 см³, бризантность по Гессу 24 мм. Критический диаметр детонации – 1– 1,5 мм. Чувствительность к удару 100 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях – 20 лет.

Тэн – токсичное вещество, вызывает раздражение верхних дыхательных путей, покраснение слизистых оболочек и кожи; при попадании в легкие вызывает расширение кровеносных сосудов.

Тэн химически стоек, более чувствителен к механическим воздействиям, чем гексоген. От удара ружейной пули (при простреле) он взрывается. Чувствительность к инициирующему импульсу: масса предельного инициирующего за-

ряда гремучей ртути 0,17 г., азида свинца – 0,03 г. Температура вспышки 205 – 225 °С.

Чистый и флегматизированный тэн используется для снаряжения средств инициирования и детонирующих шнуров, во флегматизированном состоянии может использоваться для изготовления прессованных дополнительных детонаторов, а также в эластичных ВВ. Флегматизированный тэн подкрашивается в розовый или оранжевый цвет.

Гексоген (В США – RDX). Химическое название – циклотриметилентринитрамин $C_3H_6O_6N_6$. По внешнему виду представляет собой белое вещество с плотностью монокристалла 1,816 г/см³ и насыпной 0,8 - 0,9 г/см³. При прессовании достигается плотность 1,73 г/см³. Мелкокристаллическое вещество белого цвета; он не имеет ни вкуса, ни запаха, в воде не растворяется.

Гексоген получают нитрацией уротропина азотной кислотой. Гексоген практически не гигроскопичен. Температура плавления 204 – 205 °С. Технический продукт плавится при температуре 202 °С, при плавлении разлагается. Он весьма ядовит, предельно допустимая концентрация 0,001 мг/л; поражает центральную нервную систему, главным образом головной мозг, вызывает нарушения кровообращения и малокровие.

Гексоген характеризуется высокой чувствительностью к механическим воздействиям: к удару (70...90 %) – нижний предел – 70 мм, трению без кварцевого песка 150 МПа. Чувствительность гексогена к удару ниже, чем чувствительность тэна, но от удара ружейной пули (при простреле) он может взорваться. С целью снижения чувствительности гексоген флегматизируют воскоподобными веществами.

Температура вспышки 220 – 230 °С. На открытом воздухе он сгорает ярким белым пламенем без остатка, при быстром нагревании разлагается со взрывом. Критический диаметр детонации 1 – 1,5 мм. Гексоген характеризуется высокой чувствительностью к удару. С увеличением плотности скорость детонации повышается. Температуру 185 °С выдерживает в течение 2,5 ч.

Молекулярная масса 222 г/моль, кислородный баланс – 21,6 %; работоспособность в свинцовой бомбе 480 см³, давление детонации 34,7 – 35,4 ГПа. Температура взрыва – 3380°С. Удельная энергия взрывного превращения при плотности $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ – 5,9 МДж/кг; $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ – 5,3 МДж/кг. Скорость детонации при плотности: $\rho_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$ – 8600 м/с; $\rho_0 = 1650 \text{ кг/м}^3$ – 8330 м/с.

Гарантийный срок хранения в складских условиях – 20 лет. Гексоген применяют в сплавах с тротилом, также в пластичных ВВ типа гексопластов, в эластичных, детонирующих шнурах. На его основе изготавливают ВВ А-IX-1, А-IX-2. В чистом виде гексоген применяется только для снаряжения капсюлей-детонаторов. Для снаряжения некоторых специальных боеприпасов применяется флегматизированный гексоген (обычно оранжевого цвета).

В сплаве с тротилом, например в соотношении 50:50 (ТГ-50), гексоген применяют для снаряжения кумулятивных зарядов.

Для повышения энергии взрывчатого превращения в сплавы гексогена с тротилом добавляют алюминий в порошке. Примерами таких сплавов являются морская смесь (МС) и сплав ТГА.

Тетрил (тринитрофенилметилнитроамин). Представляет собой однородный, сыпучий, негигроскопичный кристаллический порошок от светло-желтого до темно-желтого цвета, без запаха, солоноватый на вкус. Эмпирическая формула $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_8\text{N}_5$. Кислородный баланс – 47,4 %. Удельная энергия – 3,49 МДж/кг. Объем продуктов взрыва 0,74 – 1,09 м³/кг. Скорость детонации при $\rho_0 = 1640 \text{ кг/м}^3$ – 7460 м/с; $\rho_0 = 1668 \text{ кг/м}^3$ – 7700 м/с; $\rho_0 = 1679 \text{ кг/м}^3$ – 7800 м/с; $\rho_0 = 1680 \text{ кг/м}^3$ – 7750 м/с. Фугасность – 340 см³; бризантность по Гессу 22 мм. Чувствительность к удару – 48 – 60 %. Сильно токсичное взрывчатое вещество.

Тетрил представляется собой кристаллическое вещество ярко-желтого цвета. Тетрил негигроскопичен и нерастворим в воде, достаточно легко прессуется до плотности 1,60-1,65.

Чувствительность тетрила несколько ниже, чем чувствительность тэна и гексогена, но все же от прострела ружейной пулей он также может взорваться.

Применяется тетрил для изготовления промежуточных детонаторов в различных боеприпасах и для снаряжения некоторых типов капсюлей-детонаторов.

Гарантийный срок хранения в складских условиях – 20 лет. Температура вспышки 185 – 220 °С. Температура взрыва – 3370 °С. Энергия взрывного превращения 4,51 МДж/кг.

Взрывчатые вещества нормальной мощности

Тротил (тринитротолуол, тол, ТНТ, в США – TNT). Тротил $C_6H_2CH_3(NO_2)_3$ основное бризантное взрывчатое вещество получают обработкой толуола смесью серной и азотной кислот. По внешнему виду тротил представляет собой светло-желтое и, в зависимости от технологии, кристаллическое, чешуйчатое или гранулированное вещество, горьковатое на вкус. Температура плавления очищенного продукта 80,6 °С. При наличии примесей, в основном асимметричных нитротолуолов, температура плавления снижается до 75 - 77 °С. Примеси образуют с тротилом многокомпонентные эвтектические сплавы, имеющие маслообразный вид, вследствие чего их называют тротиловым маслом. В производстве он получается в виде порошка (порошкообразный тротил), мелких чешуек (чешуированный тротил) или гранул (гранулированный тротил). Чешуированный тротил хорошо прессуется до плотности 1,6.

Плотность монокристалла тротила 1,663 г/см³, гравиметрическая плотность 0,5 – 0,85 г/см³. Гигроскопичность около 0,05 %, растворимость в воде низкая – 0,15 % при 100 °С, что является благоприятным свойством. Тротил токсичен, предельно допустимая концентрация 0,001 мг/л, он поражает дыхательные пути, пищеварительный тракт. При длительном воздействии вызывает слабость, головокружение, дерматиты кожи, гепатит.

Очищенный тротил представляет собой физически и химически стойкое вещество, достаточно безопасное в обращении. Чувствительность к трению 300 МПа, с кварцевым песком – 190 МПа. Ударно-волновая чувствительность 0,7 ГПа. Температура вспышки 290 °С, температура взрыва – 2820 °С. Восприим-

чивость к детонации удовлетворительная: предельный инициирующий заряд азида свинца 0,1 г, гремучей ртути – 0,38 г.

Тротил плавится без разложения при температуре около 81⁰С; плотность затвердевшего после плавления (литого) тротила 1,55-1,60; температура вспышки около 310⁰С; на открытом воздухе тротил горит желтым, сильно коптящим пламенем без взрыва. Горение тротила в замкнутом пространстве может переходить в детонацию.

Термостойкость тротила 215 °С. Эту температуру выдерживает тротил в течение 4 часов 40 минут, а температуру 225 °С – соответственно 2 часов 30 минут.

К удару, трению и тепловому воздействию тротил малочувствителен. Прессованный и литой тротил от прострела обычной ружейной пули не взрывается и не загорается, с металлами химически не взаимодействует.

Восприимчивость тротила зависит от его состояния. Прессованный и порошкообразный тротил безотказно детонирует от капсюля-детонатора КД № 8, литой же, чешуированный и гранулированный тротил детонирует только от промежуточного детонатора из прессованного тротила или другого бризантного ВВ.

Скорость детонации при плотности (ρ_0) составляет:

$$\rho_0 = 1,55 \text{ г/см}^3 - 6200 \text{ м/с};$$

$$\rho_0 = 1,60 \text{ г/см}^3 - 6900 - 7000 \text{ м/с};$$

$$\rho_0 = 1,62 \text{ г/см}^3 - 6800 - 7000 \text{ м/с};$$

Гарантийный срок хранения в складских условиях – десятки лет.

Объем продуктов взрыва – 0,75 – 0,87 м³ /кг.

Критический диаметр детонации (**Дкр**) прессованного тротила составляет 8 – 10 мм. С увеличением плотности скорость детонации увеличивается, а чувствительность к детонации снижается. Удельная энергия взрывного превращения 4,2 МДж/кг. Удельная энергия взрывного превращения тротила принята за эталон и используется во всех теоретических расчетах. Другие ВВ приводятся к тротилу по зависимости:

$$K_T = \frac{Q_0}{Q_T} \quad (2.2)$$

Тротил в чистом виде или в смеси с гексогеном (смеси ТГ) широко применяется в различных инженерных боеприпасах.

Для производства взрывных работ тротил, как правило, применяется в виде прессованных подрывных шашек (рис. 2.2):

больших – размерами 50х50х100 мм и весом 400 г;

малых – размерами 25х50х100 мм и весом 200 г;

буровых (цилиндрических) длиной 70 мм, диаметром 30 мм и весом 75 г.

Все подрывные шашки имеют запальные гнезда для капсюля-детонатора № 8.

В целях обеспечения удобств хранения, перевозки и применения подрывные шашки упаковываются в деревянные ящики. В каждый ящик уложено 30 больших и 65 малых или 250 буровых шашек. Ящик, содержащий большие и малые шашки, может применяться в качестве сосредоточенного заряда весом 25 кг без снятия крышки. Для этого в крышке имеется отверстие, закрытое съемной планкой, против которой уложена большая шашка с резьбой.

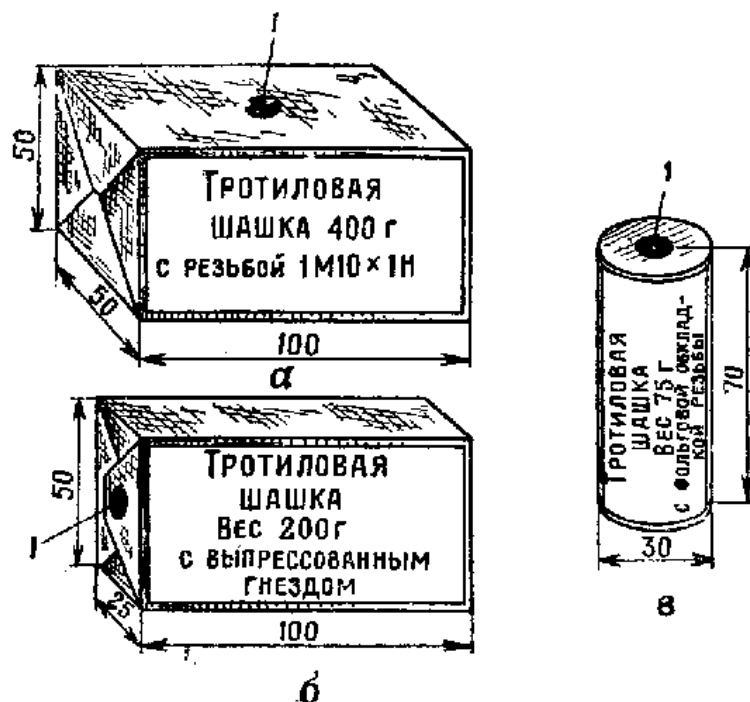


Рис. 2.2. Подрывные тротилловые шашки:
а – большая; б – малая; в – буровая; 1 – запальное гнездо

Пикриновая кислота (тринитрофенол, мелинит). Представляет собой кристаллическое вещество желтого цвета, горькое на вкус. Пыль пикриновой кислоты сильно раздражает дыхательные пути.

Пикриновая кислота в холодной воде растворяется плохо, в горячей – несколько лучше; растворы ее сильно окрашивают кожу и ткани в желтый цвет. Плотность прессованной и литой пикриновой кислоты составляет приблизительно 1,6.

Чувствительность пикриновой кислоты к удару, трению и тепловому воздействию несколько выше чувствительности тротила; от прострела ружейной пулей она может взорваться.

Состав ТГ-50. Представляет собой сплав, содержащий 50 % тротила и 50 % гексогена. Состав ТГ-50 – однородная негигроскопичная масса от светло-желтого до темно-желтого цвета.

Температура вспышки – 226°C. Плотность сплава 1640 – 1680 кг/м³. Гарантийный срок хранения в изделиях в складских условиях – 15 лет. Энергия взрывного превращения 4,2 – 4,68 МДж/кг. Объем продуктов взрыва 0,9 м³/кг. Скорость детонации 7650 – 7800 м/с. Фугасность 370 – 450 см³. Бризантность – 20 мм. Чувствительность к удару – 32 %.

Состав ТГ-40. Представляет собой сплав, содержащий 40 % тротила и 60 % гексогена. Состав ТГ-40 – однородная негигроскопическая масса от светло-желтого до темно-желтого цвета.

Температура вспышки 225°– 260°C. Плотность сплава 1650 – 1680 кг/м³. Гарантийный срок хранения в изделиях в складских условиях – 15 лет. Энергия взрывного превращения 4,27 – 4,9 МДж/кг. Объем продуктов взрыва – 0,9 м³/кг. Скорость детонации при $\rho_0 = 1640 - 1660$ кг/м³ – 7660–7670 м/с; $\rho_0 = 1680$ кг/м³ – 7750 м/с. Фугасность – 350–430 см³. Бризантность – 22,5 мм. Чувствительность к удару – 36 %.

Смесь МС («морская смесь»). Представляет собой смесь, содержащую 19 % тротила, 57 % гексогена, 17 % алюминиевого порошка, 7 % флегматизатора. По внешнему виду – однородная негигроскопическая масса светло-коричневого цвета с оранжевым оттенком и отдельными серебристыми блестками алюминиевого порошка.

Температура вспышки – 210 °С, гарантийный срок хранения в складских условиях – 20 лет. Удельная энергия взрывного превращения – 5,72 – 6,1 МДж/кг. Объем продуктов взрыва – 0,73 – 0,77 м³/кг. Скорость детонации при: $\rho_0 = 1680 \text{ кг/м}^3$ – 7500 – 7600 м/с; $\rho_0 = 1690 \text{ кг/м}^3$ – 7500 м/с; $\rho_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$ – 7600 м/с.

Бризантность – 18 – 22 мм. Чувствительность к удару – 20 %.

Состав ТГА-16. Представляет собой плавленную механическую смесь, содержащую 60 % тротила, 24 % гексогена, 13 % алюминиевого порошка, 3 % алюминиевой пудры.

Состав ТГА-16 по внешнему виду – однородная негигроскопичная масса серого цвета. Плотность сплава – 1670 – 1600 кг/м³. Температура вспышки – 325 °С. Температура взрыва – 4500 °С. Гараптийный срок хранения – десятки лет. Энергия взрывного превращения 5,68 – 5,85 МДж/кг. Объем продуктов взрыва – 0,65 м³/кг. Скорость детонации при плотности $\rho_0 = 1650 \text{ кг/м}^3$ – 6570 м/с; $\rho_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$ – 7000 м/с. Фугасность – 430 см³. Бризантность – 18 – 20 мм. Чувствительность к удару – 13 %.

Состав ПВВ-4 (в США – С-4). Представляет собой пластичное взрывчатое вещество, содержащее 78 % порошкообразного гексогена и 22% инертной связки (специального пластификатора). Состав ПВВ-4 по внешнему виду однородная тестообразная негигроскопичная масса от кремового до светло-коричневого цвета.

Температура вспышки 230°С. Удельная энергия взрывного превращения 3,84 МДж/кг, удельный объем продуктов взрыва – 0,82 м³/кг. Скорость детонации при плотности 1400 кг/м³ составляет 7000 м/с. Фугасность 290 см³, бри-

зантность – 20 мм. Критический диаметр детонации – 6 мм. Чувствительность к удару 20 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях – 10 лет.

Пластит-4 негигроскопичен и нерастворим в воде; легко деформируется усилием рук. К удару, трению и тепловым воздействиям пластит-4 малочувствителен, при простреле ружейной пулей, как правило, не взрывается. Детонирует он от капсюля-детонатора № 8, погруженного в массу заряда на глубину не менее 10 мм.

Пластит-4 поставляется в войска в виде брикетов размером 70х70х145мм, весом 1 кг, обернутых бумагой. Брикеты по 32 шт. упаковываются в деревянные ящики.

Состав ПВВ-5А. Представляет собой пластичное ВВ и содержит 85 % гексогена и 15 % инертной связки. Состав ПВВ-5А – однородная, негигроскопичная, пластичная масса от белого до кремового цвета, сохраняет пластичность при температуре от - 40 до + 50 °С. Температура вспышки 230 °С. Удельная энергия взрывного превращения 4,6 МДж/кг. Удельный объем продуктов взрыва 0,85 м³/кг. Скорость детонации при плотности 1400 кг/м³ составляет 7400 м/с. Фугасность – 330 см³, бризантность – 20 мм. Критический диаметр детонации – 5 – 6 мм. Чувствительность к удару 33 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях – 10 лет.

Состав ПВВ-7. Представляет собой пластичное ВВ и содержит 71% гексогена, 17% алюминиевого порошка и 12 % инертной связки. По внешнему виду однородная негигроскопичная пластичная масса серого цвета. Температура вспышки 230 °С. Удельная энергия взрывного превращения 6,27 МДж/кг; удельный объем продуктов взрыва – 0,84 м³/кг. Скорость детонации при плотности 1520 кг/м³ составляет 6500 м/с. Фугасность – 480 см³, бризантность – 20 мм. Критический диаметр детонации – 6 мм, чувствительность к удару 44 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях - 10 лет.

Состав ПВВ-12с. Представляет собой морозостойкое пластичное вещество, содержащее 85 % гексогена и 15 % инертной связки.

Состав ПВВ-12с – однородная пластичная масса от белого до кремового цвета, сохраняет пластичность от -50 до +50 °С. Температура вспышки – 300 °С, удельная энергия взрывного превращения – 4,57 МДж/кг, удельный объем продуктов взрыва – 0,8 м³/кг. Скорость детонации при плотности 1500 кг/м³ составляет 7760 м/с. Критический диаметр детонации - 8 мм, фугасность – 335 см³. Чувствительность к удару – 20 – 36 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях составляет 10 лет.

Состав А-IX-1. Представляет собой флегматизированный гексоген и содержит 95 % гексогена и 5 % флегматизатора.

Состав А-IX-1 - однородное, порошкообразное, негигроскопичное сыпучее вещество оранжевого цвета. Температура вспышки – 200 °С. Удельная энергия взрывного превращения – 4,8 – 5,22 МДж/кг, удельный объем продуктов взрыва – 0,97 м³/кг. Фугасность – 420 – 450 см³, бризантность – 23 мм. Скорость детонации при плотности 1680 кг/см³ составляет 8450 м/с. Критический диаметр детонации – 3 мм. Чувствительность к удару – 24 %. Гарантийный срок хранения – 15 лет.

Состав А-IX-2. Представляет собой механическую смесь, содержащую 80 % А-IX-1 и 20 % алюминиевой пудры. Состав А-IX-2 однородное сыпучее негигроскопичное вещество серо-стального цвета. Плотность состава – 1650 – 1750 кг/м³. Температура взрыва 5000 °С, температура вспышки – 207 °С. Удельная энергия взрывного превращения 6,35 – 6,48 МДж/кг. Удельный объем продуктов взрыва – 0,75 м³/кг. Скорость детонации при плотности: $\rho_0 = 1800$ кг/м³ – 8400 м/с; $\rho_0 = 1730$ кг/м³ - 8000 м/с; $\rho_0 = 1700$ кг/м³ – 7900 м/с.

Состав ЭВВ-11. Представляет собой эластичное ВВ, которое содержит 80 % гексогена и 20 % инертной связки. Состав ЭВВ-11 по внешнему виду однородная негигроскопичная эластичная масса белого цвета.

Температура вспышка 230 °С. Удельная энергия взрывного превращения – 4,5 МДж/кг, удельный объем продуктов взрыва – 0,88 м³/ кг. Скорость детонации при плотности 1400 кг/м³ составляет 7450 м/с. Критический диаметр де-

тонации – 6 мм. Бризантность – 18 мм. Чувствительность к удару – 20 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях – 5 лет.

Состав ВС-6Д. По внешнему виду маслянистая жидкость от светло-желтого до темно-желтого цвета. Негигроскопична, нерастворима в воде. Не затвердевает при температуре – 50 °С. Температура вспышки – 225 °С. Удельная энергия взрывного превращения – 5 МДж/кг. Скорость детонации при плотности 1530 кг/м³ составляет 7150 м/с. Фугасность – 380 см³, бризантность – 20 мм. Чувствительность к удару – 32-36 %. Гарантийный срок хранения в складских условиях – 15 лет.

Смесь ТМ. Представляет собой смесь, содержащую тротила – 35 ± 5 %, А-IX-1 – 43 ± 4 %, алюминиевой пудры или порошка – 22 ± 5 %. По внешнему виду однородная масса серебристого цвета с буроватым оттенком. Чувствительность к удару по стандартной пробе – 44 – 48 %. Гарантийный срок хранения – не менее 20 лет.

Гекфол - 5 (А-IX-10). Представляет собой флегматизированный гексоген и содержит 93,5...95 % гексогена и 5...6,5 % флегматизатора, в состав которого входят: 98 % оксизина и 2 % красителя жирорастворимого оранжевого или краплака. Состав *Гекфол-5* однородный, негигроскопичный, рассыпчатый порошок оранжевого или сиреневого цвета.

Физические и физико-химические свойства: плотность состава – 1,62...1,66 г/см³; $T_{всп}$ – 220 °С. Химическая стойкость по манометрической пробе на АУКС при температуре 110 °С за 24 часа – 22 мм ртутного столба. Термостойкость при $t = 170$ °С – 5,5 часов. Гарантийный срок хранения в заводских условиях – 20 лет.

Взрывные свойства: Q_0 – 5,1 МДж/кг; D при $\rho = 1,64$ г/см³ = 8310 км/сек; фугасность – 430 см³; бризантность по Касту – 4,24 мм; критический диаметр детонации – 3,3 мм; чувствительность к механическим воздействиям к удару по стандартной пробе – 20...24 %.

Гекфол – 5 – токсичное вещество. При попадании в организм возможно отравление.

Взрывчатые вещества пониженной мощности

Из взрывчатых веществ пониженной мощности наиболее широко применяются аммиачноселитриевые вещества. Они представляют собой механические взрывчатые смеси, основной частью которых является аммиачная (аммонийная) селитра; кроме селитры в эти смеси входят взрывчатые или горючие добавки.

Аммиачная селитра представляет собой кристаллическое вещество белого или бледно-желтого цвета.

Аммиачноселитренные ВВ в зависимости от характера примешиваемых к селитре добавок делятся на следующие виды:

аммониты – ВВ, в состав которых, кроме аммиачной селитры, входят взрывчатые добавки (обычно тротил);

динамоны – ВВ, состоящие из аммиачной селитры и горючих добавок (сосновая кора, торф и т.п.);

аммоналы – аммониты и динамоны с примесью порошкообразного алюминия.

Из всех видов аммиачноселитренных ВВ на снабжении войск состоят только аммониты, содержащие 20-50% тротила (аммониты А-80 и А-50).

Основным видом аммонита является аммонит А-80 в виде прессованных брикетов размерами 125x125x60 мм и весом 1,35 кг.

Аммониты применяются, главным образом, при производстве взрывных работ в грунтах, а также для снаряжения противотанковых мин и для устройства различных фугасов.

2.5. Метательные взрывчатые вещества

Исторически сложилось так, что после появления бризантных ВВ, пороха стали называть метательными ВВ. Это связано с незначительным дробящим действием взрыва пороха по сравнению с эффектом отбрасывания и разбрасывания. Такое название сохранилось и до нашего времени, хотя порохами назы-

вают группу ВВ, используемых в качестве источников энергии движения снарядов, пуль, мин, реактивных снарядов и т.п.

Основным видом взрывчатого превращения порохов в обычных условиях является горение не переходящее в детонацию. Для практического использования порохов к ним предъявляются следующие основные требования:

1. Достаточная мощность (работоспособность), обеспечивающая метательное или воспламеняющее действие.
2. Обеспечение безотказности их действия и безопасность в обращении.
3. Способность не изменять своих физико-механических при хранении.
4. Способность устойчиво и закономерно гореть.
5. Однообразие качества.
6. Достаточная механическая прочность.

Существующие в настоящее время большое количество разнообразных порохов могут быть разделены на две группы, пороха- механические смеси и пороха коллоидного типа. В ходе изучения дисциплины мы будем рассматривать только дымный (черный) порох, который относится к 1-ой группе. Состав дымного пороха: окислитель – калиевая селитра (75%); горючее – древесный уголь (15%); цементатор – сера (10%).

Дымный порох легко воспламеняется от удара, трения, искры, прострела пули и теряет способность к горению даже при небольшом увлажнении до (5%), при этом из блестящего он становится матовым.

В инженерных боеприпасах применяется порох в качестве воспламенителей, средств для передачи огня (огнепроводные шнуры), дистанционных составов, вышибных зарядов и т.д.

При воспламенении пороха, заключенного в замкнутую оболочку, горение его существенно ускоряется (до 400 м/с), и он способен выполнить некоторую механическую работу (слабое дробление и отбрасывание).

В завершение рассмотренной главы необходимо отметить, что для решения различных инженерных задач с применением энергии взрыва требуются определенные базовые знания ВВ и их свойств. С этой точки зрения представ-

ленная информация, как минимум, направлена на выполнение такого требования.

2.6. Заряды взрывчатых веществ

2.6.1. Общие понятия и определения

Подрывным зарядом (ПЗ) называется определенное количество ВВ, определенной формы, которое подготовлено для производства взрыва. ПЗ предназначены для выполнения различных взрывных работ, при этом ПЗ могут изготавливаться как промышленностью (стандартные заряды), так и изготавливаться вручную.

В общем случае ПЗ могут классифицироваться по трем признакам: по характеру действия ПВ; по форме; по расположению относительно подрываемого объекта. На рис.1.3 показана условная классификация ПЗ в виде структурной схемы.



Рис.2.3. Классификация подрывных зарядов

Применительно к стандартным зарядам (СЗ) необходимо отметить, что по устройству подавляющее их число содержат элементы, которые являются типо-

выми для всех зарядов. На рис. 2.4 приведены такие элементы. Они включают в себя: корпус (металл или оболочка из искусственных материалов); ВВ с подготовленными (или отсутствующими) отверстиями под СВ; различные приспособления для переноски, установки и крепления (ножки, ручки, шнуры, ленты, шаблоны, анкеры и т.п.)



Рис. 2.4. Типовые элементы стандартных зарядов

Выделенные на рис. 2.3 признаки, по которым производилась классификация, позволяют обобщить возможности боевого применения ПЗ. Так, при взрыве обычных зарядов разрушение объекта осуществляется за счет действия на них ПВ или возникшей при этом ударной волны. Эффект разрушения во многом будет определяться фугасностью взрыва ПЗ. В то время как для кумулятивных ПЗ результат воздействия на объект будет связан с их способностью концентрировать энергию взрыва в определенном направлении и месте. Что же касается специальных ПЗ, то их применение предполагает выполнение специфических задач в особых условиях.

При разрушении различных объектов можно в максимальной степени использовать энергию взрыва путем придания ПЗ различной формы. Если длина, ширина и высота (три характерных размера) заряда примерно одинаковы, то такой заряд называют **сосредоточенным**. Примером сосредоточенного заряда является заряд в форме шара или куба. Могут считаться сосредоточенными зарядами 200 или 400 г шашки, а также ящик тротила.

Заряд, у которого один линейный размер во много раз превышает два других (примерно равных между собой) называется **удлиненным**. Типичными примерами удлиненных зарядов могут быть табельные удлиненные заряды.

Фигурные заряды – это такие заряды, которые плотно прилегают к элементу конструкции и повторяют его форму. Обычно при применении 200 или 400 г шашек такой заряд делается составным из нескольких частей.

К плоским зарядам относятся такие заряды, когда один характерный размер во много раз меньше двух других. Например, если на большой площади расположить слой постоянной толщины жидкого, порошкообразного или пластичного ВВ, то его можно назвать плоским зарядом.

Относительно понятий внутренних и наружных зарядов, очевидно, они не нуждаются в определении. Точно также как контактный и неконтактный заряды. Заметим, что контактным принято считать такой заряд, который хотя бы одной точкой контактирует с преградой.

2.6.2. Подрывные заряды промышленного изготовления

2.6.2.1. Сосредоточенные заряды

Табельными сосредоточенными ПЗ являются СЗ-3а и СЗ-6. На рис. 2.5 показан заряд СЗ-3а (а - общий вид, б- поперечный разрез). Он имеет металлический корпус (1) и снаряжается литым тротилом или сплавом ТГ-50 (2). Заряд имеет два дополнительных детонатора (3) из прессованного тротила. На одном торце заряда имеется запальное гнездо (4) с резьбой под капсуль-детонатор №8, а на другом - гнездо (5) под специальный взрыватель. Запальные гнезда закрыты пробками (6). На боковых гранях заряда закреплены ручка для переноски и четыре кольца (7).

Каждый заряд комплектуется двумя резиновыми шнурами (8) с карабинами на концах. На 5 зарядов поставляется 1 анкер. Шнур с карабинами в нерастянутом положении имеет длину 100 см. При растяжении он может удли-

няться до 150 см. С помощью шнуров и анкеров производится крепление зарядов на подрываемых объектах. Для крепления заряда шнур с натяжением обертывается вокруг перебиваемого элемента и карабинами крепится за кольца на заряде. При малом сечении элемента шнур может обертываться вокруг элемента и заряда несколько раз, а при большом сечении используются два шнура, которые соединяются между собой. Шнуры могут использоваться как лямка при переноске зарядов через плечо.

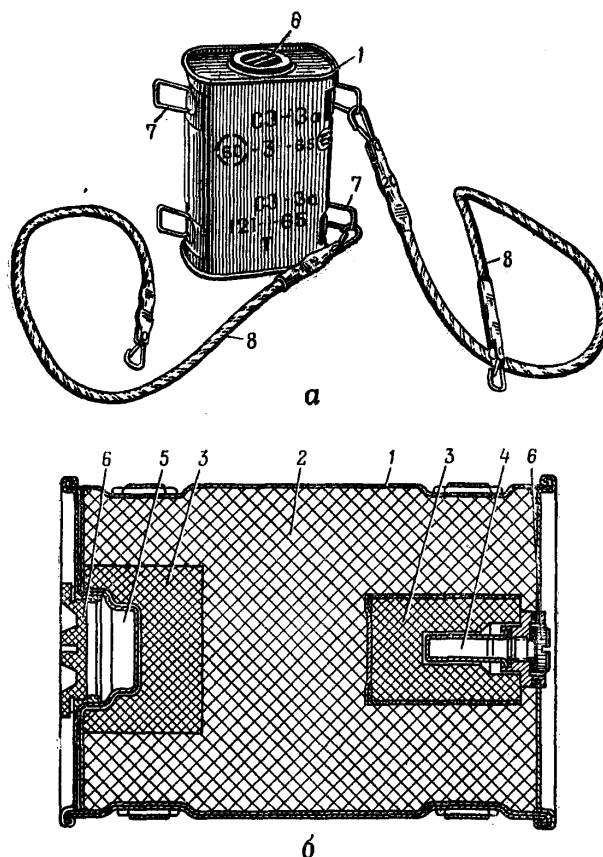


Рис. 2.5. Заряд СЗ-3а:
а- общий вид; б- разрез

Заряд СЗ- 6 по устройству аналогичен заряду СЗ-3а, но отличается от него длиной и массой (больше в два раза). Он комплектуется шнурами с карабинами (2 шт. на заряд) и анкерами (2 шт. на 5 зарядов). Основные характеристики зарядов приведены в табл. 1.2.

Основные характеристики зарядов

Тип заряда	Общая масса, кг	Масса ВВ, кг	Габаритные размеры мм
СЗ-3а	3,7	2,8	98x142x200
СЗ-6	7,3	5,9	98x142x395

2.6.2.2. Удлиненные заряды

К табельным удлиненным зарядам относятся: СЗ- 4П, СЗ- 6 м, СЗ- 1Э.

Заряд СЗ-4П (см. рис. 2.6) снаряжен пластичным взрывчатым веществом ПВВ-5А. Оболочка заряда ВВ (1) состоит из двух слоев: нижнего из полиэтиленовой ленты и верхнего - из капроновой ткани. На концах заряда привязаны ленты (4) для крепления на подрываемом объекте, а также для связывания зарядов в цепочку по длине или нескольких зарядов по толщине. Внутри заряда по всей длине проходят технологические нити (3).

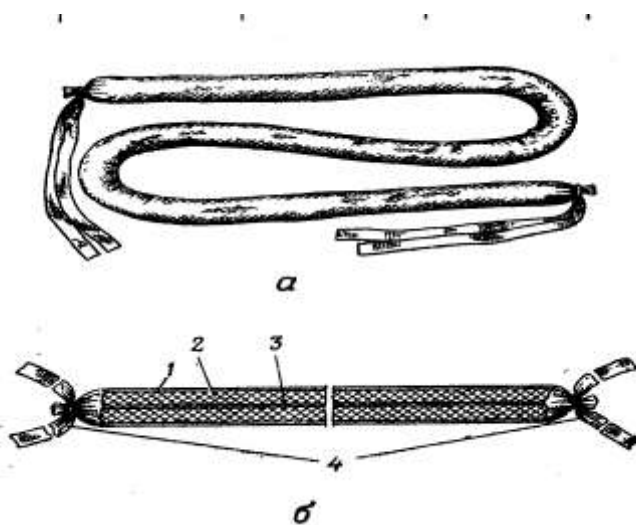


Рис. 2.6. Заряд СЗ- 4П:
а- общий вид; б- разрез;
1- оболочка; 2- заряд ВВ; 3- капроновые нити; 4- ленты

Каждые шесть зарядов (один ящик) комплектуются двумя шаблонами для образования запальных гнезд, отрезком ленты длиной 2м и инструкцией по установке в заряд средств взрывания.

Из зарядов СЗ-4П можно изготавливать сосредоточенные заряды путем перегибания заряда СЗ-4П несколько раз и связывания его лентой. При необходимости применения удлиненных зарядов длиной более 2 метров, СЗ-4П соединяются между собой концами внакладку примерно на 10...15 см и закрепляются с помощью ленты.

Соединение зарядов по толщине в несколько нитей производится связыванием их лентой так, чтобы заряды плотно прилегали один к другому по всей длине. При изготовлении зарядов с расходом менее 2 кг/м заряды СЗ-4П могут разрезаться острым стальным ножом на деревянной подкладке.

Для обеспечения надежного перебивания элементов необходимо, чтобы заряд плотно прилегал к его поверхности, при этом повторял бы форму перебиваемого элемента. В табл. 2.3 приведено требуемое количество нитей заряда СЗ-4П в зависимости от толщины и материала разрушаемой конструкции.

Таблица 2.3

Требуемое количество нитей заряда СЗ-4П для разрушения конструкций

Стальные конструкции		Железобетонные конструкции		
толщина элементов, см.	количество нитей заряда, шт.	толщина элементов, см.	количество нитей заряда, шт.	
			для выбивания бетона	с частичным перебиванием арматуры
До 1,5	1	До 20	1	1
1,5...2,5	2	25	1	2
2,5...3,5	3	30	1	3
3,5...4	4	40	2	4
4...4,5	5	50	2	8
4,5...5	6		3	12

На рис. 2.7 показаны способы подготовки заряда к взрыванию. В общем случае заряд СЗ-4П инициируется от капсюля-детонатора или электродетонатора, установленных во внутрь ВВ на глубину не менее 10 мм. Это делается с по-

мощью специального шаблона. При отсутствии шаблона на заряде ножом делается косой разрез в который устанавливается капсюль-детонатор или электродетонатор.

Заряды СЗ-4П можно инициировать детонирующим шнуром, для чего конец детонирующего шнура с тремя узлами на нем помещается в массу ВВ заряда или обертывается вокруг заряда 3...4 витками, плотно прилегающими один к другому и к заряду. Вставленный в заряд капсюль-детонатор (конец детонирующего шнура) привязывается к заряду лентой (см. рис. 2.7).

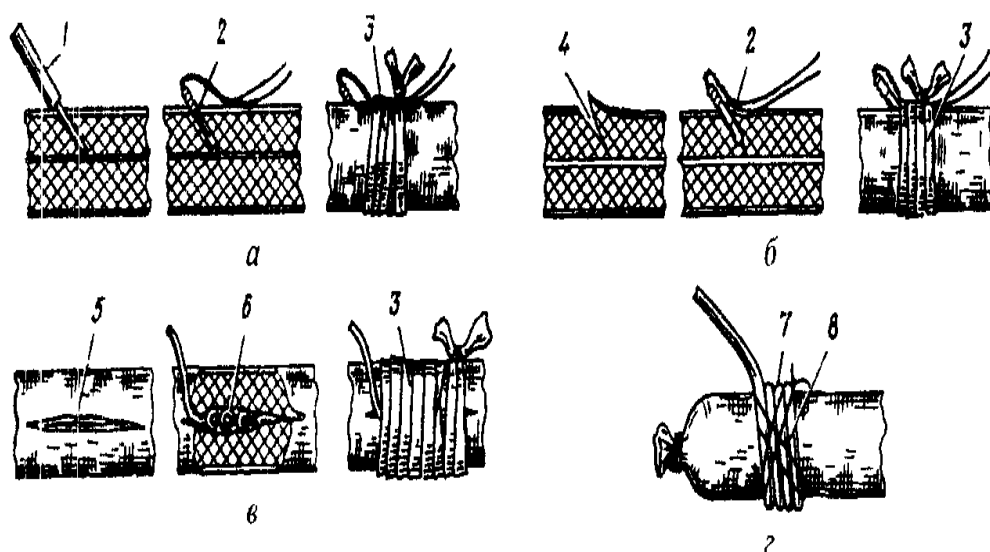


Рис. 2.7. Подготовка СЗ-4П к взрыванию:

а – электродетонатором (капсюлем- детонатором), вставленного в гнездо, которое сделано шаблоном; б – электродетонатором, вставленного в косой разрез;

в – детонирующим шнуром с узлами;

г – детонирующим шнуром, обернутого вокруг заряда витками;

д – детонирующим шнуром, обернутого вокруг заряда витками;

1 – шаблон; 2 – электродетонатор (капсюль- детонатор); 3 – привязка лентой;

4 – косой разрез, изготовленный ножом; 5 – продольный разрез;

6 – конец отрезка ДШ с узлами; 7 – витки ДШ; 8 – привязка шпагатом.

Заряд СЗ-6м (рис. 2.8.) гибкий, снаряжен пластичным ВВ. Оболочка (8) заряда ВВ (7) состоит из двух слоев: нижнего — из полиэтиленовой пленки и верхнего (защитного) — из капроновых нитей. На концах заряда имеются резиновые муфты (б) и металлические обоймы (4), в которых размещены дополнительные детонаторы (3) из прессованного тротила. На торцах обоек имеются

запальные гнезда (10) и (11) с резьбой, в одной — под электродетонатор ЭДП-р (запал МД-5М), в другой — под специальный взрыватель. Гнезда закрыты пробками (1). Одна из обоек имеет наружную резьбу, другая - накидную гайку (9). Это позволяет соединять заряды между собой. На каждой обойке имеется по два кольца (3) для крепления заряда на подрываемом объекте.

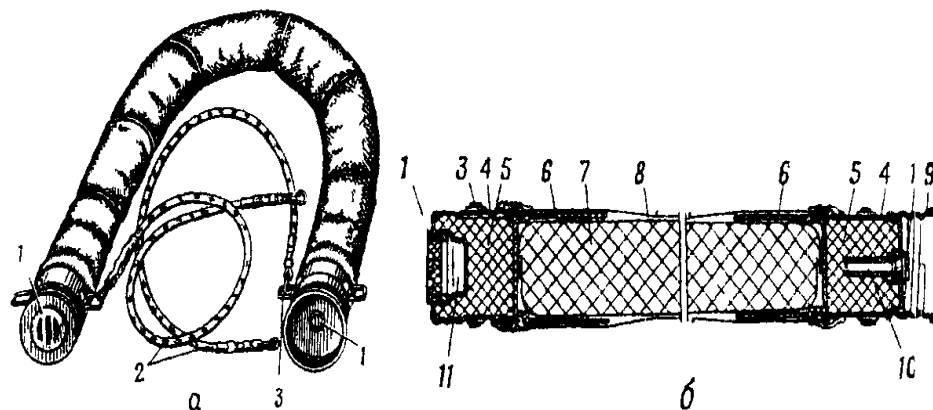


Рис. 2.8. Заряд СЗ-6м:

а — общий вид; б — разрез;

- 1 — пробки запальных гнезд; 2 — резиновые шнуры с карабинами; 3 — кольца;
4 — металлические обоймы; 5 — дополнительные детонаторы; 6 — резиновые муфты;
7 — заряд ВВ; 8 — оболочка заряда; 9 — накидная гайка; 10 — запальное гнездо;
11 — гнездо под специальный взрыватель.

Заряд СЗ-6м комплектуется шнурами с карабинами (2 шт. на заряд) и анкерами (2шт. на 5 зарядов). Гибкость заряда обеспечивает удобство крепления на подрываемых элементах сложной конфигурации.

Заряд СЗ-1Э предназначен для разрушения элементов конструкций из металла, железобетона и дерева. Он представляет собой гибкую ленту (1), сформированную из эластичного взрывчатого вещества ЭВВ-11 п массой 1 кг и размерами: длина — 2000 мм; ширина — 50 мм; толщина — 7 мм (см. рис. 2.9).

Для удобства транспортирования и хранения заряд свертывается, в рулон вокруг картонной трубки (2) и упаковывается в полиэтиленовый мешок. Слои заряда в рулоне отделены друг от друга фторопластовой пленкой (3), которая предохраняет их от слипания между собой.

Заряды комплектуются: стальными зажимами (5) для их крепления на подрываемых элементах конструкций; ножами для разрезания заряда на отрезки требуемой длины; шаблонами (4) для изготовления запальных гнезд под средства взрывания.

Подрывной заряд СЗ-1Э может применяться в виде ленты (удлиненный заряд) и в виде рулона (сосредоточенный заряд) диаметром -140 мм и высотой- 50 мм.

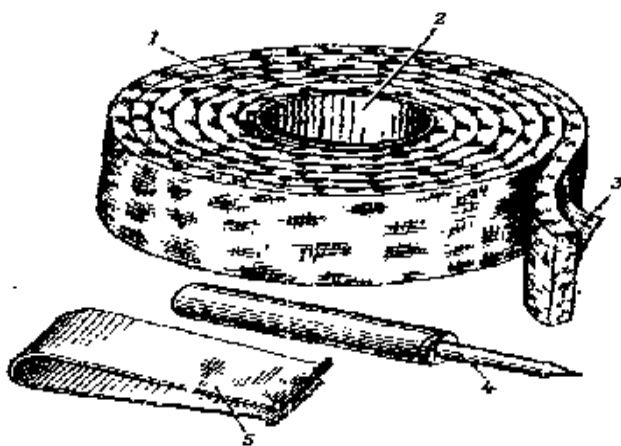


Рис. 2.9. Заряд СЗ-1Э:
1 – заряд; 2 - картонная трубка; 3 – пленка;
4 – шаблон для образования запального гнезда; 5 – зажим

Боевая эффективность одного слоя ленты:

перебивает дерево диаметром- 250 мм;

разрушает железобетон- 100 мм;

перебивает стальной лист- 10 мм.

Из зарядов СЗ-1Э можно изготавливать заряды необходимой массы и форм. В зависимости от конструкции и размеров разрушаемого элемента может применяться часть заряда, один заряд или несколько зарядов (см. рис. 2.10) Отрезок заряда необходимой длины отрезается острым ножом на весу или на неметаллической подкладке. Расчет зарядов производится по общепринятым формулам.

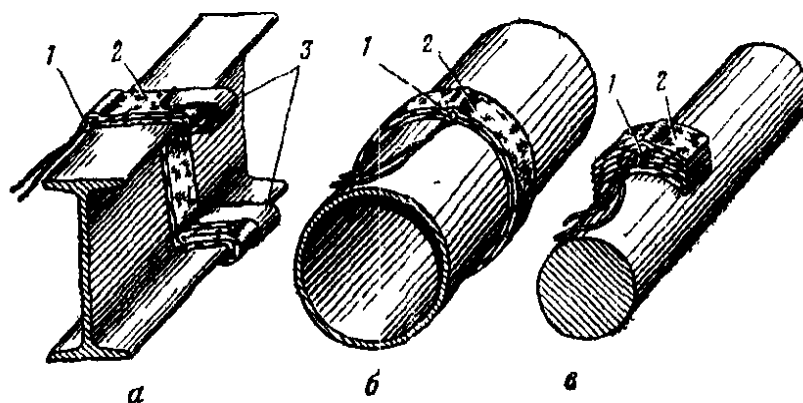


Рис. 2.10. Крепление зарядов СЗ-1Э на различных конструкциях:
а - двутавровой балки; б - трубы; в – стержня;
1 - электродетонатор; 2 – заряд СЗ-1Э; 3 – зажимы

В полевых условиях из зарядов СЗ-1Э можно изготавливать заряды других форм и массы путем перегибания их, наращивания по длине и ширине, а также сворачиванием в виде конуса для изготовлениякумулятивных зарядов.

Заряды и комплект приспособлений к ним хранятся и транспортируются в деревянных ящиках размером 528х524х246мм. В ящик упаковываются: 24 заряда СЗ-1Э; 44 стальных зажима; 3 шаблона для изготовления запальных гнезд; 3 ножа для разрезания зарядов на отрезки нужной длины.

Масса ящика с зарядами и комплектом приспособлений — 39 кг.

2.6.2.2.3. Кумулятивные заряды

2.6.2.2.3.1. Особенности действия взрыва кумулятивных зарядов

Если заряд имеет на внешней поверхности вогнутость, углубление или выемку, то при взрыве в этом месте создается сходящийся поток ПВ (рис. 1.11). Плотность по мере их схождения возрастает, следовательно, увеличивается давление, что приведет к возрастанию разрушительного действия ПВ. Подобный эффект усиления действия ПВ получил название кумулятивного эффекта, а сама выемка - кумулятивная выемка. Заряды, обладающие таким эффектом, стали называться кумулятивными.

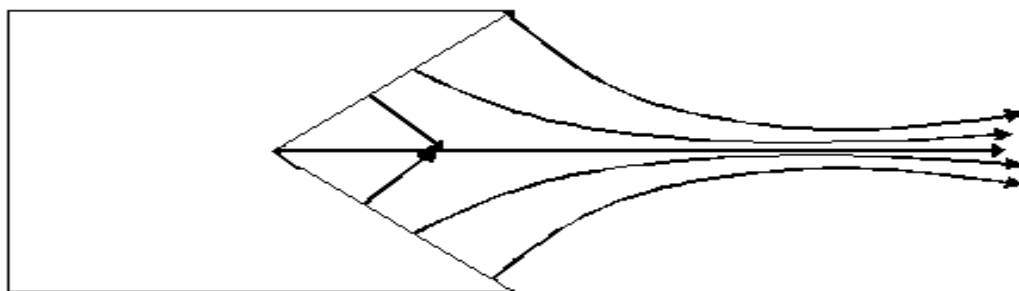


Рис. 2.11. Схема образования сходящегося потока ПВ

Кумулятивный эффект может в много раз увеличиться, если выемку покрыть тонкой металлической облицовкой. Под действием ПВ облицовка сжимается и ее частицы, обладающие высокой скоростью, вызывают такие напряжения, которые превышают предел прочности материала облицовки. В связи с этим материал облицовки в момент встречи частиц на оси выемки ведет себя как жидкость, но не переходя в это состояние. Сходящийся поток начинает расчленяться на два потока: большая часть образует пест, а меньшая часть разворачивается в противоположном направлении и образует кумулятивную струю, которая выбрасывается с большой скоростью в направлении взрыва (рис. 2.12).

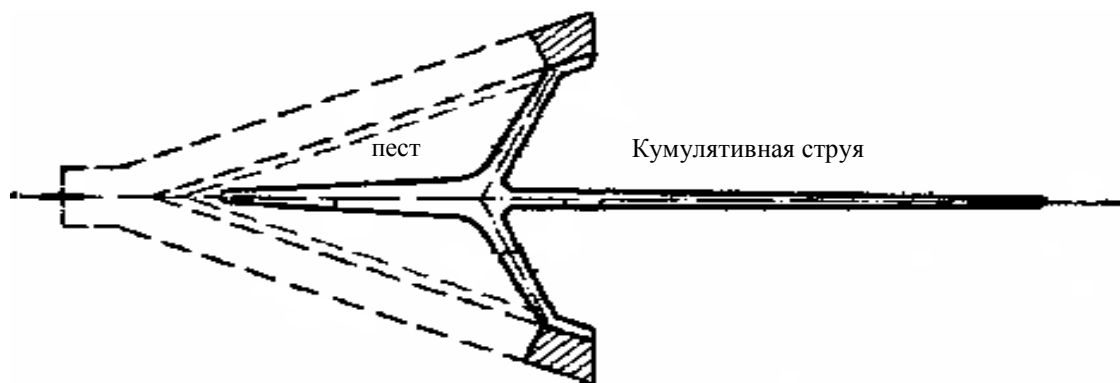


Рис. 2.12. Формирование кумулятивной струи и песта

Для наглядности на рис. 2.13 показан эффект действия взрыва зарядов на стальную плиту.

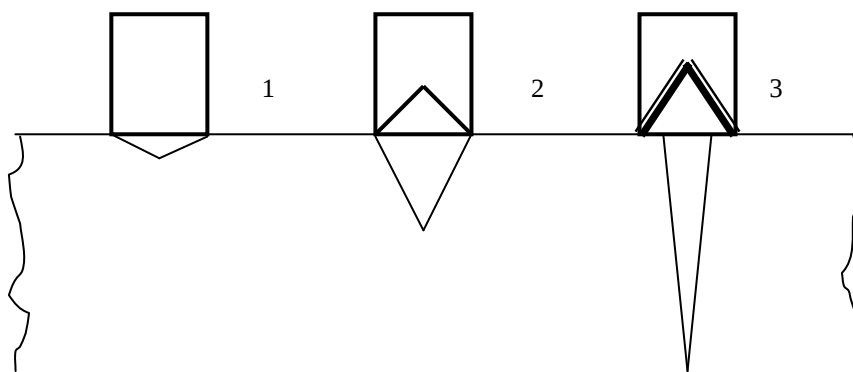


Рис. 2.13. Действие взрыва зарядов на стальную плиту:
1- заряд без выемки; 2- заряд с выемкой; 3-заряд с выемкой, облицованной металлом.

В настоящее время применяются два основных типа кумулятивных зарядов пробивающие и режущие.

Заряды 1-го типа имеют кумулятивную выемку в форме конуса, параболоида или полусферы и формируют при взрыве кумулятивный поток, ударное ядро или кумулятивную струю, который и пробивает в преграде отверстие.

Заряды 2-го типа имеют удлиненную кумулятивную выемку, поперечное сечение которой может представлять параболу, полуокружность и т.п. При взрыве они формируют кумулятивную пелену или, так называемый, кумулятивный нож, который и разрезает преграду.

Для упорядочения дальнейшего рассмотрения кумулятивных зарядов назовем условно заряды 1- го типа – сосредоточенными кумулятивными зарядами, а 2-го типа - удлиненными кумулятивными зарядами.

2.6.2.2.3.2. Сосредоточенные кумулятивные заряды

К сосредоточенным кумулятивным зарядом относятся заряды: КЗ-4; КЗ-5; КЗ-6; КЗ-7. Они предназначены для выполнения следующих задач: пробивание броневых и железобетонных толщ различных сооружений; разрушение твердого покрытия дорог и аэродромов, подземных трубопроводов; пробивание шпуров, в бетоне, железобетоне, в мерзлых грунтах; повреждение военной и промышленной техники; уничтожения боеприпасов.

Кумулятивный заряд КЗ-4 (рис. 2.14) имеет металлический корпус (1), заряд ВВ (2) с полусферической кумулятивной облицовкой (9).

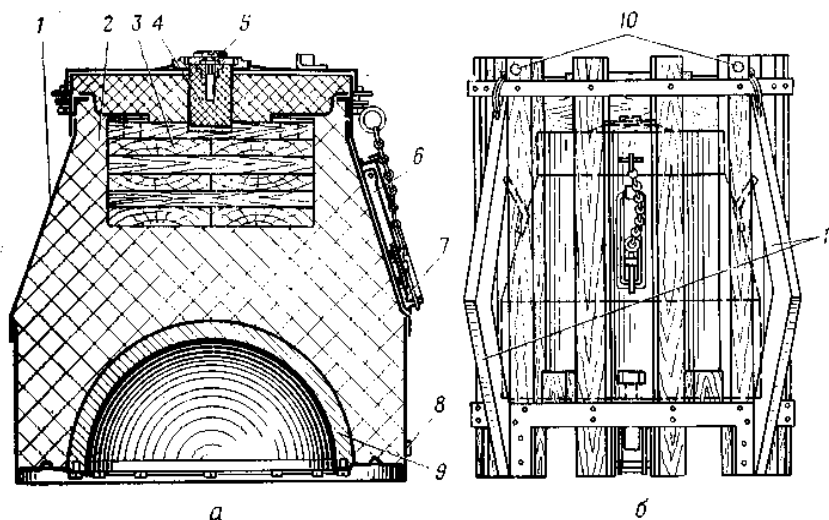


Рис. 2.14. Кумулятивный заряд КЗ-4:

а - разрез заряда; б – заряд в индивидуальной упаковке;
 1- корпус; 2 - заряд ВВ; 3-линза; 4-дополнительный детонатор; 5- пробка; 6- откидная рамка; 7- планка-чужка; 8-скоба; 9-кумулятивная облицовка; 10 - болты, крепящие торцевую крышку; 11- складные откидные ножки.

Внутри заряда ВВ имеется деревянная линза (3), улучшающая пробивное действие. В центре крышки корпуса закреплен стакан с дополнительным детонатором (4), имеющим запальное гнездо с резьбой. Гнездо закрыто пробкой. Снаружи на корпусе имеются две ручки для переноски заряда и прицел. Прицел состоит из откидной рамки (6), съемной планки-мушки (7) и скобы (8) для ее установки. На откидной рамке имеются четыре отверстия для прицеливания с расстояний 3, 5, 7 и 10 м. Заряд имеет индивидуальную упаковку в виде решетчатого цилиндрического барабана со складными откидными ножками (11). На одном из торцов барабана закреплен ключ для вывинчивания пробки из запального гнезда и отвинчивания гаек болтов (10), крепящих торцевую крышку упаковки. В упаковке заряд может перекачиваться по местности. Для удобства перекачивания заряд комплектуется тягой с лямкой, двумя скобами и двумя полуосями для крепления тяги к барабану. На торцах барабана имеются болты с барашковыми гайками для крепления скоб с полуосями. Концы тяги надеваются на полуоси, к тяге привязывается лямка. Буксировать заряд можно вручную, за танком или бронетранспортером.

КЗ-4 может применяться в упаковке и без упаковки. Для пробивания горизонтальных толщ заряд устанавливается в упаковке на раскрытых ножках. Эффективность действия заряда в зависимости от расстояния до пробиваемой преграды приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Эффективность действия КЗ-4 в зависимости от расстояния до преграды

расстояние, м	Железобетон		Броня	
	пробиваемая толщина, см	диаметр пробоины, мм	пробиваемая толщина, см	диаметр пробоины, мм
0,5	50	350	30	110
1—2, 5	200	300	50	80
3-5	150	300	35	60
7	130	200	30	60
10	100	300	20	80

Кумулятивный заряд КЗ-5 (рис. 2.15) имеет металлический корпус (1) заряд ВВ (2) с конической кумулятивной облицовкой (8) Внутри заряда ВВ имеются линза (3) из пенопласта и дополнительный детонатор (4) с резьбовым запальным гнездом. Гнездо закрыто пробкой (5). Сверху на крышке корпуса закреплена ручка (6) для переноски. На боковой поверхности корпуса прикреплены три складные откидные ножки (7) для установки заряда на пробиваемой преграде. Крепление заряда на наклонных и вертикальных поверхностях осуществляется стальным штырем и отрезком ленты длиной 15 м, которые входят в комплект каждого заряда.

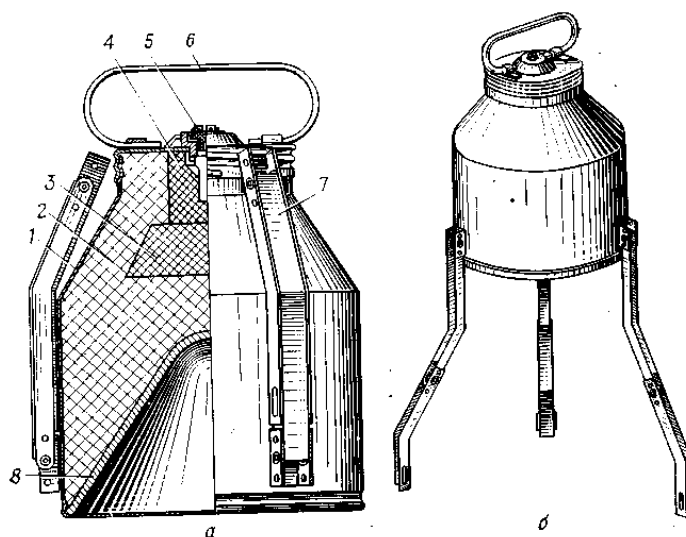


Рис. 2.15. Кумулятивный заряд КЗ-5:

а - разрез с закрытыми ножками; б - общий вид с раскрытыми ножками;
 1- корпус; 2 - заряд ВВ; 3- линза; 4 - дополнительный детонатор; 5 - пробка; 6 - ручка;
 7 - ножка; 8 - кумулятивная облицовка.

Установка заряда КЗ-5 на пробиваемых толщах производится на раскрытых ножках. При разрушении дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов с твердым покрытием заряды КЗ-5 применяются для пробивания покрытий и образования под ними скважин, которые используются для закладки зарядов ВВ.

При взрыве на железобетонном покрытии толщиной 15 см заряд пробивает в плите отверстие диаметром около 20 см. и образует в грунте под покрытием скважину глубиной 0,7...1,6 м и диаметром 15...45 см, заполненную рыхлым грунтом. Скважина перед закладкой в нее заряда расчищается вручную металлическим совком. Обнаженная арматура в отверстии в плите отгибается ломом.

КЗ-5 можно разрушать подземные трубопроводы на глубинах до 1,5 м при взрыве заряд пробивает грунт и трубопровод. При диаметре до 800 мм. Трубопровод пробивается насквозь (обе стенки) с образованием отверстий диаметром 50 — 250 мм.

Кумулятивный заряд КЗ-6 (рис. 2.16) имеет металлический корпус (1), заряд ВВ (2) с конической кумулятивной облицовкой (7). Внутри заряда ВВ имеется пенопластовая линза (3) и дополнительный детонатор (4) с резьбовым запальным гнездом закрытым пробкой (5).

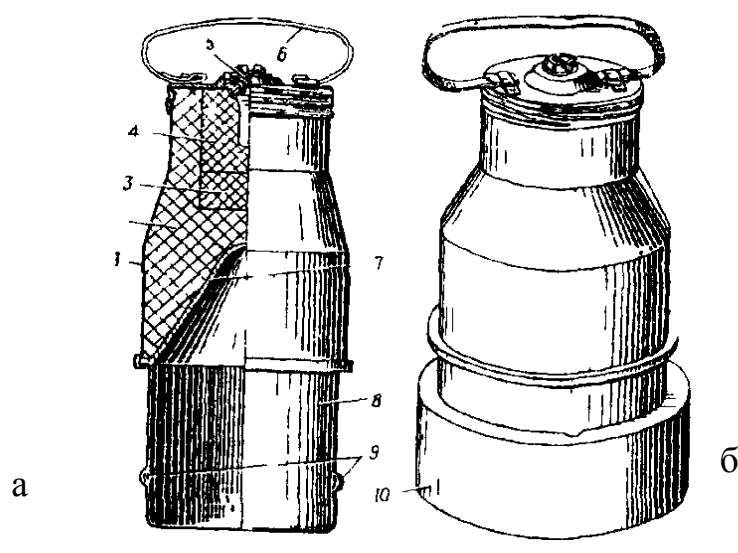


Рис. 2.16. Кумулятивный заряд КЗ- 6:
а -разрез; б - общий вид с утяжелителем;
1-корпус; 2-заряд ВВ; 3-линза; 4 -дополнительный детонатор; 5-пробка; 6 - ручка;
7 - кумулятивная облицовка; 8-стакан; 9 -выступы для крепления утяжелителя;
10-утяжелитель

Сверху на заряде имеется ручка (6). Кумулятивная полость закрыта стаканом (8), что обеспечивает формирование кумулятивной струи при взрыве заряда в воде. Стакан также служит опорой при установке заряда на пробиваемой преграде. На стакане сбоку имеются два выступа (9) для закрепления утяжелителя. Утяжелитель (10) надевается на заряд в случае установки его в воде (без утяжелителя заряд в воде опрокидывается и всплывает). Утяжелитель представляет собой чугунное кольцо с пазами на внутренней поверхности, в которые входят выступы стакана при установке утяжелителя на заряд.

Каждые восемь зарядов комплектуются двумя утяжелителями и отрезком ленты длиной 50 м. Лента используется для крепления зарядов на месте установки и для опускания заряда в скважины (например, при уничтожении не взорвавшихся боеприпасов, заглубившихся грунт).

КЗ-6 допускает установку в воде на глубинах до 20 м. Варианты установки зарядов КЗ-6 для уничтожения боеприпасов приведены на рис. 2.17.

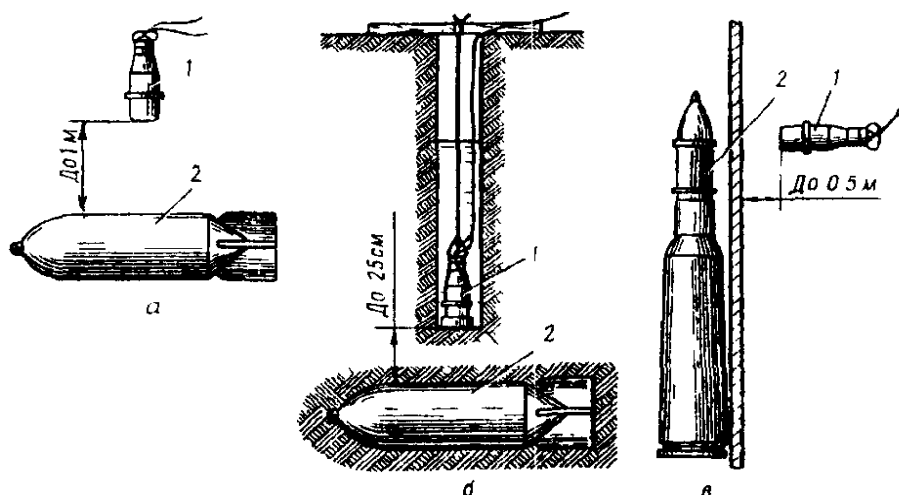


Рис. 2.17. Установка кумулятивного заряда КЗ-6:

а - для уничтожения боеприпаса через воздушный промежуток; б - для уничтожения боеприпаса в грунте; в - для уничтожения боеприпаса за броней толщиной до 40 мм;
1 - заряд КЗ-6; 2 - боеприпас

КЗ-6 кумулятивной струёй образующейся при взрыве обеспечивает возбуждение взрыва боеприпасов с толщиной стенок до 15 мм и ВВ без оболочки:

Заряд установленный на броне при взрыве обеспечивает повреждение узлов военной техники за броней толщиной до 50 мм.

Кумулятивный заряд КЗ-7 (рис. 2.18) имеет металлический корпус (1) заряд ВВ (2) с полусферической кумулятивной облицовкой (8).

Внутри заряда ВВ имеются пенопластовая линза (3) и дополнительный детонатор (4) с резьбовым запальным гнездом, закрытым пробкой (5). Сверху на заряде имеется ручка (6). На заряде с помощью кольца закреплены три складные откидные ножки (7). На концах ножек имеются петли (9) из тесьмы, за которые раскрываются ножки (для раскрытия ножки необходимо потянуть за петлю в сторону и вниз).

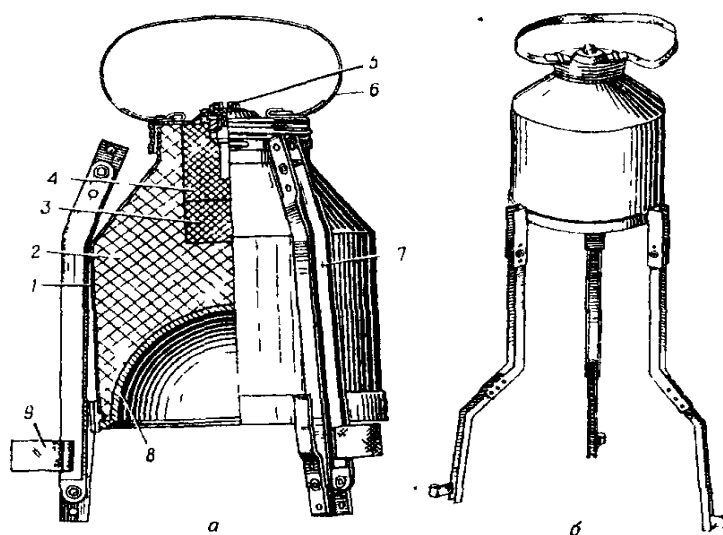


Рис. 2.18. Кумулятивный заряд КЗ-7:

- а - разрез с закрытыми ножками; б - общий вид с раскрытыми ножками;
 1 - корпус; 2 - заряд ВВ; 3 - линза; 4 - дополнительный детонатор; 5 - пробка; 6 - ручка;
 7 - ножка; 8 - кумулятивная облицовка; 9 - петли.

Каждый заряд комплектуется стальным штырем и отрезком ленты (20 м на четыре заряда), которые используются для крепления заряда на подрываемом объекте.

Заряд при взрыве на железобетонной толще более 0,7 м образует в ней шпур, имеющий размеры не менее: глубина 0,6 м; диаметр (на глубине 0,5 м) 40 мм.. Взрывом заряда на железобетонном покрытии дороги (аэродрома) в плите толщиной до 15 см. пробивается отверстие диаметром не менее 20 см и образуется в грунте под покрытием скважина глубиной 1,0...1,4 м диаметром 0,3...0,5 м, которая после расчистки может быть использована для закладки заряда ВВ. Заряд устанавливается на подрываемом объекте и подготавливается к взрыву, так же как и заряд КЗ-5.

Основные характеристики зарядов КЗ-4, КЗ-5, КЗ-6 и КЗ-7 обобщены и представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Основные технические характеристики кумулятивных зарядов

Показатели	КЗ-4	КЗ-5	КЗ-6	КЗ-7
Масса, кг	63 (93 с упаковкой)	12,5	3 (4, 8 с утяжелителем)	6,5
Тип ВВ	ТГ-50	ТГ-50	ТГ-40	Т1-40
Масса ВВ, кг	49	8,5	1.8	4
Диаметр, мм	410 /500 в упаковке	215	112	162
Высота, мм со сложенными ножками	440 /650 в упаковке	280	292	272
с раскрытыми ножками	1650 в упаковке	618	-	670
Средства взрывания	ЭДП-р, ЗТП или взрыватель с запалом МД-5М			
Пробиваемая толщина или диаметр пробойны* брони железобетона мерзлого грунта	50/80 200/300	45/75 140/45 200/180	21,5/20 80/50	28/35 70/40 110/140

*Числитель - пробиваемая толщина в см, знаменатель — диаметр пробойны в мм.

2.6.2.2.3.3. Удлиненные кумулятивные заряды

К удлиненным кумулятивным зарядам относятся заряды КЗУ, КЗУ-2, а также кольцевой заряд КЗК.

Кумулятивный заряд КЗУ (рис. 2.19) удлиненный, предназначен для перебивания элементов железобетонных и металлических конструкций: колонн, балок, плит и т. п.

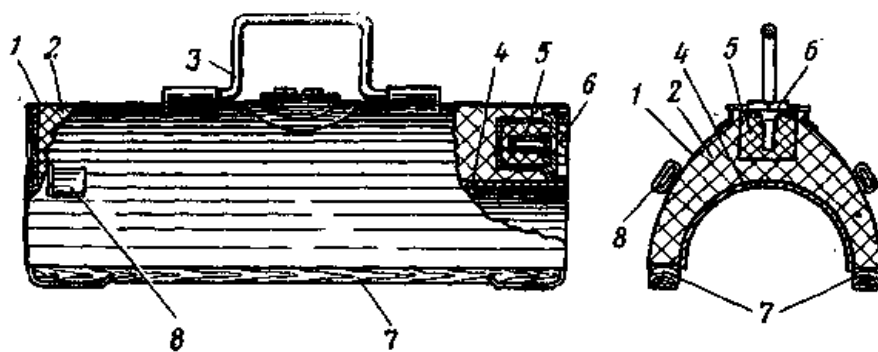


Рис. 2.19. Кумулятивный заряд КЗУ:

1 - корпус; 2 - заряд ВВ; 3 - ручка; 4 - стальная облицовка; 5 - дополнительные детонаторы;
6 - пробки; 7 - деревянные рейки; 8 - проушины

Заряд КЗУ имеет металлический корпус (1), снаряженный взрывчатым веществом ТГ-50 с полуцилиндрической кумулятивной полостью и стальной облицовкой (4). В одном из торцов корпуса и сверху закреплены стаканы с дополнительными детонаторами (5) и запальными гнездами с резьбой, закрытыми пробками (6).

Заряд снабжен ручкой (3) для переноски и четыре проушины (8) для крепления заряда, на подрываемом объекте и связывания зарядов по длине. Снизу к корпусу прикреплены две деревянные рейки (7), обеспечивающие установку заряда на наиболее выгодном (фокусном) расстоянии от перебиваемого элемента.

При перебивания элементов большой ширины заряды составляются впри-
тык (торцами один к другому). Заряды должны перекрывать сечение перебиваемого стального или железобетонного элемента по всей ширине. При перебивания железобетонных элементов, имеющих: слабую арматуру, а также элементов из бетона и каменной кладки цепочка из зарядов может перекрывать ширину перебиваемого элемента не полностью - может не доходить до края элемента на расстояние до 0,5 м..

При перебивании бетонных элементов и каменной кладки, имеющих толщину до 750 мм, заряды КЗУ могут устанавливаться с интервалами 0,5 мм. и

соединяться детонирующим шнуром. При установке зарядов вплотную один к другому соединение их детонирующим шнуром не требуется.

Основные технические характеристики КЗУ:

Масса, кг - 18

Масса ВВ (ТГ-50), кг - 12

Длина, мм - 500

Ширина, мм - 225

Высота, мм - 195

Средства взрывания - Электродетонатор ЭДП-р, зажигательная трубка ЗТП, взрыватель с запалом МД-5М Эффективность:

пробиваемая толщина:

по стали - 120мм

по железобетону - 1000 мм

по каменной кладке, бетону - 1500 мм

Заряд выбивает бетон, арматура перебивается на глубине до 200 мм.

Каждые два заряда комплектуются отрезком ленты длиной 3 м для крепления и связывания зарядов.

Кумулятивный заряд КЗУ-2 (рис. 2.20) состоит из корпуса, заряда ВВ (сплав ТГ- 40), съемных магнитов дополнительного детонатора и пенопластового вкладыша. Заряды комплектуются детонирующими устройствами ДУ (1 шт. на два заряда), отрезком ленты (30 м на 10 зарядов) и пластмассовыми коробками для средств взрывания (1 шт. на пять зарядов).

Корпус (2) дюралевый, с торцов закрыт колпачками (7). На корпусе закреплены: с верху – пружинная защелка (8) для крепления дополнительного детонатора, с боков – две планки (12) с пазами для крепления магнитов и два кольца (9) для привязывания заряда лентой на не стальных элементах подрываемых объектов.

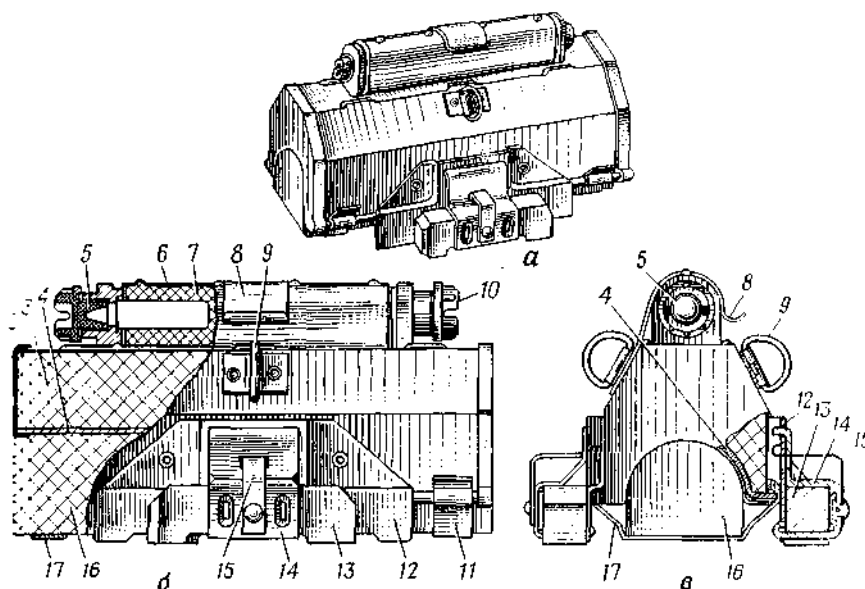


Рис. 2.20. Кумулятивный заряд КЗУ-2:

а - общий вид; б - вид сбоку с разрезом; в - вид торца с разрезом;
 1 – колпачок; 2 - корпус 3 - заряд ВВ; 4 - кумулятивная облицовка; 5 - пробка; 6 - стакан;
 7 - дополнительный детонатор (шашка); 8 - пружинная защелка; 9 - кольцо; 10 - пробка;
 11 и 17 - прижимы; 12 - планка; 13 - магнит; 14 - скоба; 15 - защелка магнита;
 16 - пенопластовый вкладыш.

Заряд ВВ (3) имеет полуцилиндрическую кумулятивную полость со стальной облицовкой (1). Магниты (13) обеспечивают быстрое крепление заряда на элементах стальных конструкции. Каждый магнит помещен в скобу (14) с пружинной защелкой (15). В упаковке магниты хранятся замкнутыми попарно. При установке магнита на заряд отогнутый конец скобы вставляется в широкий паз планки и закрепляется пружинной защелкой, конец которой входит в узкий паз на планке.

Дополнительный детонатор состоит из стакана (6), снаряженного двумя шашками (7) из взрывчатого вещества А-1Х-10. С торцов стакан закрыт втулками с резьбовыми гнездами в которые ввинчены пробки (5) и (10). Одно гнездо используется для ввинчивания электродетонатора ЭДП-р (зажигательной трубки ЗТП или взрывателя с запалом МД-5М). Другое гнездо при необходимости используется для ввинчивания в него детонатора при соединении зарядов детонирующими устройствами ДУ. Для обеспечения возможности применения взрывателей ВЗД-бч, ВЗД-144 или ВЗД-144ч с запалом МД-5М дополнительный детонатор можно передвигать вдоль корпуса заряда. Для фиксации

дополнительного детонатора в необходимом положении на нем имеются четыре выступа, между которыми входит пружинная защелка (8), а на корпусе заряда имеются выступы сверху, которые исключают смещение дополнительного детонатора в боковом направлении.

Пенопластовый вкладыш (16) вложен в кумулятивную полость и закреплен двумя прижимами (11) и (17). Вкладыш обеспечивает формирование кумулятивной струи при взрыве заряда в воде. При установке заряда на суше вкладыш снимается, так как он снижает эффективность заряда.

Детонирующее устройство ДУ (рис 2.21) служит для соединения зарядов установленных с промежутками в целях передачи детонации от одного заряда другому. ДУ имеет массу 120 гр. и длину 560 мм.

ДУ состоит из отрезка детонирующего шнура 1 и закрепленных на его концах двух детонаторов 2 и 6 с резьбовыми втулками 3 и 5 и ограничителями (4).

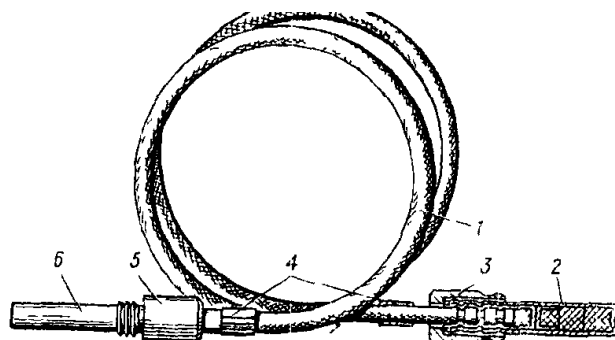


Рис. 2.21. Детонирующее устройство ДУ:
1 - отрезок детонирующего шнура длиной 500 мм; 2 и 6 - детонаторы;
3 и 5 - втулки; 4 - ограничители.

При соединении двух зарядов КЗУ-2 детонаторы вставляются в запальные гнезда дополнительных детонаторов и закрепляются в них ввинчиванием втулок.

В каждой пластмассовой коробке могут быть размещены взрыватель ВЗД- 6Ч и запал МД-5М или два взрывателя ВЗД-3М и два запала МД-5М. Комплектация зарядов КЗУ-2 взрывателями и запалами, детонирующими

устройствами ДУ, электродетонаторами или зажигательными трубками производится в войсках. Основные характеристики заряда приведены в табл. 2.6

Таблица 2.6

Основные характеристики КЗУ-2

Показатели	КЗУ-2
Масса, кг	0 9 (с магнитами)
Масса ВВ, кг	0,32
Длина, мм	150
Ширина, мм	105(с магнитами)
Высота, мм	85
Перебиваемая толщина: стального листа, мм пакет из стальных листов, мм железобетона (выбивание бетона), см	36 30 до 30

Заряды КЗУ-2 рекомендуется применять преимущественно для перебивания элементов металлических конструкции и повреждения военной и промышленной техники.

При отсутствии других зарядов, заряды КЗУ-2 также можно использовать для перебивания дерева и элементов железобетонных конструкций (плит, балок). Один заряд перебивает дерево диаметром до 25 см. Цепочка зарядов КЗУ-2 перекрывающая железобетонный элемент толщиной 30 см по всей ширине выбивает из него бетон, при этом арматура перерезается на длину до 30 см.

Кумулятивный заряд КЗК (рис 2.22) состоит из полукольцевых зарядов (2) и (5), соединенных с помощью петель со шплинтом (1), и замка с пружинной защелкой (4).

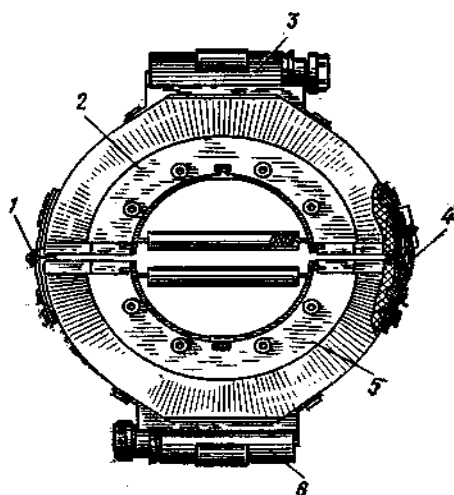


Рис. 2.22. Кумулятивный заряд КЗК:
1 - шплинт соединяющий петли; 2 и 5 - полукольцевые заряды;
3 и 6 - дополнительные детонаторы; 4 - защелка

Полукольцевой заряд (рис. 2.23) имеет металлическим корпус (1), снаряженный взрывчатим веществом ТГ-50 (2), с полукольцевой кумулятивной полостью и стальной облицовкой (5).

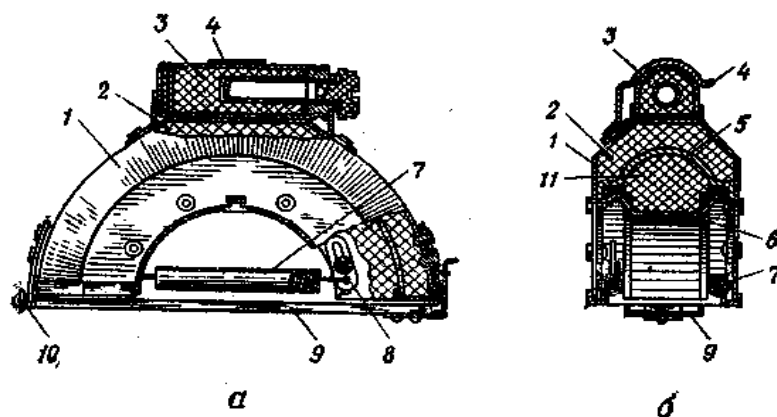


Рис. 2.23. Полукольцевой заряд:

а - вид сбоку; б - разрез;
1 - корпус; 2 - заряд ВВ; 3 - дополнительный детонатор; 4 - защелка; 5 - стальная облицовка;
6 - прижим 7 - пружина; 8 - скоба для регулировки натяжения пружины; 9 - планка;
10 - шплинт; 11 - пенопластовый вкладыш.

Для обеспечения формирования кумулятивной струи в воде в полость установлен съемный пенопластовый вкладыш (11), который крепится прижимом (6).

Дополнительный детонатор (3) помещен в металлический стакан и закреплен на корпусе с помощью рамки и пружинной защелки (4). При хранении резьбовое запальное гнездо в дополнительном детонаторе закрывается пробкой. Дополнительный детонатор может сниматься, что обеспечивает возможность ввинчивания в него взрывателей с запалом МД-5М. Каждый полукольцевой заряд имеет две пружины (7), заключенные в пластиковые трубки.

Пружины обеспечивают крепление и центровку заряда при установке его на перебиваемом элементе. Натяжение пружин может быть изменено передвижением скоб (8), имеющих продольную прорезь, что позволяет крепить заряд на элементах диаметром более 60 мм. Для крепления заряда на элементах диаметром менее 60 мм ослабление пружин не требуется. Для крепления на перебиваемом элементе каждый полукольцевой заряд комплектуется планкой (9) и шплинтом (10). Заряд с защелкой имеет планку с крючком, а заряд с крючком – планку с защелкой.

Для перебивания элементов диаметром свыше 30мм. применяются кольцевые заряды. Для крепления на перебиваемом элементе необходимо открыть замок, надеть заряд на элемент и сжимая полукольцевые заряды закрыть замок так, чтобы крючок вошел в отверстие на защелке. При раздельном применении полукольцевые заряды разъединяются. К каждому полукольцевому заряду шплинтом присоединяется планка (соответственно с крючком или с защелкой). Полукольцевой заряд с планкой крепится аналогично кольцевому. Каждые 8 зарядов комплектуются вещевым мешком для переноски. При перебивании элементов, находящихся на суше, пенопластовый вкладыш с заряда снимается перед установкой заряда на объект. Наличие вкладыша снижает эффективность заряда (до 15 %).

Основные технические характеристики КЗК

Масса, кг - 1

Масса ВВ (ТГ-50), кг - 0,4

Длина, мм - 200

Ширина, мм - 160

Средства взрывания - электродетонатор ЭДП-р, зажигательная трубка ЗТП, взрыватель с запалом МД-5М

Глубина установки в воде - до 10 м

Заряд перебивает:	Кольцевой	Полукольцевой
стальной стержень диаметром	70мм	30мм
стальной трос диаметром	65 мм	30 мм

2.6.3. Специальные заряды

2.6.3.1. Зажигательные заряды

Зажигательный заряд 33-1 предназначен для поджигания горючего военно-технического имущества военной и промышленной техники.

Зажигательный заряд состоит из корпуса 1 (рис 2.24), внутри которого помещены факел (2) - специальный зажигательный состав, пороховой воспламенитель (3) и пиротехнический замедлитель (5).

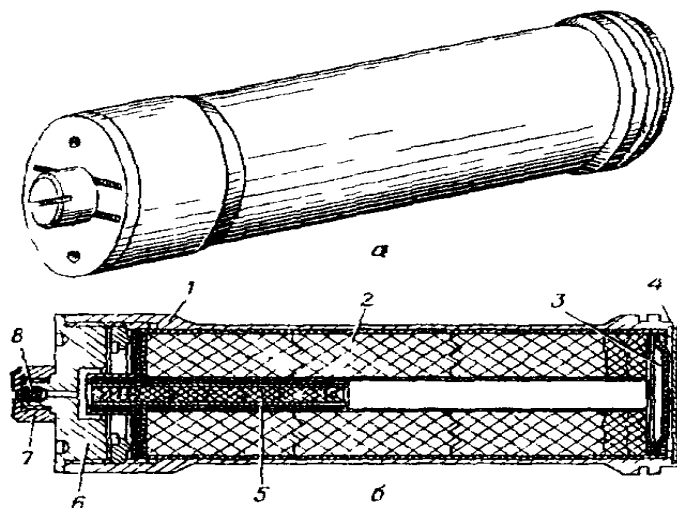


Рис. 2.24. Зажигательный заряд 33-1:

а - общий вид; б - разрез;

1 - корпус; 2 - факел; 3 - пороховой воспламенитель; 4 – мембрана;
5 - пиротехнический замедлитель; 6 - втулка; 7 - колпачок; 8 - капсюль-воспламенитель.

В корпус с одного торца ввинчена втулка (6) с капсюлем-воспламенителем (8), который закрыт колпачком (7). Другой торец корпуса закрыт мембраной (4). При наколе капсюля-воспламенителя жалом ударника за-

горит пиротехнический замедлитель, который через 1 минуту передает луч огня пороховому воспламенителю. От него воспламеняется факел. Газы, образовавшиеся при сгорании порохового воспламенителя вышибают мембрану и пламя от горящего факела получает свободный выход. Пламя имеет длину до 1,5 м и высокую температуру, достаточную для поджигания горючих материалов. Пламя и шлаки образующиеся при горении, способны прожечь (проплавить) тонкие металлические оболочки.

Зажигательный заряд может применяться также для устройства пожаров в складских и служебных помещениях, поджигания штабелей с боеприпасами и различным военным-техническим имуществом в деревянной упаковке, складов древесины, сена, разлитого по земле горючего и других горючих материалов.

При установке заряда необходимо около него располагать как можно больше легковоспламеняющихся материалов (стружка солома сено ветошь пропитанная бензином керосином или дизтопливом и др.)

Для установки заряда необходимо:

положить в место установки заряда легковоспламеняющиеся горючие материалы;

отвинтить колпачок закрывающий капсюль воспламенитель;

в соответствии с заданием подготовить и навинтить на втулку заряда взрыватель замедленного действия или пусковое устройство ВУЗ-8;

установить заряд, направив его мембраной в сторону поджигаемых материалов;

При установке заряда 33-1 для поджигания жидкого горючего разлитого на земле взрыватель должен возвышаться над поверхностью горючего.

Основные технические характеристики 33-1

Масса, кг – 1,7

Диаметр, мм – 75

Длина, мм – 235

Средства приведения в действие – ВЗД-3М, ВЗД-бч, ВЗД-144 или ВЗД-144ч, взрывательные устройства ВУЗ-4, ВУЗ-8

Температурный диапазон применения, °С – ± 50

Взрывозажигательный заряд ВЗЗ-2 предназначается для уничтожения сжиганием жидких топлив (дизельное топливо мазут нефть керосин бензин жидкие ракетные топлива) находящихся в наземных резервуарах.

Заряд может применяться для повреждения наземных трубопроводов (нефтепроводов газопроводов и др.) и поджигания вытекающего из трубопровода жидкого топлива.

Состав комплекта, шт.

Подрывной заряд ПЗ 1 – 1

Зажигательный заряд ЗЗ-1 с поплавком – 1

Взрывательное устройство ВУЗ-2 – 1

Взрыватель замедленного действия ВЗД-3М или ВЗД-бч (неснаряженный) – 1

Запал МД-5М – 1

Коробка для взрывателя и запала – 1

Сумка для переноски комплекта ВЗЗ-2 – 1

Подрывной заряд ПЗ-1 (рис. 2.25) служит для пробивания стенки резервуара (трубопровода). Он состоит из четырех звеньев (2) соединенных шарнирами. Каждое звено представляет собой удлиненный кумулятивный заряд с полугцилиндрической кумулятивной полостью и стальной облицовкой (7). Звенья снаряжены сплавом ТГ-40 (6) и закрыты с торцов колпачками. На одном из звеньев между двумя направляющими с помощью шарнира и пружинной защелки (5) закреплен дополнительный детонатор (7) с резьбовым запальным гнездом закрытым пробкой. При подъеме, пружинной защелки дополнительный детонатор можно выдвигать по пазам из-под защелки и откидывать в вертикальное положение, что обеспечивает удобство ввинчивания в запальное гнездо взры-

вателя ВЗД-бч с запалом МД- 5М. Для исключения самопроизвольного смещения дополнительного детонатора на нем сверху имеется выступ.

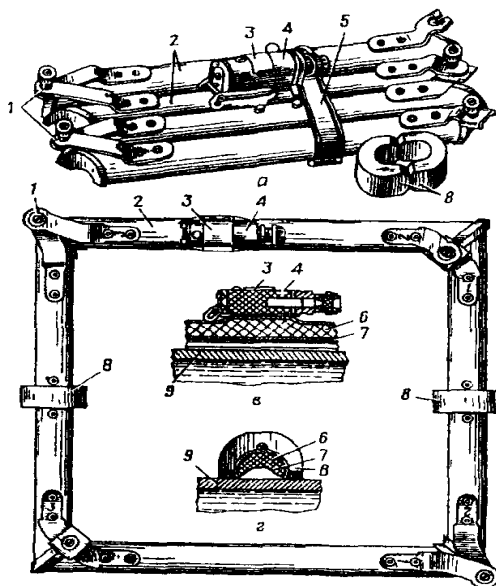


Рис. 2.25. Подрывной заряд ПЗ-1:

а - транспортное положение; б - боевое положение; в и г - разрезы;
1 - шарниры; 2 - звенья; 3 -пружинная защелка; 4 - дополнительный детонатор; 5 - зажим;
6 - заряд ВВ; 7 - кумулятивная облицовка; 8 - магниты, 9 - пробиваемая стенка

В транспортном положении звенья сложены вплотную боками один к другому и скреплены зажимом 5 закрытым чекой. Для пробивания стенки резервуара звенья раскладываются в виде квадратной рамки. Звенья также могут быть соединены в прямую линию.

Для крепления на стальных стенках резервуаров и трубопроводов в комплект подрывного заряда ПЗ-1 входят два дуговых магнита 8. На двух звеньях заряда имеется штифты между которыми устанавливаются магниты.

Зажигательный заряд 3З-1 с поплавком (рис. 2.26.) служит для поджигания жидких горючих топлив, вытекающих из резервуаров пробитых подрывным зарядом.

Зажигательный заряд входящий в комплект ВЗЗ-2 помещен в пенопластовый поплавок что обеспечивает его плавучесть на поверхности жидкого топлива и лучшие условия для его поджигания.

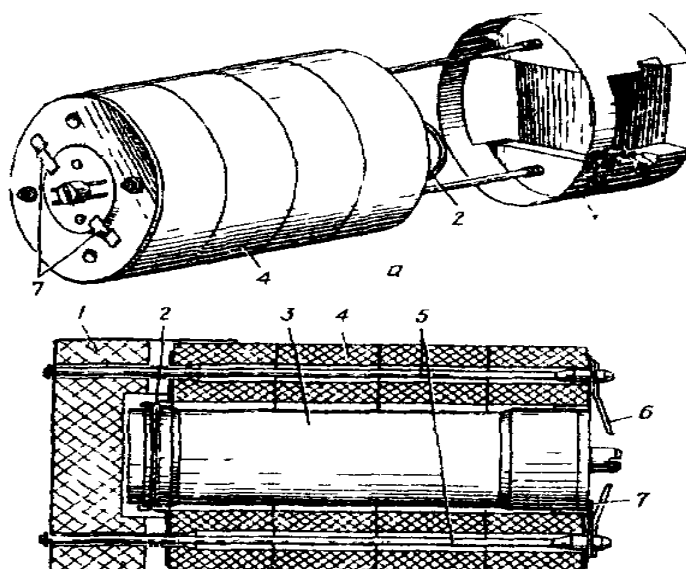


Рис. 2.26. Зажигательный заряд 33-1 с поплавком:
 а - общий вид в боевом положении; б - разрез в транспортном положении;
 1 - стабилизатор; 2 - пружинящая чека; 3 - зажигательный заряд 33-1; 4 - поплавок;
 5 - направляющие стержни; 6 - чеки; 7 - отлапки.

Зажигательный заряд 33-1 закреплен в поплавке (4) пружинящей чекой (2) и отлапками (7). Поплавок имеет стабилизатор (1) который прикреплен двумя направляющими стержнями (5). В транспортном положении стабилизатор фиксируется чеками (6), установленными в отверстия на выступающих концах направляющих стержней. В боевое положение стабилизатор выдвигается на направляющих для чего необходимо выдернуть чеки и выдвинуть стабилизатор. Между поплавком и стабилизатором образуется ограниченный объем горючего что, обеспечивает лучшие условия для его прогрева и воспламенения.

Взрывательное устройство ВУЗ-2 (рис. 2.27) служит для приведения в действие подрывного и зажигательного зарядов. Оно состоит из импульсного генератора (3) и двух пусковых устройств (1) и (5), соединенных с генератором проводами (2) и (6) длиной по 10 м с разъемным контактом. Импульсный генератор служит источником энергии для приведения в действие электровоспламенителей в пусковых устройствах.

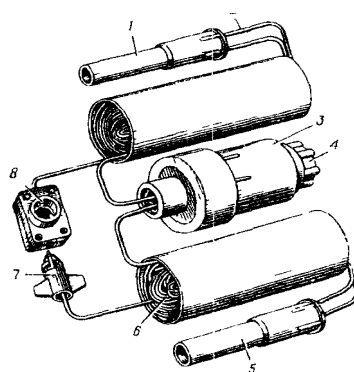


Рис. 2.27. Взрывательное устройство ВУЗ-2:
1 и 5 - пусковые устройства; 2 и 6 - провода; 3 - импульсный генератор; 4 - колпачок;
7 - наконечник; 8 - колодка.

Устройство пусковых устройств ВУЗ 2 сходно с устройством пусковых устройств ВУЗ-8. Генератор ВУЗ-2 не имеет капсуля-воспламенителя. Якорь генератора ВУЗ 2 перемещается от удара ударником взрывателя (пускового устройства) по толкателю. Толкатель генератора закрыт колпачком (4). Разъемный контакт служит для разрыва электровзрывной цепи пусковых устройств при хранении ВУЗ-2. Колодка (8) имеет пластинчатый контакт, а наконечник (7) — игольчатый. В колодке имеется два гнезда для установки наконечника. При установке наконечника в любое из гнезд игла наконечника замыкается с пластинчатым контактом в колодке. Колодка и наконечник имеют байонетное соединение. В гнездах колодки имеются выступы, а на наконечнике — фигурные пазы.

Пластмассовая коробка имеет пенопластовый вкладыш, в гнездах которого могут быть размещены взрыватель ВЗД-3М или ВЗД-6ч и запал МД- 5М.

Сумка для переноски комплекта ВЗЗ-2 (рис. 2.28) имеет отсек для размещения зажигательного заряда ЗЗ-1 с поплавком. Под клапаном, закрывающим отсек, размещается подрывной заряд ПЗ-1.

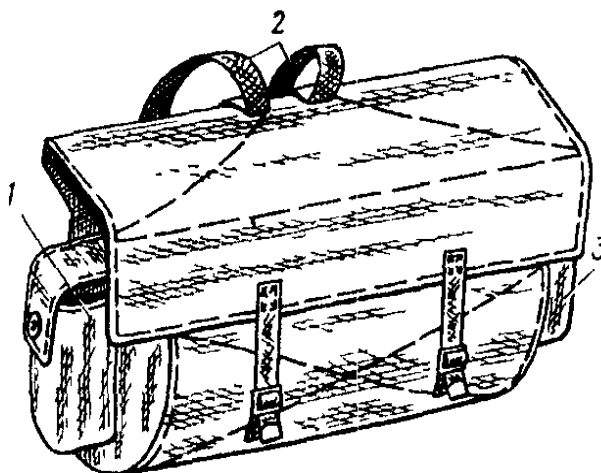


Рис. 2.28. Сумка для переноски комплекта ВЗЗ-2:
 1 - карман для взрывательного устройства ВУЗ-2; 2 - заплечные ремни;
 3 - карман для коробки со средствами взрывания.

Снизу на клапане имеется карман для магнитов. На одном из торцов сумки имеется карман для размещения взрывательного устройства ВУЗ-2, а на другом торце - карман (3) для коробки со средствами взрывания. Сумка имеет заплечные ремни (2) и может переноситься как ранец на спине.

Принцип действия ВЗЗ-2.

При срабатывании взрывателя ВЗД-3 (ВЗД-6Ч) или взрывательного устройства ВУЗ-8 ударник ударяет по толкателю генератора ВУЗ-2, что вызывает его срабатывание. Импульс тока от генератора вызывает срабатывание электровоспламенителей в пусковых устройствах. Под действием газов сработавших электровоспламенителей ударники накалывают в одном пусковом устройстве ВУЗ-2 запал МД-5М, ввинченный в запальное гнездо подрывного заряда ПЗ-1, в другом пусковом устройстве ВУЗ-2 - капсюль воспламенитель зажигательного заряда ЗЗ-1. Взрывом подрывного заряда в стенке резервуара (трубопровода) образуется пробоина, через которую вытекает жидкое топливо. Зажигательный заряд плавает на поверхности вытекшего топлива. Факел зажигательного заряда загорается через 1 минуту после накола капсюля-воспламенителя. За это время через пробоину вытечет достаточное количество топлива, которое воспламеняется горящим факелом ЗЗ-1, и в результате возникает устойчивый очаг пожара.

2.6.3.2. Окопный заряд ОЗ-1

Окопный заряд предназначается для устройства взрывным способом одиночного стрелкового окопа (ячейки) в мерзлых и твердых грунтах.

Заряды ОЗ-1 могут применяться для рыхления мерзлого или твердого грунтов при устройстве групповых стрелковых окопов на два-три человека, отрывке окопов для танков и боевых машин, отрывке укрытий для личного состава и транспортных машин.

Основные тактико-технические характеристики

Масса, кг:

собранного заряда – 3,5

кумулятивного заряда – 1,26

ВВ кумулятивного заряда (А-1Х-1) – 0.45

фугасного заряда с двигателем – 1,45

ВВ фугасного заряда – 0,65

взрывателя – 0,43

пускового устройства УП-60 – 0,025

Габаритные размеры, мм:

в боевом положении - Высота 900, диаметр основания 420

сумки с зарядом раздельно по элементам – 680x145x100

сумки с зарядом в собранном виде - Длина 900, диаметр 100

Температурный диапазон применения, °С – ±50

Время подготовки заряда к применению, минут – 3

Время замедления пускового устройства, с - 50 – 83

Время на оборудование одиночного стрелкового окопа, минут – 25 - 40

Размеры воронки образуемой взрывом заряда ОЗ-1

Размеры	Не мерзлые грунты (супесь, суглинок)		Мерзлые грунты (супесь, суглинок) с глубиной про- мерзания до 0.4 м
	2-3 катего- рии	3-4 категории	
Диаметр на уровне по- верхности грунта, м.	1,3 - 2,5	1 - 1,7	1,2 - 2,5
Диаметр на глубине 0,3 — 0,4 м	1 - 2	0,8 - 1,3	0,5 - 1,6
Глубина рыхления, м.	1 - 1,6	1 - 1,6	1 – 1,6

Устройство

Окопный заряд ОЗ-1 (рис. 2.29) состоит из четырех узлов, собираемых в одно целое перед применением: кумулятивного заряда; фугасного заряда с реактивным двигателем, взрывателя; пускового устройства УП-60.

Каждый заряд ОЗ-1 комплектуется сумкой для переноски.

Кумулятивный заряд имеет пластмассовый корпус 1 (рис. 2.30), заряд ВВ (А-1Х-1) - 2 с конической кумулятивной облицовкой 5. Внутри заряда ВВ имеется линза 8 из пластмассы. Сверху заряд имеет резьбовое очко для взрывателя, закрытое пробкой 2. Кумулятивная полость закрыта колпаком, на котором закреплено приспособление 9 для установки заряда.

Приспособление для установки состоит из кольца и прикрепленных к нему восьми упругих стальных пластин. В транспортном положении пластины согнуты вокруг заряда и удерживаются лентой 6 с пряжкой и чекой 7. При удалении чеки пластины выпрямляются (рис. 2.29). Благодаря этому увеличивается опорная площадь заряда и улучшается его устойчивость при установке на поверхности грунта.

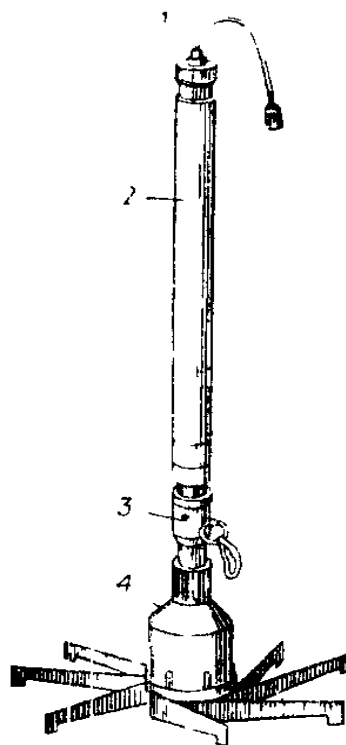


Рис. 2.29. Окопный заряд 03-1
1 - пусковое устройство УП-60; 2 - фугасный заряд с реактивным двигателем;
3 - взрыватель; 4 - кумулятивный заряд

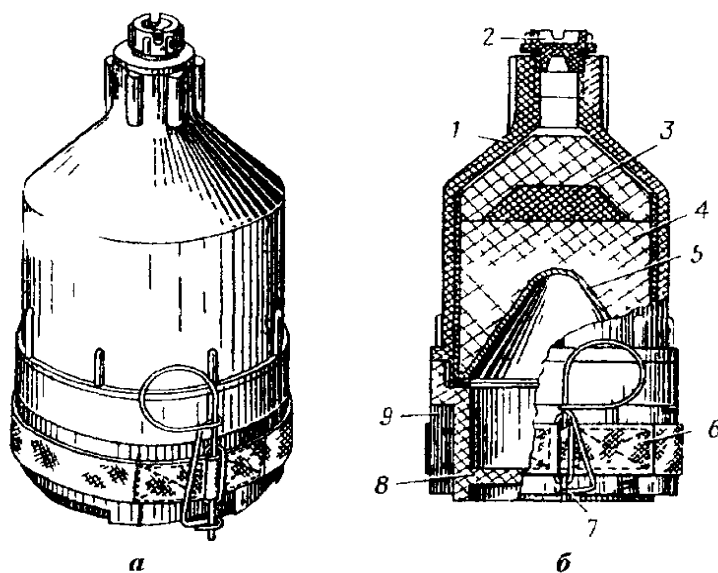


Рис. 2.30. Кумулятивный заряд;
а - общий вид; б - разрез;
1 - корпус; 2 - пробка; 3 - линза; 4 - заряд ВВ; 5 - кумулятивная облицовка; 6 - лента; 7 - чека;
8 - колпак; 9 - приспособление для установки

Фугасный заряд с реактивным двигателем имеет корпус в виде трубы 9 (рис. 2.31). Фугасный заряд ВВ 2 из цилиндрических шашек помещен в средней части трубы. В нижнем конце трубы закреплена втулка 11 с дополнительным детонатором 10 и резьбовым очком под взрыватель, закрытым пробкой 12. В пробке 12 имеется резьбовое отверстие под зажигательную трубку ЗТП (электродетонатор ЭДП-р), что позволяет при необходимости взрывать фугасный заряд отдельно (без взрывателя). Отверстие закрыто пробкой 13. В отверстии пробки 12 с внутренней стороны закреплена переходная втулка 14 с резьбой под зажигательную трубку ЗТП (электродетонатор ЭДП-р), которая используется для ввинчивания в резьбовое очко кумулятивного заряда при взрывании его раздельно (без взрывателя).

В верхнем конце трубы размещен реактивный двигатель, который состоит из стального корпуса 3, сопловой крышки 2, порохового заряда 4, расширительной камеры 5, пиротехнического замедлителя 6 и вышибного порохового заряда 7. В сопловой крышке имеется резьбовое гнездо для ввинчивания пускового устройства. Гнездо закрыто пробкой 1. Вышибной заряд с замедлителем, предназначен для выбрасывания корпуса отработавшего реактивного двигателя перед взрывом фугасного заряда, что уменьшает осколочное действие взрыва.

Взрыватель 03-1 (рис. 2.32) - механический, имеет два накольно-воспламенительных детонирующих устройства: нижнее – для приведения в действие кумулятивного заряда, верхнее – для приведения в действие фугасного заряда. Взрыватель имеет предохранительное устройство, исключающее срабатывание взрывателя в транспортном положении и в случае падения заряда на бок при его применении.

Нижнее накольно-воспламенительное детонирующее устройство состоит из втулки 10, ударника 12, закрепленного во втулке срезной чекой 11, втулки 12 с капсюлем-воспламенителем 14 и капсюлем-детонатором 15 и стакана с детонатором 16. Втулка 13 имеет наружную резьбу для ввинчивания в очко кумулятивного заряда.

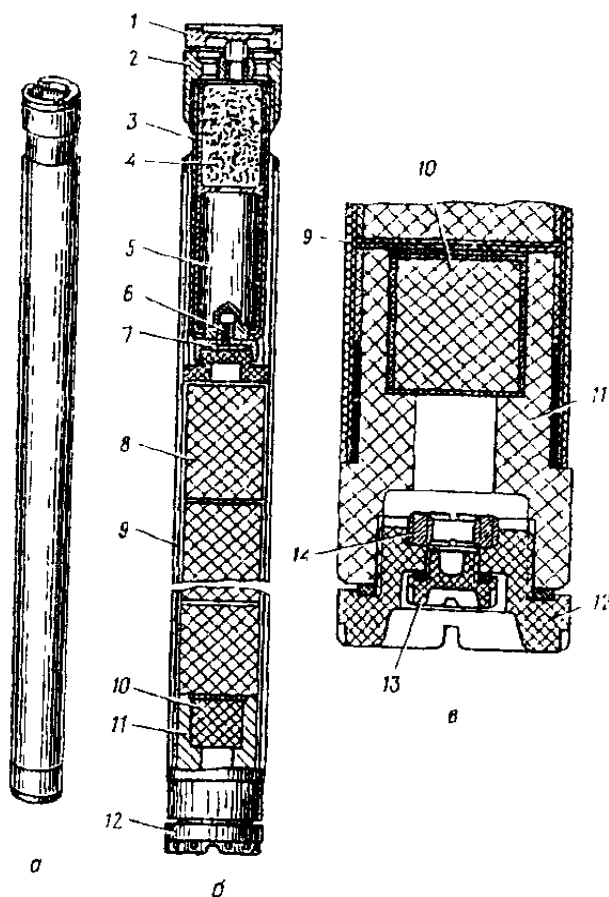


Рис. 2.31. Фугасный заряд с реактивным двигателем:

а - общий вид; б - разрез; в - разрез нижнего конца;

1 - пробка; 2 - сопловая крышка; 3 - корпус реактивного двигателя; 4 - пороховой заряд;

5 - расширительная камера; 6 - пиротехнический замедлитель;

7 - вышибной пороховой заряд; 8 - фугасный заряд ВВ; 9 - корпус;

10 - дополнительный детонатор; 11 - втулка; 12 - пробка; 13 - пробка; 14 - переходная втулка

Верхнее наконьно-воспламенительное детонирующее устройство состоит из корпуса 7 с двумя каналами, в которых размещены наконьно-воспламенительное и предохранительные устройства, втулка 4 с пиротехническим замедлителем 5 и капсюлем-детонатором 3 и стакана с детонатором 2. На втулке 4 имеется наружная резьба для ввинчивания в фугасный заряд.

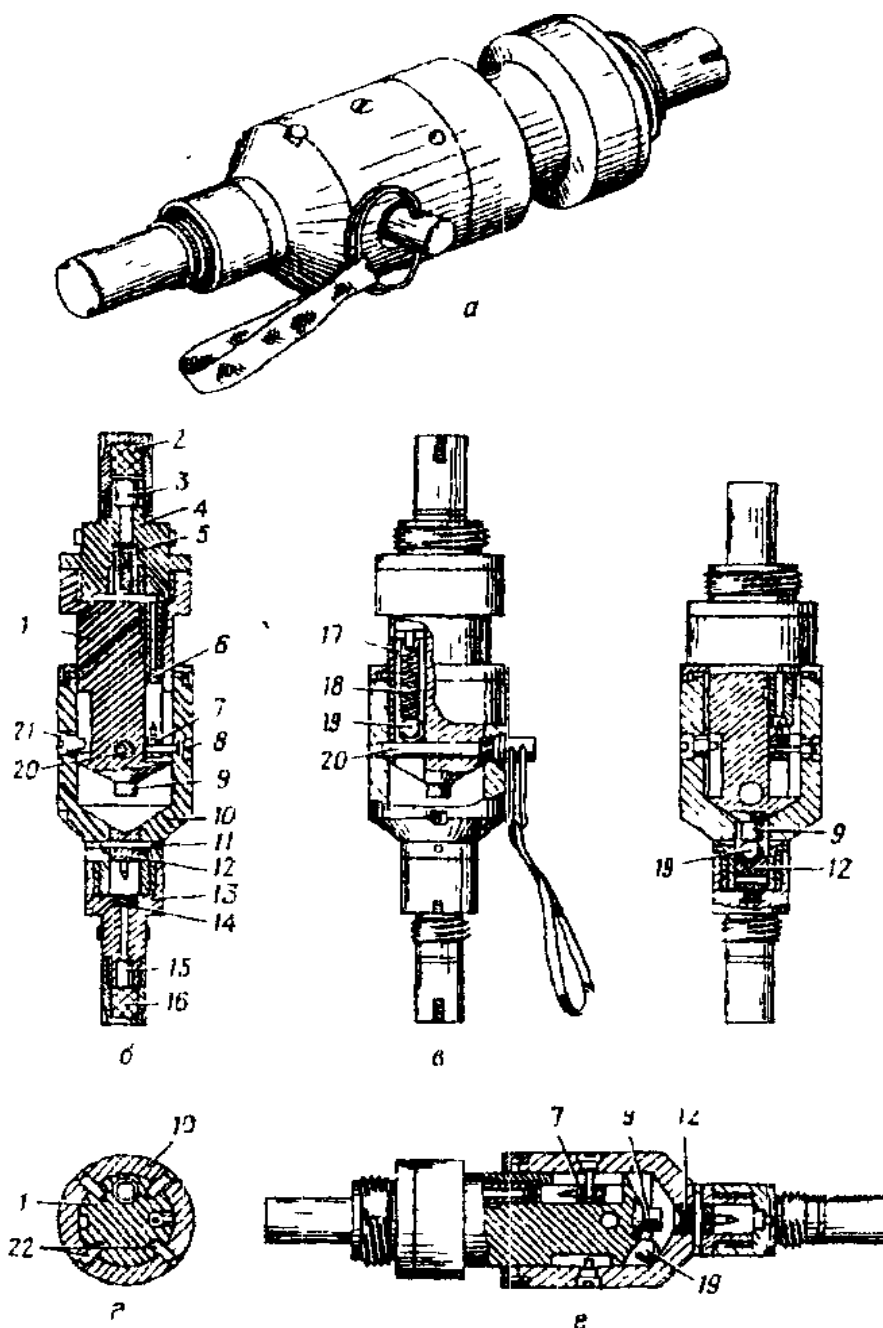


Рис. 2.32. Взрыватель ВОЗ-1:

- а - общий вид; б - разрез; в - разрез предохранительного устройства;
 г - разрез в момент срабатывания; д - поперечный разрез по срезным чекам;
 е - разрез при срабатывании в случае падения заряда на бок;
 ж - разрез при срабатывании в случае падения заряда на бок;
 1 - корпус; 2 - детонатор; 3 - капсюль-детонатор; 4 - втулка;
 5 - пиротехнический замедлитель; 6 - капсюль воспламенитель; 7 - ударник;
 8 - винт; 9 - боевой выступ; 10 - втулка; 11 - срезная чека; 12 - ударник; 13 - втулка;
 14 - капсюль-воспламенитель; 15 - капсюль-детонатор; 16 - детонатор; 17 - стакан;
 18 - пружина; 19 - шарик; 20 - предохранительная чека; 21 - винт; 22 - срезные чеки

Корпус на нижнем конце имеет боевой выступ 9 и соединен с втулкой четырьмя срезными чеками 22, а для исключения вращения - винтами 21 и 8.

Накольно-воспламенительное устройство, размещенное в одном из каналов в корпусе, состоит из ударника 7, скрепленного с втулкой 10 винтом 8, и капсюля-воспламенителя 6.

Предохранительное устройство состоит из стакана /7с пружиной 18 и шарика 19. Шарик удерживается в канале предохранительной чекой 20 с кольцом. К кольцу прикреплен петля из красной тесьмы. Предохранительная чека ввинчена в отверстие во втулке и дополнительно скрепляет втулку 10 с корпусом 1.

Пусковое устройство УП-60 (рис. 2.33) состоит из отрезка огнепроводного шнура 8 и закрепленных на его концах терочного воспламенителя и воспламенительного заряда. Сердцевина огнепроводного шнура состоит из медленно горящего состава, длина отрезка шнура 20 см, время замедления 50 - 83 с. Терочный воспламенитель состоит из корпуса 4, металлической гильзы 7, терочного капсюля-воспламенителя 5 и терки 6. Корпус имеет ослабленное сечение, по которому может быть переломлен. Для предохранения от переламывания на корпус надета металлическая гильза с продольной прорезью, которая может сдвигаться с корпуса до упора выступа корпуса в конец прорези. При сдвигании гильзы ослабленное сечение освобождается и увеличивается длина плеча, что уменьшает усилие перелома корпуса. Терка 6 с помощью нити 3 прикреплена к ушку 2 закрепленному в отламываемой части корпуса.

Воспламенительный заряд помещен в гильзе обжатой на конце огнепроводного шнура. На гильзу надета резьбовая втулка 10 для ввинчивания пускового устройства в резьбовое гнездо реактивного двигателя. Для исключения перемещения втулки по огнепроводному шнуру на нем закреплен ограничитель 4. Каждое пусковое устройство комплектуется пластмассовым пеналом для хранения и переноски.

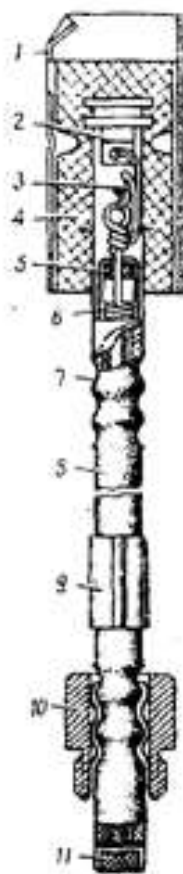


Рис. 2.33. Пусковое устройство УП-60:

- 1 - металлическая гильза; 2 - ушко; 3 - нить;
 4 - корпус; 5 - терочный капсюль-воспламенитель; 6 - терка; 7 - гильза;
 8 - огнепроводный шнур;
 9 - ограничитель; 10 - втулка;
 11 - воспламенительный заряд

Принцип действия

Заряд 03-1 устанавливается на поверхности грунта в вертикальном положении. Перед приведением в действие из взрывателя вывинчивается и удаляется предохранительная чека.

При удалении чеки шарик выталкивается подпружиненным стаканом из канала в корпусе взрывателя и скатывается в коническое углубление на ударнике. Стакан перемещается вниз и закрывает канал.

После выдергивания терки пускового устройства через 50 – 83 с воспламеняется пороховой заряд в реактивном двигателе. Образовавшиеся газы выходят через сопловые отверстия и толкают вниз фугасный заряд. От порохового

заряда воспламеняется пиротехнический замедлитель в расширительной камере. Фугасный заряд вместе с корпусом взрывателя перемещается вниз. При этом срезаются четыре чеки, соединяющие корпус взрывателя с втулкой. При движении корпуса вниз происходит накол капсуля-воспламенителя ударником, расположенным в канале корпуса (рис. 2.33). От луча огня загорается пиротехнический замедлитель в верхней втулке. Одновременно с этим боевой выступ упирается в шарик и через него толкает нижний ударник, который срезает чеку и при движении вниз накаливает капсюль-воспламенитель. От луча огня взрывается капсюль-детонатор, от него — детонатор и затем кумулятивный заряд. Кумулятивная струя, образовавшаяся при взрыве кумулятивного заряда, пробивает в грунте шпур. Фугасный заряд, продолжая движение вниз под действием реактивной тяги, входит в пробитый шпур. После сгорания пиротехнического замедлителя в расширительной камере (замедлитель горит 0,5 - 0,9 с) воспламеняется вышибной пороховой заряд. Образовавшимися газами корпус реактивного двигателя отбрасывается от фугасного заряда на расстояние 1-3 м.

После сгорания пиротехнического замедлителя в верхней втулке взрывателя (замедлитель горит 1 - 2 с) от луча огня взрывается капсюль-детонатор, а от него - детонатор взрывателя. От него детонация передается дополнительно детонатору фугасного заряда и фугасному заряду. Взрывом фугасного заряда в грунте образуется воронка, которая вручную лопатой дооборудуется под стрелковый окоп (ячейку)

В случае опрокидывания заряда на бок шарик не устанавливается против боевого выступа, что препятствует перемещению корпуса взрывателя относительно втулки. Накола капсуля-воспламенителя не происходит и поэтому взрывов зарядов не последует.

2.6.3.3. Кумулятивно-фугасный заряд КФЗ-1

Предназначен для ускоренного разрушения дорог, взлетно-посадочных полос аэродромов и других объектов.

Основные тактико-технические характеристики

Масса заряда в укладочном ящике, кг - 76

Габаритные размеры заряда в укладочном ящике:

длина, мм - 1560

ширина, мм - 382

высота, мм - 335

Толщина разрушаемых сезонно-мерзлых грунтов, м - до 2

Разрушение объектов, установленных в грунт на глубину, м - до 3,5

Размеры образуемой воронки:

диаметр, м - 5-7

глубина, м - 1,5-1,8

Время подготовки к применению, мин - 5

Способ приведения в действие - электрический

Численность расчета, чел - 2

Температурный диапазон применения, °С - - 40 - + 50

Гарантийный срок хранения, лет - 10



Рис. 2.34. Кумулятивно-фугасный заряд КФЗ-1

Состав комплекта КФЗ-1

Укладочный ящик - пусковое устройство, шт. - 1

Реактивный двигатель ИД-120, шт. - 1

Фугасный заряд З-23, шт. - 1

Взрыватель ВЗ-ЗОМ, шт. - 1

Кумулятивный заряд КЗ-5, шт. - 1

Заряд КФЗ-1 собирается и устанавливается на месте применения расчетом из двух человек. Приведение в действие заряда осуществляется электрическим способом с помощью проводной линии управления длиной 100 метров. Электрический импульс, переданный по линии управления, вызывает срабатывание пиропатрона реактивного двигателя. От пиропатрона запускается реактивный двигатель. После достижения двигателем требуемой реактивной силы происходит взрыв кумулятивного заряда КЗ-5. Сформировавшаяся при этом кумулятивная струя образует в грунте шпур, в который под действием реактивной силы двигателя входит фугасный заряд. Взрыв фугасного заряда в грунте происходит на глубине 1,5...2 м и приводит к разрушению заглубленного объекта и образованию воронки.

В зависимости от выполняемой задачи заряд КФЗ-1 может применяться как одиночно, так и в составе группы зарядов. Количество зарядов в группе ограничивается только возможностями источника тока.

Контрольные вопросы

1. Классификация взрывчатых веществ.
2. Подрывные заряды и их классификация.
3. Чем отличается заряд СЗ-3а от СЗ- 6м.
4. За счет чего обеспечивается кумулятивный эффект.
5. Характеристики кумулятивных зарядов.
6. Какая разница в механическом действии взрыва КЗ с простой выемкой и металлической.
7. Основные характеристики КЗУ. КЗК и КЗУ-2.
8. Принцип действия ВЗЗ-2.
9. Есть ли общее в принципе действия ОЗ-1 и КФЗ-1

3. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВЗРЫВАНИЯ

3.1. Огневой способ взрывания

3.1.1. Общие положения

Инициирование взрыва заряда можно произвести одним из следующих способов:

Огневым;

Электрическим;

Механическим;

Химическим;

При производстве взрывных работ, основными способами являются огневой и электрический способы взрывания. Механический и химический способы применяются во взрывных устройствах различных мин.

Прежде, чем рассматривать огневой способ взрывания, необходимо дать ему определение.

Огневым способом взрывания – называется способ инициирования зарядов зажигательными трубками.

3.1.2. Сущность, назначение, средства и принадлежности огневого способа взрывания

Сущность огневого способа взрывания – заключается в передаче теплового импульса в виде пучка искр от источника по огнепроводному шнуру к капсулю-детонатору, вставленному в заряд.

Огневой способ взрывания (ОСВ) предназначен для выполнения следующих задач:

Инициирования одиночных зарядов;

Разновременного инициирования серии зарядов, когда взрыв одного из них не может повредить другого заряда или другой серии;

Для одновременного инициирования нескольких зарядов или серии зарядов с применением детонирующего шнура;

При ОСВ применяются следующие средства и принадлежности:

Средства:

капсюли-детонаторы;

огнепроводный шнур;

детонирующий шнур;

воспламенительный (тлеющий) фитиль;

спички (саперные или обычные);

Принадлежности:

обжим;

нож (саперный или обычный);

шпагат;

изоляционная лента.

3.1.3. Виды зажигательных трубок и их применение

Зажигательные трубки, изготавливаемые в войсках.

В войсках ЗТ изготавливаются двух видов:

без тлеющего фитиля;

с тлеющим фитилем.

Зажигательные трубки без тлеющего фитиля короче 50 см изготавливать **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!** В исключительных случаях в ходе боя или при защите мостов во время ледохода, зажигательные трубки разрешается изготавливать длиной не менее 15 см. ЗТ с применением ТФ короче 10 см изготавливать **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

Для изготовления ЗТ и их воспламенения необходимо:

капсюль-детонатор;

огнепроводный шнур;
саперный (обычный) нож;
обжим;
спички;
изолента (бумага).

Обжим необходим для создания прочного обжатия капсюля-детонатора на огнепроводном шнуре. Для этого на дульце гильзы КД обжимом делается кольцевая шейка на расстоянии 0,5 см от среза гильзы. Если обжима нет, то конец ОШ, вставленный в КД, обертывается одним слоем изоленты (или двумя слоями бумаги), так чтобы шнур не выпадал из гильзы КД под действием собственного веса. Изолента (бумага) наносится на расстоянии 2 мм от торца ОШ (рис. 3.1).

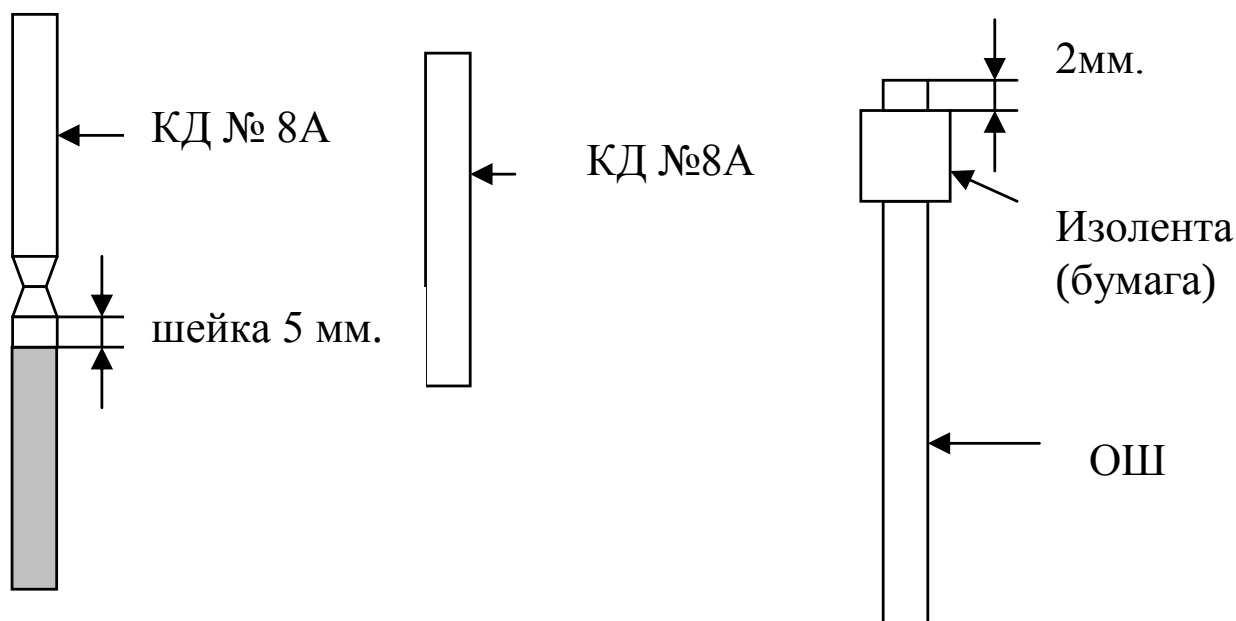


Рис. 3.1. Изготовление зажигательных трубок в войсках

При использовании ЗТ в сырых местах, при атмосферных осадках и при подводных взрывах, места соединения ОШ с КД покрываются 2-3 слоями изоленты. Изолента должна покрывать кольцевую шейку так, чтобы исключить попадание влаги внутрь гильзы КД.

Перед воспламенением ЗТ, свободный конец ОШ обрезается под углом 30 и менее градусов. Это необходимо для большего обнажения пороховой сердцевины и удобства воспламенения его.

Если ЗТ не будет сразу применена для производства взрыва, то свободный конец ОШ покрывают воском, пластилином или изолентой.

Зажигательные трубки промышленного производства.

Промышленностью выпускаются ЗТ трех видов: ЗТП-50, -150 и -300.

ЗТП-50:

Общая длина 55 см;

Время замедления на воздухе – 50 сек.;

В воде на глубине до 5 метров – 40 сек.;

ЗТП-150:

Общая длина 150 см;

Время замедления на воздухе – 150 сек.;

В воде на глубине до 5 метров – 100 сек.;

ЗТП-300:

Общая длина 100 см;

Время замедления на воздухе – 360 сек.;

В воде на глубине до 5 метров – 300 сек.

Они поступают в войска с терочными и механическими воспламенителями.

Зажигательная трубка с терочным воспламенителем (рис. 3.2) состоит из:

Терочного воспламенителя;

Огнепроводного шнура;

Капсюля-детонатора КД № 8А;

Муфты с резьбой;

Алюминиевой муфты с указанием срока замедления;

Ниппеля с резьбой.

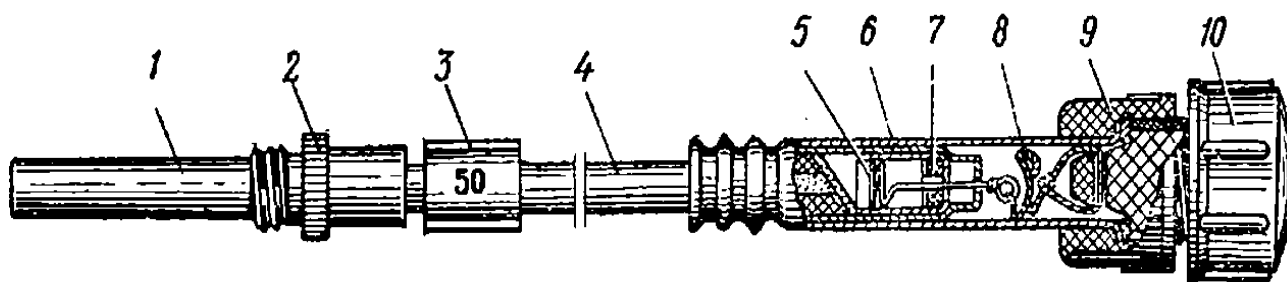


Рис. 3.2. Зажигательная трубка с терочным воспламенителем:

1 – капсюль-детонатор № 8-А; 2 – втулка; 3 – алюминиевая муфточка с числом, указывающим время замедления в секундах; 4 – огнепроводный шнур; 5 – терка; 6 – трубка; 7 – терочный капсюль-воспламенитель; 8 – капроновая нить; 9 – корпус; 10 – пробка

Терочный воспламенитель состоит из:

корпуса;
пробки;
терочного состава;
спирали;
капроновой нити.

Пробка соединена с теркой капроновой нитью, а с корпусом при помощи резьбового соединения.

Применение зажигательной трубки.

1. Ввинтить капсюль-детонатор в запальное гнездо заряда;
2. Отвинтить пробку терочного воспламенителя против часовой стрелки;
3. Держать воспламенитель левой рукой за корпус;
4. Правой рукой взяться за пробку и движением руки вправо протащить спираль через терочный состав.

При протаскивании спирали через терочный состав – он воспламеняется и зажигает порох огнепроводного шнура.

Зажигательная трубка с механическим воспламенителем (рис. 3.3)

состоит из:

Воспламенительного узла;

Огнепроводного шнура;

Капсюля-детонатора КД № 8А;

Ниппеля с резьбой;

Механического воспламенителя;

Алюминиевой муфты с указанием срока замедления.

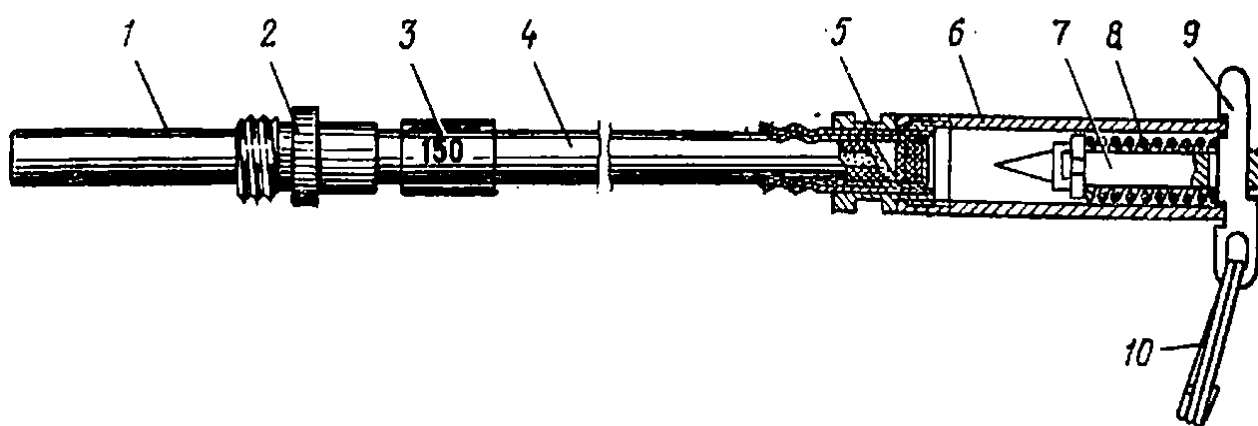


Рис. 3.3. Зажигательная трубка с механическим воспламенителем

1 — капсюль-детонатор № 8-А; 2 — втулка; 3 — алюминиевая муфточка с числом, указывающим время замедления в секундах; 4 — огнепроводный шнур; 5 — воспламенительный узел; 6 — корпус; 7 — ударник; 8 — пружина; 9 — чека; 10 — кольцо

Механический воспламенитель состоит из:

Корпуса;

Пружины;

Ударника;

Чеки с кольцом.

Глубокая прорезь предназначена для установки чеки в безопасное положение. При расположении в этой прорези, чека за кольцо не выдергивается.

В мелкую прорезь чека переводится перед приведением зажигательной трубки в действие, то есть воспламенитель переводится в боевое положение.

Из мелкой прорези чека легко выдергивается за кольцо.

Применение зажигательной трубки.

Убедиться, что чека находится в глубокой прорези;

Навинтить воспламенитель на ниппель воспламенительного узла;

Ввинтить капсуль-детонатор в запальное гнездо заряда;

Приподнять и поворотом на 90^0 переставить чеку из глубокой прорези в мелкую;

Держа воспламенитель левой рукой за корпус, правой рукой выдернуть чеку за кольцо штока ударника.

При выдергивании чеки, ударник, под действием сжатой пружины накалывает капсуль – воспламенитель, который зажигает порох огнепроводного шнура.

Таблица 3.1

Технические характеристики зажигательных трубок

Характеристики	Наименование трубок		
	ЗТП-50	ЗТП-150	ЗТП-300
Время замедления взрыва, сек.			
На воздухе	50	150	360
В воде на глубине до 5 м	40	100	300
Длина см.	55	150	100
Масса г.	50	75	65
Цвет ОШ	Серовато - белый		Голубой

Зажигательные трубки промышленного изготовления, воспламененные на воздухе, надежно горят и под водой на глубине до 5 метров. К местам производства взрывных работ ЗТП переносятся в заводской укупорке или сумках минера подрывника.

3.1.4. Огневые цепи для взрывания наружных и внутренних зарядов

Принято считать, что взрывание зарядов с применением огневого способа взрывания предполагает применение различных средств, совокупность которых могут быть названы огневыми цепями (по названию способа взрывания).

Основу таких цепей обычно составляют ДШ. Они дают возможность производить одновременное взрывание нескольких зарядов или групп зарядов, а также обеспечивают сравнительную надежность взрыва зарядов. Поэтому подобные огневые цепи целесообразно применять даже в труднодоступных местах.

В общем случае во Взрывном деле наиболее распространенными являются два способа взрывания с помощью ДШ – капсюльный и бескапсюльный.

В первом случае один конец ДШ – закрепляют подобно ОШ и КД (см. рис.3.4) и вставляют в запальное гнездо заряда, а второй - соединяют с КД зажигательной трубки и производят воспламенение ОШ. Взрыв КД зажигательной трубки приведет к детонации ДШ и взрыву КД.

Одной ЗТ или одним ЭД можно взорвать до шести концов ДШ; при большем количестве концов ДШ их удобнее привязывать к тротиловой шашке, а шашку взорвать при помощи ЗТ или ЭД.

Взрываемые концы ДШ плотно привязывают по всей длине КД зажигательной трубки или ЭД изолянтной или шпагатом.

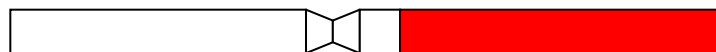


Рис. 3.4. КД № 8-А с обжатым детонирующим шнуром

При помощи ДШ без КД можно инициировать взрывы заряды из порошкообразных, и пластичных ВВ. С этой целью в заряд вкладывается отрезок ДШ, сложенный в 4...5 рядов без пересечений.

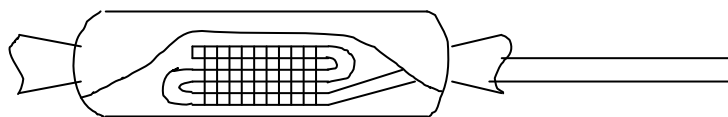


Рис. 3.5. Инициирование порошкообразных ВВ

Следует заметить, что с помощью отрезков ДШ, обжатых с обеих сторон КД представляется возможным составлять сети из различного количества зарядов с применением сростков – это соединение двух концов ДШ между собой.

Сростки выполняются:

Внакладку

Прямым узлом

Двойной петлей

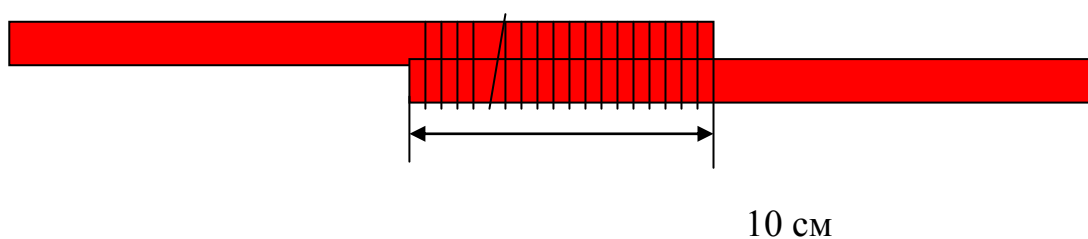


Рис. 3.6. Сросток ДШ внакладку



Рис. 3.7. Прямой узел



Рис. 3.8. Двойная петля

Сети ДШ бывают 3-х видов:

Последовательные (рис.3.9)

Параллельные (рис.3.10)

Смешанные (рис.3.11)

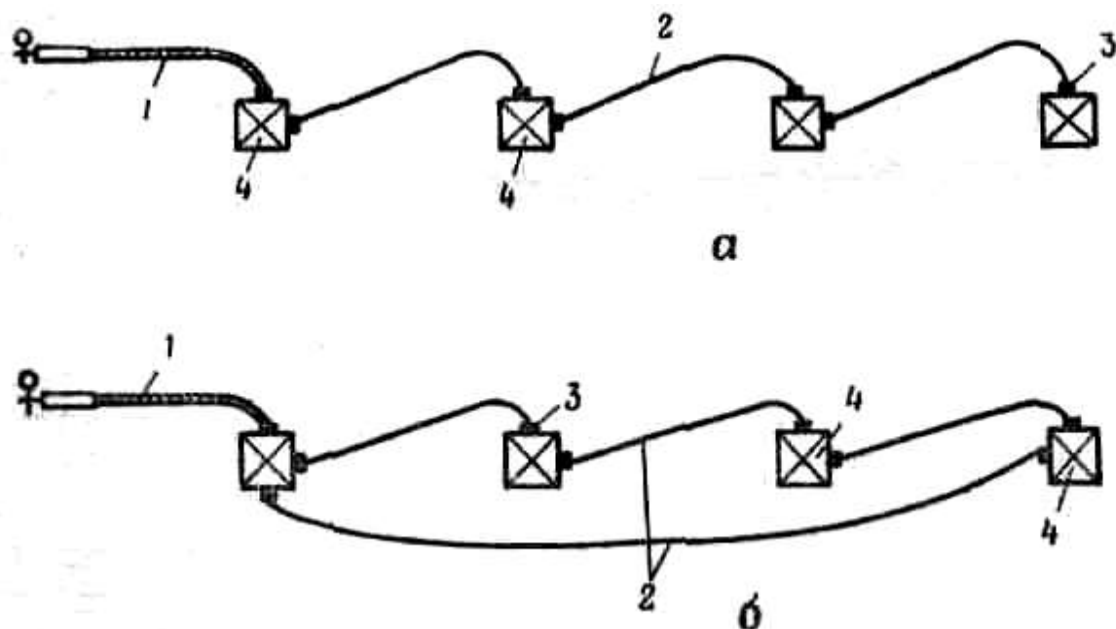


Рис. 3.9. Последовательная сеть детонирующего шнура:
а - без замыкающего шнура; б - с замыкающим шнуром;
1 - зажигательные трубки; 2 - отрезки детонирующего шнура;
3 - капсули-детонаторы; 4 - заряды ВВ

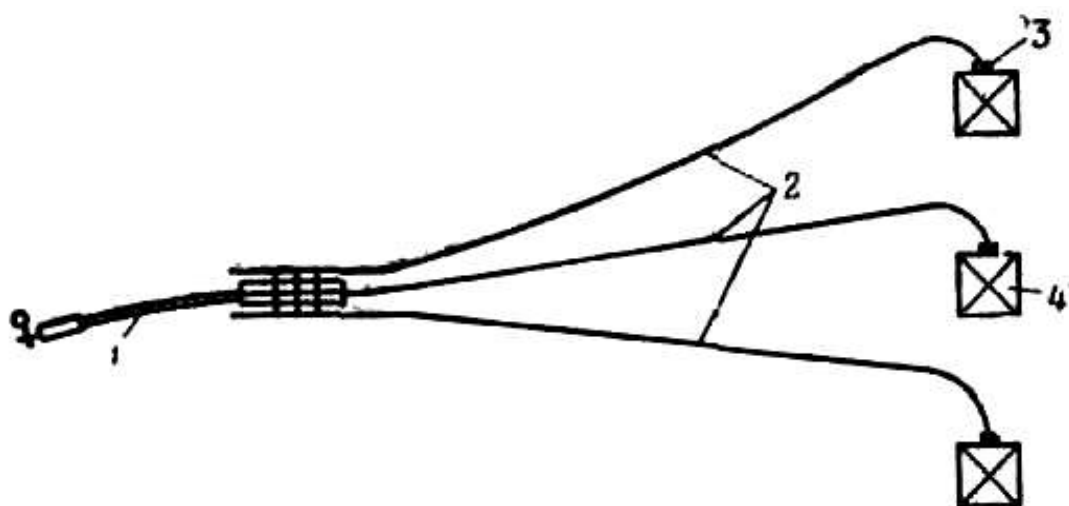


Рис. 3.10. Параллельная сеть детонирующего шнура:
1 - зажигательная трубка; 2 - отрезки детонирующего шнура;
3 - капсуль-детонатор; 4 - заряд ВВ

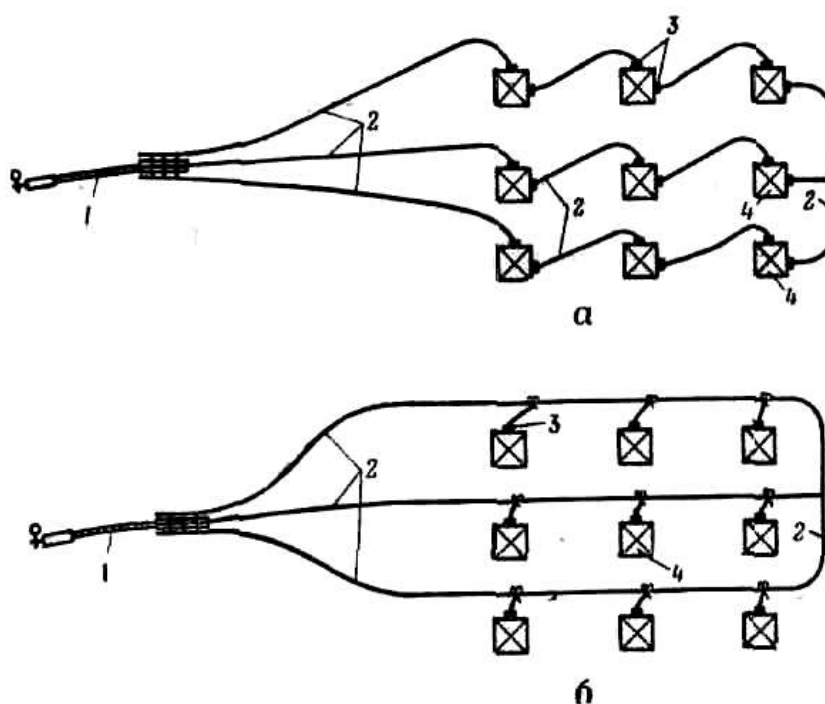


Рис. 3.11. Смешанные сети детонирующего шнура
 а - для наружных зарядов; б - для внутренних зарядов;
 1 - зажигательные трубки; 2 - отрезки детонирующего шнура;
 3 - капсули-детонаторы; 4 - заряды ВВ

При безкапсюльном способе детонаторы располагаются вне заряда, т.е. точка инициирования взрыва заряда выносится за его пределы. Основу этого способа составляет «боевик». На 200 или 400 г шашку наматывают четырьмя-пятью непересекающимися витками ДШ, плотно прилегающими к граням шашки и один к другому (рис 3.12). ДШ на шашке закрепляется шпагатом, изоляцией и т.п. При необходимости можно вывести оба свободных конца ДШ.

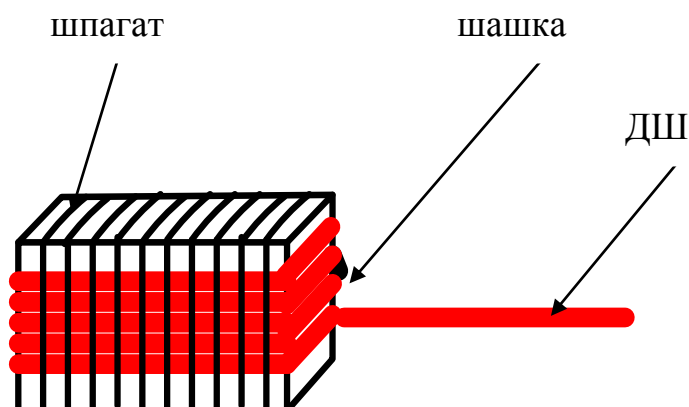


Рис. 3.12. «Боевик» в виде тротиловой шашки для бескапсюльного способа взрывания

Детонирующий шнур режут на отрезки необходимой длины чистым и острым ножом на деревянной подкладке. Перед началом резания бухту ДШ разматывают либо полностью, либо частично. От места разреза до неразмотанной части бухты должно быть не менее 10 м.

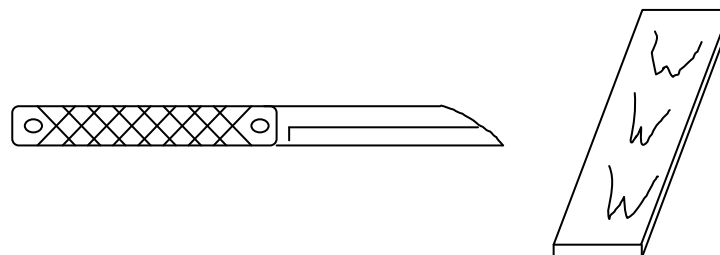


Рис. 3.13. Нож и подкладка для резания ДШ

После каждого разреза следует очищать лезвие ножа и подкладку от частиц (крошек) ТЭНа или следующий разрез шнура производить на новом месте подкладки.

Отрезать ДШ, вставленный в КД – **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

Рассмотрим варианты следующих схем огневых цепей:

1. Заряд подготовлен к взрыву одной ЗТ.

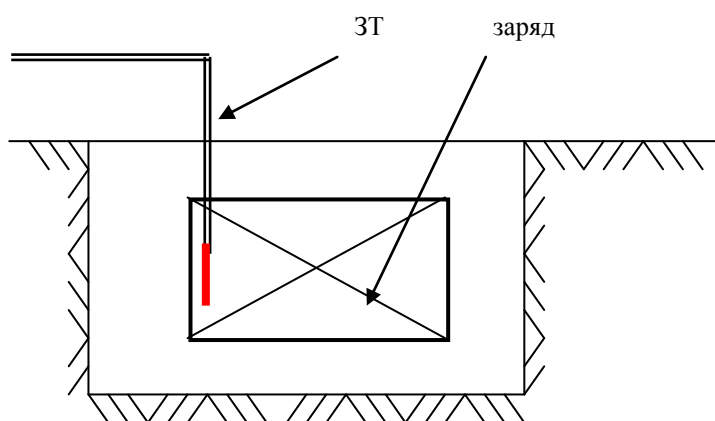


Рис. 3.14. Огневая цепь в виде ЗТ

Недостаток этой цепи – при отказе не разрешается вскрытие и извлечение отказавшего заряда из-за наличия КД. Отказавший заряд уничтожается другим

зарядом, располагаемым в скважине (колодце), которая отрывается на расстоянии 20-30 см от прежней.

2. Заряд подготовлен к взрыву без капсюльным способом.

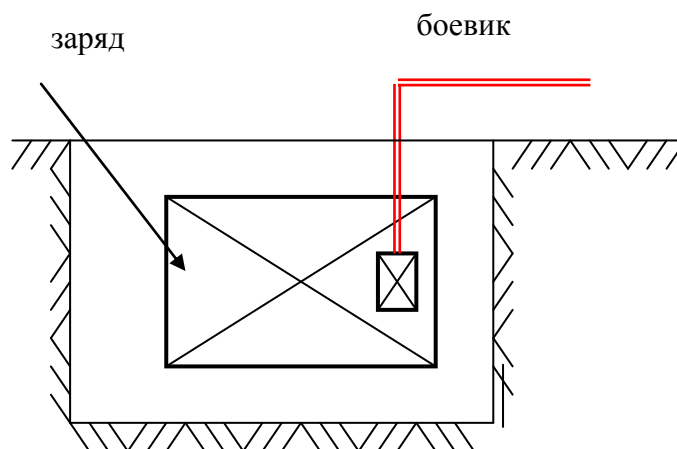


Рис. 3.15. Огневая цепь в виде боевика

При такой огневой цепи разрешается извлекать отказавший заряд или вскрывать забивку и уничтожать накладным зарядом.

3. Заряд подготовлен к взрыву двумя боевиками.

Такая огневая цепь за счет дублирования способствует надежности взрыва заряда.

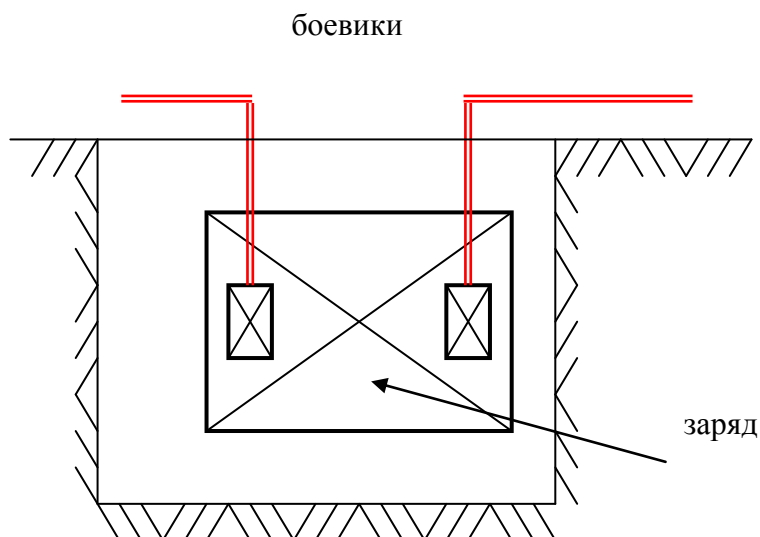


Рис. 3.16. Дублирующая огневая цепь

Заряд подготовлен к взрыву с помощью боевика и ЗТ.

Подобная комбинированная огневая цепь может применяться для дублирования взрыва заряда, когда разница по времени непосредственного иници-

рования взрыва заряда несущественная (отказ одного средства не должен привести к полному отказу взрыва заряда).

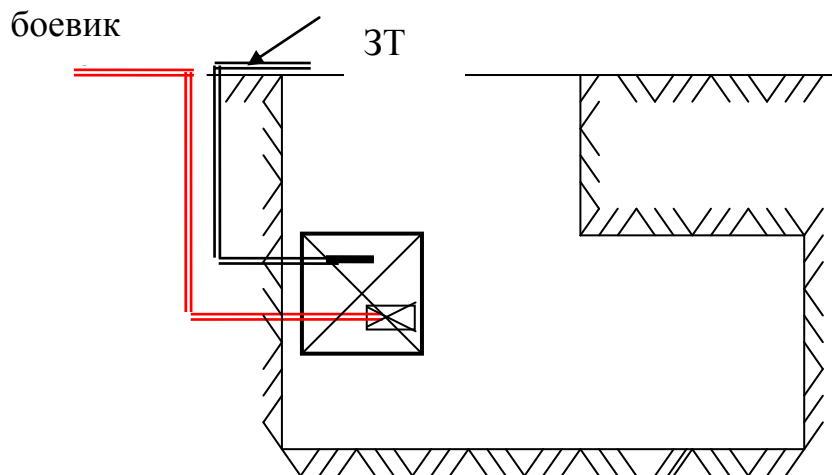


Рис. 3.17. Подготовка к взрыву заряда с помощью боевика и ЗТ

Заряд подготовлен к взрыву с помощью 2-х ЗТ.

Схема огневой цепи аналогична рис. 3.15 за исключением в заряд дополнительно вставлена еще одна ЗТ. Такая цепь по существу обеспечивает те же функции, что и цепь, показанная на рис 3.16. Поэтому ограничимся лишь упоминанием об этом.

Контрольные вопросы

Сущность и назначение ОСВ.

Средства и принадлежности ОСВ.

Что такое зажигательная трубка, условия их применения.

Сростки ДШ.

Что называется сетью ДШ и их виды.

Что значит безкапсюльный способ взрывания.

Основные элементы ЗТП-150 и порядок приведения его в действие.

Что такое огневая цепь и их виды.

Меры безопасности при огневом способе взрывания.

Сколько и каких команд подаются при огневом способе взрывания.

3.2. Электрический способ взрывания

3.2.1. Общие положения

Электрический способ взрывания – это способ взрывания при помощи электрической энергии.

ЭСВ применяется для одновременного взрыва нескольких зарядов или для производства взрыва в точно установленное время.

Электрический способ взрывания имеет свои достоинства и недостатки в сравнении с огневым способом взрывания.

Достоинства:

Возможность производства взрыва в точно установленное время;

Возможность одновременного взрыва нескольких зарядов;

Возможность контроля исправности как всей сети так и отдельных ее элементов;

Отсутствие подрывника в момент приведения сети в действие в зоне действия зарядов.

Недостатки:

Определенная сложность способа взрывания;

Опасность преждевременных взрывов зарядов ВВ от грозовых разрядов или блуждающих токов наводимых в сети от находящихся вблизи мощных радиостанций и высоковольтных линий электропередач.

3.2.2. Сущность, назначение, средства и принадлежности ЭСВ

Для инициирования зарядов электрическим способом взрывания применяются подрывные машинки, сухие элементы и батареи. Кроме того, могут использоваться аккумуляторные батареи, передвижные электростанции, силовые и осветительные сети местных электростанций.

Сущность электрического способа взрывания заключается в передаче электрической энергии от источника по проводам к электродетонатору. ЭСВ как и огневой способ взрывания имеет свои средства и принадлежности.

Средства:

Электродетонаторы;

Электровоспламенители;

Провода;

Источники тока;

Проверочные и измерительные приборы.

Принадлежности:

Обжим;

Нож саперный или обычный;

Шпагат;

Изоляционная лента.

3.2.3. Источники электрической энергии

Основным элементом ЭСВ является источник тока. Для инициирования зарядов электрическим способом взрывания применяются подрывные машинки, сухие элементы и батареи. Кроме того, могут использоваться аккумуляторные батареи, передвижные электростанции, силовые и осветительные сети местных электростанций.

Табельными источниками тока считаются конденсаторные подрывные машинки КПМ-3 и КПМ-1А, а также подрывная машинка ПМ-4. Эти машинки станут предметом рассмотрения настоящего параграфа. Следует отметить, что относительная простота их конструкции, надежность, возможность сохранения своих параметров при различных климатических условиях сделали их такими, которые вот уже на протяжении многих лет находятся на вооружении инженерных войск.

Основное внимание при изучении подрывных машинок будет уделено КПМ-3, причем в следующей последовательности: назначение, применение, общее устройство, функциональная схема, принцип действия, характеристики, порядок подготовки, проверки и применения. Заметим, что большинство конденсаторных подрывных машинок имеют очень много общего. Именно по этой причине весь учебный материал сконцентрирован на изучение КПМ-3. Вместе с тем, будут отмечены особенности подрывной машинки КПМ-1А и представлен учебный материал, который предстоит изучить применительно к ПМ-4.

Поскольку в народном хозяйстве широко используются конденсаторные подрывные машинки различного исполнения, то информация по этим машинкам будет носить ознакомительный характер.

3.2.3.1. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-3

Предназначена для взрывания электродетонаторов. Применяется при электрическом способе взрывания.

Машинка выполнена в пластмассовом корпусе. На верхней части укреплены зажимы закрытого типа для подключения к машинке проводов, держатель приводной ручки, кнопка контроля зарядки «К» с крышкой, окна для наблюдения за свечением сигнальных неоновых лампочек «Л1» и «Л2».

На передней стенке имеется гнездо для приводной ручки, закрываемое заслонкой и кнопка «Взрыв» (для подачи напряжения на зажимы).

На задней стенке прикреплена паспортная табличка с краткой инструкцией по применению. Внешний вид машинки показан на рис. 3.18.

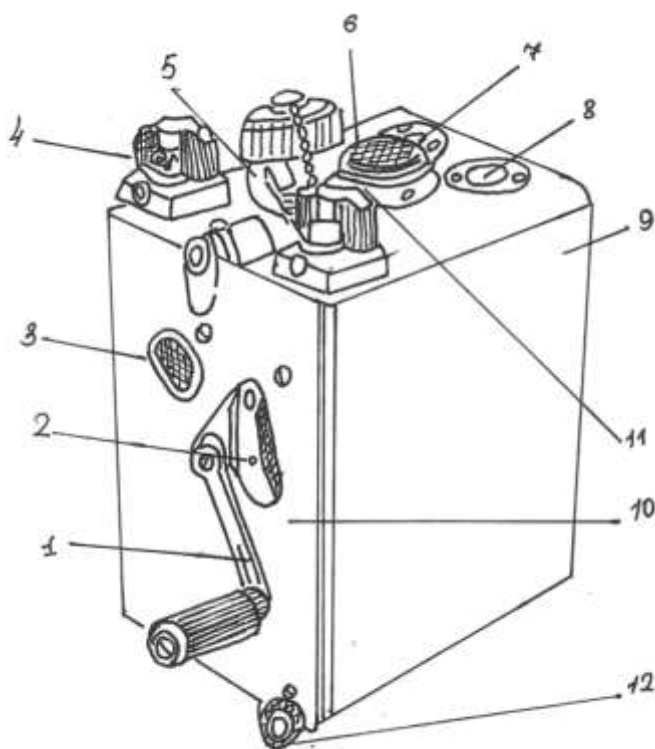


Рис. 3.18. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-3

- 1 - приводная ручка; 2 – подпружиненная заслонка; 3 – кнопка «взрыв»;
4 – линейные зажимы; 5 – зажим крепления приводной ручки; 6 – кнопка «к»;
7 – неоновая лампа «Л1»; 8 – неоновая лампа «Л2»; 9 – корпус; 10 – передняя панель;
11 – заглушка; 12 – винт крепления

Функциональная схема КПМ-3

На рис. 3.19 представлена в несколько упрощенном виде функциональная схема КПМ-3, которая позволит показать не только элементы электрической схемы, но и понять принцип действия машинки.

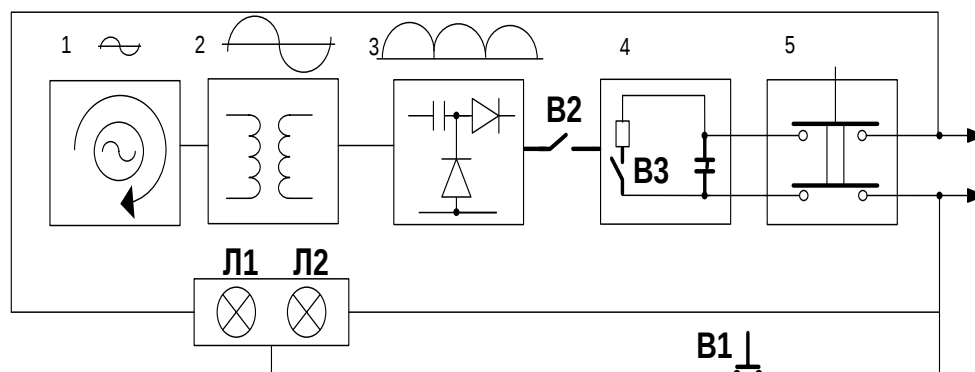


Рис. 3.19. Схема электрическая функциональная КПМ-3:

- 1 - Маломощный генератор; 2 – Трансформатор; 3 - Схема удвоения;
4 - Накопительный конденсатор с разрядным сопротивлением; 5 - Кнопка «Взрыв»;
6. Контрольное устройство с Л1 и Л2. В1, В2, В3- соответственно кнопка контроля «К», автоматический переключатель и контакт разрядного сопротивления, связанный с заслонкой гнезда приводной ручки.

В общем случае принцип действия машинки состоит в том, что электрическая энергия маломощного генератора накапливается в течении нескольких секунд в виде заряда на конденсаторе- накопителе с последующей отдачей накопленной энергии в ЭВС.

Применительно к работе элементов функциональной схемы происходит следующее: при вставлении приводной ручки в гнездо размыкается контакт В3, который отключает разрядное сопротивление от накопительного конденсатора. С началом вращения приводной ручкой с частотой не менее 4об/с срабатывает переключатель В2 и замыкает свои контакты. Теперь напряжение, развиваемое генератором 1, повышается трансформатором 2 и схемой удвоения 3. Выпрямленный ток заряжает накопительный конденсатор 4. Когда напряжение на 4 достигнет 1600 В загорается Л1, сигнализирующая о готовности применения машинки.

С прекращением вращения ручки Л1 гаснет, а В2 размыкает свои контакты и отключает накопительный конденсатор от разрядной цепи, т.е. исключает возможность разряда его через схему удвоения 3.

При нажатии кнопки «Взрыв» происходит разряд накопленного напряжения в ЭВС. Если приводная ручка будет извлечена, то заслонка вернется в исходное положение и тем самым В 3, замкнет контакты разрядного сопротивления на накопительный конденсатор и произойдет полный его разряд. Следовательно, нажатая кнопка «Взрыв» в этом случае результата не даст.

Электрическая схема КПМ-3 предусматривает проверку собственной исправности с применением контрольного устройства 6. Для этого необходимо сделать следующее: зарядить машинку до устойчивого свечения Л1, снять крышку с кнопки «К» и нажать одновременно кнопки «Взрыв» и «К» (переключатель В1 в положение 1-2) при этом загораются лампочки Л1 и Л2. Удерживая обе кнопки наблюдать за свечением Л1 и Л2. После прекращения свечения Л2 определить время свечения Л1. Машинка развила зарядное напряжение не ниже 1600 В, если при нажатых кнопках «Взрыв» и «К» имело место свечение обеих ламп. Емкость накопительного конденсатора равна 4 мкФ, если время свечения Л1 с момента погасания Л2 составит не менее 60 с.

Характеристики КПМ-3

Номинальное напряжение1600 В.

Масса комплекта машинки2,3 кг.

Масса самой машинки1,7 кг.

Емкость накопительного конденсатора.....4 мкФ.

Таблица 3.2

Возможности машинки КПМ-3

Схема соединения ЭД	Кол-во ЭД,шт	Общее сопротивление, Ом
Последовательное	200	600
Параллельное	5	30
Последоват. соединение групп, состоящих из попарно-соединенных ЭД	до 130 пар	220

3.2.3.2. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-1А

На рис. 62 показан общий вид КПМ-1А. По применению, устройству и принципу действия КПМ-1А имеет много аналогий. Отличие, в основном, касается некоторых конструктивных особенностей и технических характеристик.

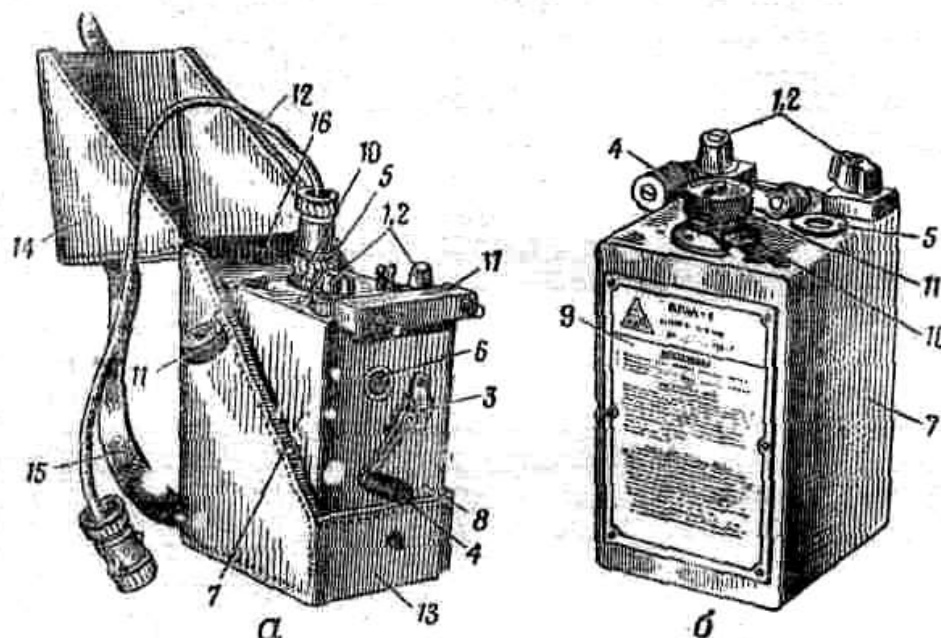


Рис. 3.20. Подрывная машинка КПМ-1А:

а - в футляре; в - без футляра;

- 1,2 – линейные зажимы; 3 – пружинная заслонка; 4 – приводная ручка;
5 – окно неоновой лампы; 6 – кнопка «взрыв»; 7 – пластмассовый корпус;
8 – крышка корпуса; 9 – металлическая пластинка с инструкцией;
10 – штепсельный разъем с контактами; 11 – заглушка штепсельного разъема;
12 – соединительный кабель с розетками; 13 – брезентовый футляр; 14 – крышка футляра;
15 – плечевой ремень; 16 – карман для укладки пульта и соединительного кабеля;
17 – пульт – пробник.

КПМ-1А имеет одну неоновую лампочку Л1, свечение которой сигнализирует о готовности машинки к применению. В комплект машинки входят пульт- пробник и соединительный кабель.

Пульт – пробник предназначен для проверки исправности электрической схемы машинки и выполняет функции контрольного устройства КПМ-3. Что касается соединительного кабеля, то он служит для соединения 2-х машинок и в результате возможности машинки становятся примерно одинаковыми с КПМ-3.

Характеристики КПМ-1А

Номинальное напряжение 1500 В.

Общая масса 2,1 кг.

Масса самой машинки 1,6 кг.

Емкость накопительного конденсатора 2 мкФ.

Таблица 3.3

Возможности машинки КПМ-1А

Схема соединения ЭД	Кол-во ЭД, шт	Общее сопротивление, Ом
Последовательное	100	350
Параллельное	5	15
Последоват. соединение групп, состоящих из попарно-соединенных ЭД	до 60 пар	80

Подготовка машинки КПМ-1А к работе.

Для подготовки машинки КПМ-1А к работе, необходимо:

Открыть крышку брезентового футляра;

Вставить в гнездо до упора приводную ручку;

Присоединить защищенные концы магистральных проводов к линейным зажимам машинки;

Равномерно вращать приводную ручку со скоростью 3-4 оборота в секунду, до появления устойчивого свечения сигнальной неоновой лампы.

Проверка исправности машинки КПМ-1А.

Машинка КПМ-1А имеет две проверки выполняемой в войсках:

1. На исправность электрической схемы машинки.

2. На исправность конденсатора накопителя.

Обе проверки выполняются при помощи пульты-пробника, представляющего собой омический делитель напряжения выполненный из трех последовательно соединенных высокоомных сопротивлений, к двум из которых параллельно подключены две сигнальные неоновые лампы. Четвертое сопротивление является нагрузочным.

Проверка на исправность электрической схемы

При помощи откидных контактов, присоединить к линейным зажимам машинки пульт-пробник. Вставить в гнездо приводную ручку и вращением ее в течение 8-10 секунд зарядить конденсатор-накопитель (до устойчивого свечения неоновой лампы). Нажать кнопку «взрыв» и удерживать ее в утопленном состоянии в течение 60 секунд. Если проверяемая машинка исправна, то при нажатии кнопки «взрыв» должны вспыхнуть обе неоновые лампы пульта-пробника, одна из них – должна быстро погаснуть, а вторая – должна светиться в течение 60 секунд.

Проверка исправности конденсатора-накопителя

Проверка на исправность конденсатора-накопителя производится взрыванием штатных электродетонаторов.

С этой целью к зажимам машинки с вставленной приводной ручкой, при помощи откидных контактов, подключается пульт-пробник, а к его зажимам, с соблюдением мер безопасности, через удлинитель (длиной не менее 30 метров), два параллельно соединенных электродетонатора. Производится зарядка конденсатора-накопителя вращением приводной ручки и нажимается кнопка «взрыв». Если при этом электродетонаторы взорвутся, машинка исправна и пригодна к применению.

Параллельная работа двух машинок

Параллельная работа двух машинок производится через контакты штепсельного разъема при помощи входящего в комплект каждой машинки соединительного кабеля, концы которого снабжены розетками.

Накопительные конденсаторы обеих машинок, оказываются подключенными параллельно друг с другом.

Приводные ручки обеих машинок при этом, должны быть вставлены в гнезда. Зарядка конденсаторов-накопителей производится вращением любой приводной ручки, инициирование же производится нажатием кнопки «взрыв» только той машинки, к линейным зажимам которой присоединены магистральные провода электровзрывной сети.

3.2.3.3. Подрывная машинка ПМ-4

Предназначена для взрыва ЭД, с относительно небольших расстояний. Подрывная машинка заключена в пластмассовый корпус, где имеются 2 зажима, переключатель положений, шток с толкателем и окошечко для светодиода (общий вид машинки показан на рис. 3.21).

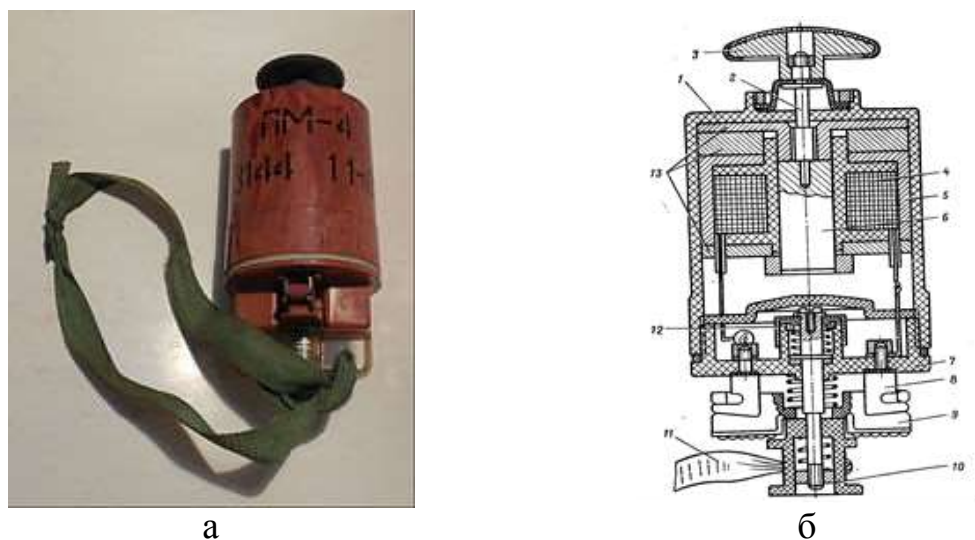


Рис. 3.21. Подрывная машинка ПМ-4:

а – общий вид; б – в разрезе;

1 - корпус; 2 - шток; 3 - толкатель; 4 - индукционная катушка; 5 - кольцевой магнит; 6 - якорь; 7 - основание; 8 - линейный зажим; 9 - рычаг; 10 - ручка переключателя; 11 - петля для переноски; 12 - контакт; 13 – магнитопровод

Принцип действия

В подрывной машинке источником электрической энергии является импульсный генератор, магнитоэлектрического принципа действия. При движении толкателя, шток с якорем перемещается, разрывая магнитную цепь. В катушке генератора возникает ЭДС, которая поступает на линейные зажимы.

Режим работы машинки устанавливается с помощью ручки переключателя рода работы. Электрическая схема машинки изображена на рис. 3.22.

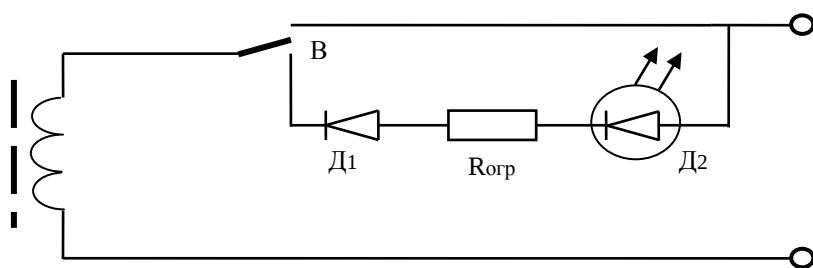


Рис. 3.22. Электрическая схема ПМ-4

Схема включает в себя: генератор магнитоэлектрической системы, диод Д1 и светодиод Д2, ограничительное сопротивление $R_{огр}$.

Принцип действия состоит в том, что при ударе по толкателю шток перемещается внутри индукционной катушки и наводит в ней ЭДС, которая подводится к зажимам. При этом имеет место 2 режима работы машинки.

Первый- проверка исправности машинки и ЭВС. В этом режиме переключатель В устанавливается в 1- положение «транспортное», а выходные зажимы замкнуты накоротко (проверка исправности самой машинки) или к ним подсоединены провода ЭВС (проверка исправности ЭВС). При ударе по толкателю наводимая ЭДС имеет обратную полярность для Д1 и Д2, поэтому отсутствует свечение Д2. Возвратное движение толкателя вызовет ЭДС прямой полярности, что приведет к вспышке Д2. Это будет свидетельствовать об исправности соответственно машинки или ЭВС. Ограничительное сопротивление обеспечивает безопасный ток при проверке ЭВС.

Второй режим- производство взрыва. К зажимам подключаются провода линии управления и переключатель В устанавливается в положение 2 «боевое» (красный цвет на выступе переключателя). Теперь независимо от направления движения толкателя к зажимам будет прикладываться ЭДС, т.к. цепочка 1-го положения окажется зашунтированной.

В комплекте ПМ-4 имеется 2 проводные линии одноразового использования.

Возможности ПМ-4 следующие:

последовательное соединение 5 ЭД с общим сопротивлением до 20 Ом;

параллельное соединение 2 ЭД с общим сопротивлением до 6 Ом.

3.2.4. Источники тока, применяемые в народном хозяйстве

Отличительной особенностью источников тока, применяемых в народном хозяйстве является целевое их использование в зависимости от условий выпол-

нения работ. Например, на открытой поверхности, в агрессивных средах, опасных по пыли, газу и т.п. Поэтому имеет место сравнительно большое количество подрывных машинок различных типов. Остановимся на наиболее близких по конструкции к известным табельным конденсаторным подрывным машинкам.

В подавляющем большинстве конденсаторные подрывные машинки (приборы), применяемые в народном хозяйстве не имеют механического привода. Роль привода играет электронный преобразователь, который преобразует низковольтное напряжение источника постоянного тока (аккумуляторы или сухие элементы) в переменное напряжение с последующим его усилением и подачи на схему удвоения. Далее происходит заряд накопительного конденсатора до своего номинала. Таким образом, накопительный конденсатор является источником питания ЭВС.

Следует отметить, что некоторые типы конденсаторных машинок имеют встроенные приборы для контроля и измерения параметров ЭВС. Такие машинки очень удобны в эксплуатации, хотя наличие источников постоянного тока приводит к значительным погрешностям при температурных изменениях.

В качестве примера приведем 2 характерных типа конденсаторных подрывных машинок КВП- 1/100 и ПИВ- 100.

Взрывной конденсаторный прибор КВП- 1/100 предназначен для работы в шахтах опасных по газу и пыли. Он в состоянии произвести взрыв 100 последовательно соединенных ЭД. Его номинальное напряжение 600В, а источником питания служат 3 батареи типа «Сатурн» или «Марс». Накопительный конденсатор заряжается до номинала в течении 8 с.

Примерно такое же назначение и возможности другого типа Ашинки - это ПИВ - 100. В этой машинке встроен прибор, позволяющий производить проверку исправности самой машинки и проводимости ЭВС.

3.2.5. Работа с источниками тока

КПМ-3

Подготовка к работе

Зарядить накопительный конденсатор в установленном порядке.

Снять крышку с кнопки «К» и одновременно нажать на кнопки «К» и «Взрыв».

Наблюдать за свечением Л1 и Л2.

После прекращения свечения Л2 определить время свечения Л1. После этого сделать выводы в отношении готовности машинки к работе.

Порядок работы

По команде «Приготовиться» выполнить следующее:

открыть крышку футляра и присоединить к зажимам провода;

отодвинуть заслонку и вставить приводную ручку;

вращать приводную ручку до устойчивого свечения Л1;

прекратить вращение.

По команде «Огонь» нажать на кнопку «Взрыв».

По команде «Отбой» вынуть приводную ручку, установить ее на место, отсоединить провода от зажимов и закрыть крышку футляра.

В комплекте КПМ-3 имеется дополнительное сопротивление 220 Ом. Оно позволяет установить пригодность машинки к взрыву ЭД, характеристики которых неизвестны. Для этого необходимо установить дополнительное сопротивление в один из зажимов машинки и подготовить параллельную цепочку из 2-х ЭД, причем один конец этой цепочки подсоединить к клемме дополнительного сопротивления. Выполнить подготовку машинки к применению, а затем подсоединить 2-ой конец цепочки к свободному зажиму машинки и нажать на кнопку «Взрыв». Безотказный взрыв 2-х ЭД будет свидетельствовать о возможности машинки для взрывания ЭД таких типов.

КПМ-1А

Подготовка к работе

Вставить откидные контакты пульта-пробника в зажимы и зарядить накопительный конденсатор в установленном порядке.

Нажать на кнопку «Взрыв» и удерживая ее в этом положении наблюдать за свечением 2-х индикаторных неоновых лампочек. Одновременное свечение лампочек свидетельствует о том, что на обкладках накопительного конденсатора напряжение составляет 1500 В, а емкость - 2 мкФ, если после прекращения свечения первой лампочки, вторая погаснет через 30 с. Аналогично поступают и при совместной работе 2-х машинок, которые необходимо соединить соединительным кабелем, причем приводные ручки вставляются в гнезда обеих машинок. Пульт пробник закрепляется на одной из машинок. После прекращения свечения первой лампочки, время свечения второй должно быть не менее 60 с.

Порядок работы

По команде «Приготовиться» выполнить следующее:

открыть крышку футляра и присоединить к зажимам провода;
отодвинуть заслонку и вставить приводную ручку;
вращать приводную ручку до устойчивого неоновой лампочки;
прекратить вращение.

По команде «Огонь» нажать на кнопку «Взрыв»

По команде «Отбой» вынуть приводную ручку, установить ее на место, отсоединить провода от зажимов и закрыть крышку футляра.

ПМ-4

Проверка исправности машинки осуществляется в следующей последовательности:

Поставить переключатель в «транспортное» положение.

Замкнуть накоротко зажимы с помощью перемычки из провода.

Нажать и резко отпустить толкатель

Вспышка светодиода свидетельствует об исправности машинки.

Проверка исправности ЭВС проводится аналогично, за исключением в п.2 необходимо вместо перемычки закрепить провода ЭВС.

Для посылки импульса в ЭВС необходимо перевести переключатель в положение «боевое» нажать и резко отпустить толкатель.

3.2.6. Проверочные и измерительные приборы

Малый омметр М-57

Малый омметр предназначен для проверки проводимости электродетонаторов, электровзрывных сетей, проводов, а также для приближенного измерения величины сопротивления.

Малый омметр М-57 имеет пластмассовый корпус на котором укреплены две клеммы и кнопка для проверки исправности прибора. У омметров более ранних годов выпуска кнопка проверки отсутствует. Корпус закрыт верхней и нижней крышками. Верхняя крышка имеет окно со шкалой и стрелкой, а также головку корректора стрелки. На задней крышке корпуса находится ручка магнитного шунта. Нижняя крышка закрывает камеру корпуса, в которой размещается источник тока – элемент 3336. Обе крышки закрепляются на корпусе винтами. Внешний вид прибора показан на рис. 3.23.

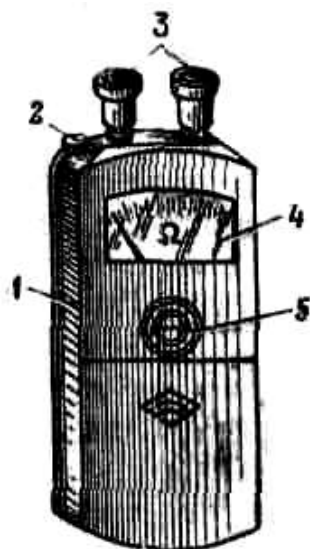


Рис. 3.23. Малый омметр М-57:
1 - корпус; 2 - кнопка проверки омметра; 3 - клеммы;
4 - окно со шкалой и стрелкой; 5 - головка корректора

Шкала прибора имеет деления от 0 до ∞ , при этом рабочей частью шкалы является участок от 20 до 1500 Ом.

Технические характеристики М-57

Масса – 0,45 кг

Габаритные размеры:

Длина – 170 мм

Ширина – 70 мм

Высота – 40 мм

Максимальный измерительный ток – 0,015 А

Температурный диапазон применения – от -40 до $+60^{\circ}\text{C}$

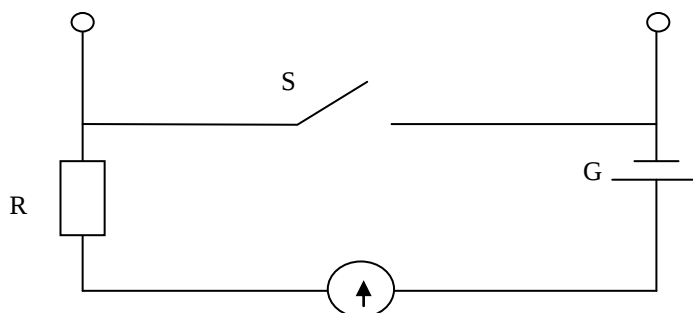


Рис. 3.24. Электрическая схема М-57

Подготовка прибора к работе

При разомкнутой внешней цепи установить стрелку омметра на отметку «0», пользуясь корректором, расположенным на лицевой стороне прибора.

При нажатии кнопки установить стрелку омметра на отметку «0», поворачивая для этого ручку магнитного шунта.

Невозможность установить стрелку на «0» служит признаком разреженности батареи. При измерении необходимо подключить к клеммам омметра сопротивления и произвести отсчет по шкале.

Для проверки безопасности к клеммам омметра (соблюдением мер безопасности) подключают электровоспламенитель или электродетонатор. Если

при этом в течении 5-6 сек., электродетонатор не взорвался, а стрелка омметра подойдет к нулю, то омметр пригоден для работы.

О наличии проводимости проводов, электродетонаторов, электровзрывных сетей судят по отклонению стрелки вправо без производства отсчета по шкале.

Переносной мост Р-353

Предназначен для измерения сопротивления электровзрывных сетей и электродетонаторов и представляет собой усовершенствованную модель прибора ЛМ-48 (из-за аналогии в устройстве и применении в пособии этот прибор не приводится).

На рис. 3.25 показан общий вид прибора. На лицевой панели расположены основные элементы, к которым относятся: 1- ручка лимба; 2 - три зажима; 3 - перемычка для изменения диапазона измерений (при включенной перемычке предел измерений 0,3...30 Ом); 4 - аккумуляторный (батарейный отсек); 5 - вращающаяся шкала лимба со стрелкой; 6 - кнопка включения источника питания; 7 - корректор установки стрелки на нуль; 8 - крышка с щитком.



Рис. 3.25. Общий вид переносного моста Р-353

В основу принципа действия прибора положена мостовая схема. Суть ее заключается в том, что если произведения сопротивлений (или их суммы) противоположных плеч моста будут равны между собой, то величина силы тока в диагонали будет равна нулю (или близкой к этому значению). На рис. 3.26 представлена примерная функциональная схема Р- 353.

В общем случае R1 и R3 имеют постоянные сопротивления, R4 и R5- соответственно 297 Ом и 3 Ом. Следовательно, при подключении Rх можно записать следующее выражение:

$$(R1+R2^I) (R4+R5) = (R2^{II}+ R3)R_x$$

После преобразования и с учетом постоянных значений сопротивлений моста можно записать:

$$R_x = f (R2^I \setminus R2^{II})$$

Таким образом, нетрудно видеть, что с изменением аргумента при прочих условиях (схемное исполнение опускаем) можно получить числовое значение Rх. Что касается R_{орг}, то этот резистор предназначен для обеспечения безопасного тока при измерении сопротивления электродетонатора. Обратимся к работе прибора.

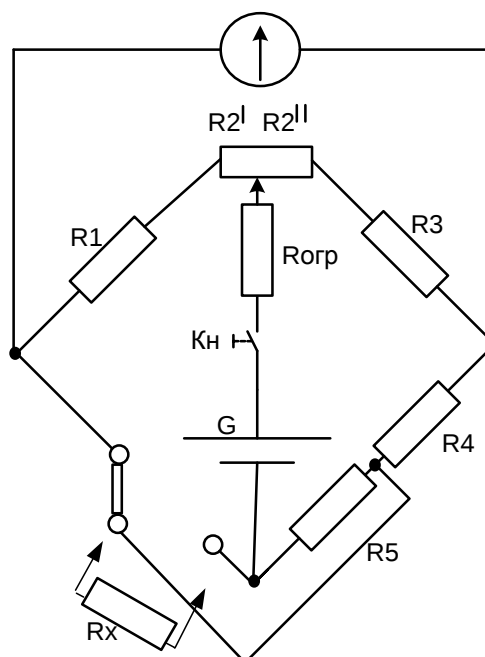


Рис.3.26. Схема функциональная переносного моста Р-353

Порядок измерений

1. Перед началом измерений необходимо установить корректором стрелку прибора на среднюю отметку шкалы (ручку лимба повернуть не менее 3-х раз).
2. Для измерения $R_x = 0,3 \dots 30$ Ом необходимо соединить перемычкой зажима и подключить к ним один конец R_x , а другой его конец – к свободному зажиму.
3. Нажать на кнопку включения источника тока и стрелка должна отклониться (произошла разбалансировка моста).
4. Не опуская кнопку, вращать лимб до установки стрелки показывающего прибора на нулевую отметку (мост стал сбалансированным).
5. Отсчитать значение в Ом по шкале.
6. Для измерения $R_x = 30 \dots 3000$ Ом перемычку отсоединяют, а далее поступают аналогично рассмотренному выше.

3.2.7. Саперные провода

Саперные провода предназначены для изготовления электровзрывных сетей (ЭВС). ЭВС это сеть проводов с присоединенными к ним электродетонаторами.

К табельным саперным проводам относятся: одножильный СПП-1; двухжильный СПП-2. Каждая жила этих проводов состоит из 7 медных проволок, заключенных в светотермостойкую оболочку из полиэтилена. Сопротивление 1 км. СПП-1 – 37,5 Ом, а СПП-2 – 75 Ом. Усилие на разрыв составляют, соответственно 23 и 45 кг.

Для изготовления ЭВС могут использоваться также телефонные, электроосветительные провода и кабели. Однако при их применении необходимо знать значение величины сопротивления.

Саперные провода обычно хранятся в бухтах или на катушках, к которым прикрепляются бирки с указанием длины провода. Перед применением провод

с бухты перематывается на катушку. Внутренний конец провода рекомендуется выпускать наружу на длину примерно 1 м.

Концы отрезков проводов в ЭВС могут сращиваться в виде прямого сrostка или сrostка под углом (рис.3.27).

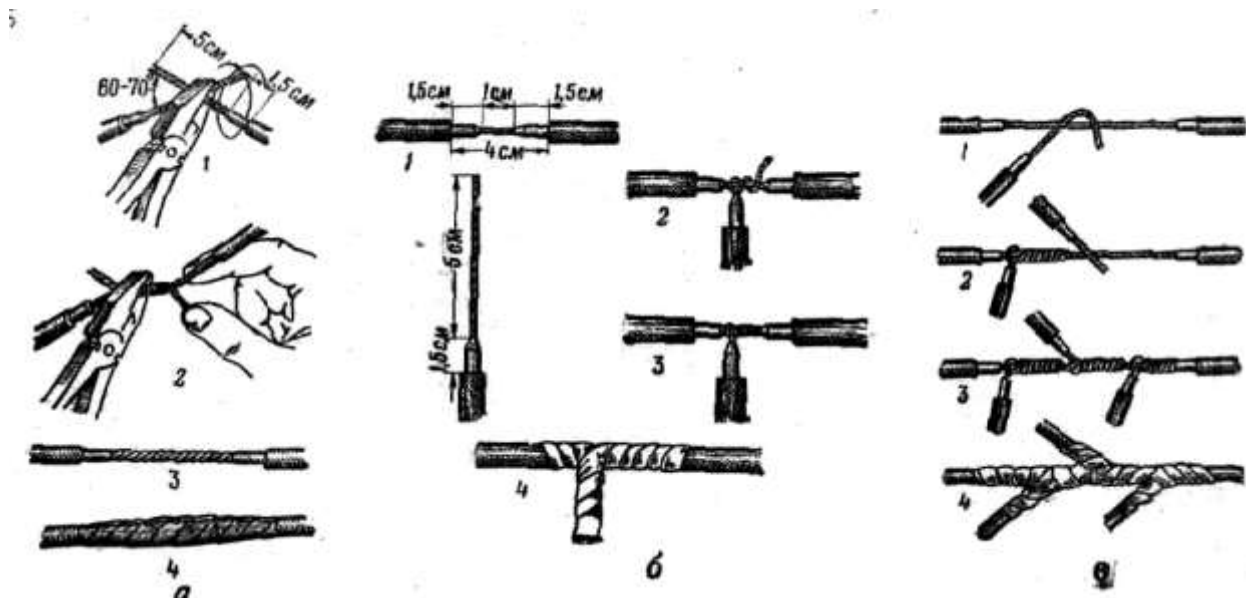


Рис. 3.27. Последовательность изготовления сrostков саперного провода:

а – прямой сrostок; б и в – сrostки под углом;

1 – зачистка и накладывание жил; 2 – сращивание жил; неизолированный сrostок;
4 – полностью готовый сrostок

Для изготовления простейшего прямого сrostка необходимо снять изоляцию с обоих концов отрезков провода на длину 5 см. Наложить оголенные провода примерно на 1/3 длины и плотно скрутить витками до начала изоляции. Для этих целей можно использовать обжим.

Изолировать сrostок необходимо начинать с одного конца. Изоляционная лента наматывается плотно, захватывая оболочку провода на 1,5... 2 см. Поверх первого слоя изоляции накладывают еще один-два слоя. Чтобы исключить возможность разрыва изготовленного сrostка целесообразно сделать предохранительную петлю (рис.3.28).

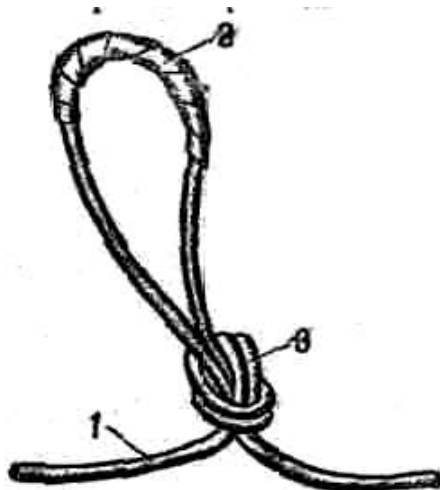


Рис. 3.28. Предохранительная петля на участке сростка
1 – провод; 2 – сросток; 3 – узел

3.2.8. Схемы электровзрывных сетей и их расчет

Электровзрывной сетью называется сеть проводов с присоединенными к ним электродетонаторами.

По назначению провода в электровзрывной сети подразделяются на следующие виды:

- магистральные;
- участковые.

Провода, идущие от источника тока к месту расположения зарядов называются магистральными.

Провода, расположенные между зарядами и соединяющие ЭД между собой называются участковыми.

Место, откуда производится взрыв зарядов и где провода электровзрывной сети присоединяются к источнику тока, называется подрывной станцией.

В электровзрывных сетях применяются следующие соединения электродетонаторов:

- последовательное;
- параллельно-пучковое;
- последовательное с попарно-параллельным соединением ЭД;

смешанное.

Электровзрывная сеть с последовательным соединением электродетонаторов

Наибольшее распространение в практике взрывного дела находит последовательное соединение электродетонаторов (рис. 3.29).

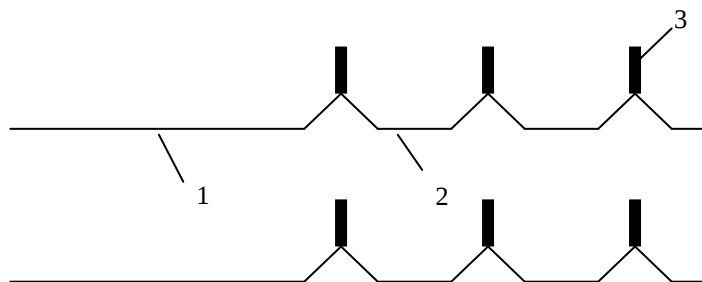


Рис. 3.29. Последовательное соединение:
1 - Магистральные провода; 2 - Участковые провода; 3 – Электродетонаторы.

Данная сеть применяется при наличии источников тока, развивающих высокое напряжение при незначительной силе тока (например, подрывные машинки). Последовательное соединение весьма просто и по расчету и по монтажу. Применяется при подрывании мостов, при фортоборудовании позиций войск, зданий и в других случаях.

Для надежного взрыва электродетонаторов в электровзрывную сеть должен подаваться ток установленных номинальных значений. Эта величина тока определяется Руководством по подрывным работам (ПР-69).

Узел безопасности предназначен для контроля руководителем подрывных работ за безопасностью производства работ. Здесь же соединяются магистральные провода с участковым по команде руководителя подрывных работ.

Последовательной ЭВС присущи достоинства и недостатки.

Достоинства:

- требуется источник тока минимальной мощности;
- простота расчета и проверки исправности сети;
- простота и наглядность соединения ЭД.

Недостатки:

в случае неисправности хотя бы одного из ЭД сети, вызванной повреждением концевиков или мостика электродетонатора, или в случае обрыва проводов в какой-либо точке сети, вся сеть оказывается разомкнутой и выходит из строя;

уязвимость от огня противника.

Электровзрывная сеть с последовательным соединением групп, состоящих из попарно-параллельно соединенных электродетонаторов

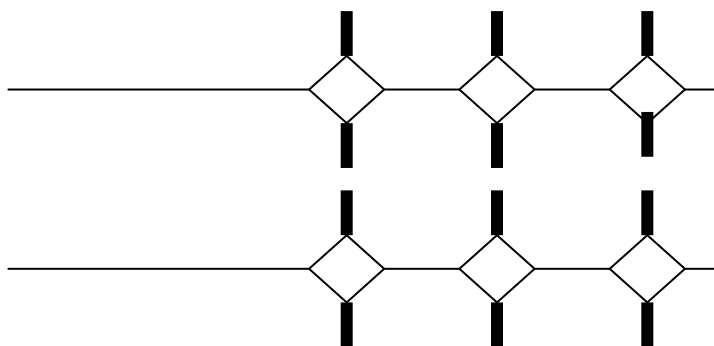


Рис. 3.30. Последовательное соединение с попарно-параллельным соединением электродетонаторов.

Такое соединение электродетонаторов целесообразно применять при источниках тока, развивающих большое напряжение при незначительной силе тока.

Данное соединение электродетонаторов применяется для повышения надежности взрыва.

В каждый заряд вводится по два электродетонатора, соединенных параллельно. В этом случае даже при неисправности или отказе одного из электродетонаторов сеть не будет разомкнута. Эту сеть используют при взрывании внутренних зарядов.

Достоинства:

требуется источник тока минимальной мощности;

простота расчета сети;

простота и наглядность соединения ЭД.

меньший расход участковых проводов.

Недостатки:

в случае обрыва проводов в какой-либо точке сети, вся сеть оказывается разомкнутой и выходит из строя;

уязвимость от огня противника.

Электровзрывная сеть с параллельно-пучковым соединением электродетонаторов

При параллельно-пучковом соединении одни концы соединенных проводов собираются в пучок и присоединяются к одному из магистральных проводов, а другие, собранные в другой пучок, присоединяются ко второму магистральному проводу (рис. 73).

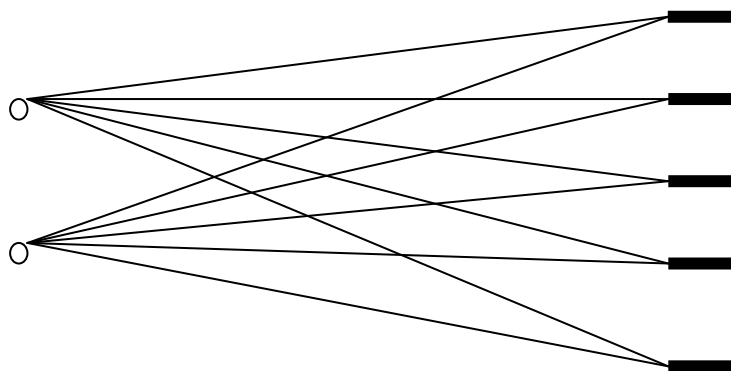


Рис. 3.31. Параллельно-пучковое соединение

Параллельное соединение электродетонаторов применяется с использованием источников тока низкого напряжения (например аккумуляторы), обеспечивающие достаточно большой ток.

Достоинства:

отказ взрыва одного ЭД или обрыв провода в любой ветви не влияет на взрыв ЭД остальных ветвей;

значительная надежность действия сети;

не требуется подбирать ЭД по сопротивлению;

менее уязвима от огня противника.

Недостатки:

требуется источник тока большой мощности при подрывании большого количества электродетонаторов;

данная сеть может применяться только при подрывании малого количества электродетонаторов;

сложность проверки исправности сети (проверка проводимости сети производится по элементам - отдельно каждой ветви и отдельно магистрали);

большой расход проводов.

Перечисленные недостатки служат причиной того, что параллельно-пучковое соединение электродетонаторов на практике применяется очень редко.

Электровзрывная сеть со смешанным соединением электродетонаторов

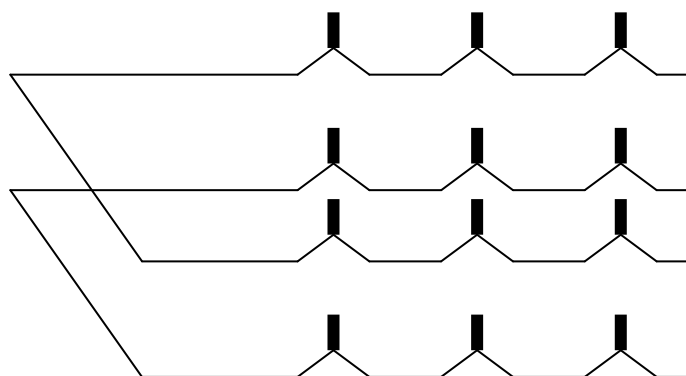


Рис.3.32. Смешанное соединение

Смешанная схема соединения электродетонаторов (рис. 3.32) допускается при источниках тока, развивающих довольно высокое напряжение и обеспечивающих значительный ток (например, передвижных электрических станциях).

В электровзрывных сетях со смешанным соединением ЭД, количество электродетонаторов в ветвях и общее сопротивление каждой ветви должны быть очень близки по значению, т.е. одинаковыми. При не соблюдении этого требования могут быть отказы.

В одной последовательной сети нельзя применять электродетонаторы разных типов и партий. Так как, в случае неодинакового сопротивления электродетонаторов по закону Ленца - Джоуля, электродетонатор, имеющий большее сопротивление, может взорваться раньше других и своим взрывом разомкнуть электровзрывную сеть.

Достоинства:

возможность взрыва большого количества ЭД, чем при последовательном соединении;

большая надежность сети, чем при последовательном соединении электродетонаторов;

уменьшается расход проводов по сравнению с параллельно-пучковой сетью (при равном количестве электродетонаторов).

Недостатки:

сложность расчета и монтажа сети;

сложность проверки - практически определить исправность всей сети с подрывной станции невозможно;

требуется источник тока, дающий высокое напряжение и большой величины ток.

Электровзрывная сеть с последовательным соединением электродетонаторов

Наибольшее распространение в практике взрывного дела находит последовательное соединение электродетонаторов (рис. 3.33).

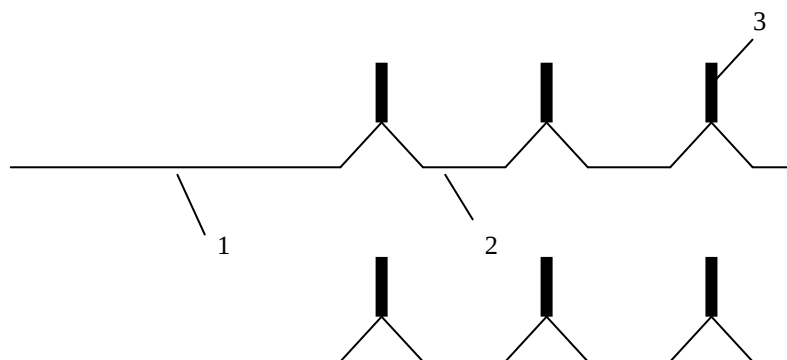


Рис. 3.33. Последовательное соединение
1 - Магистральные провода; 2 - Участковые провода; 3 – Электродетонаторы.

Так как сеть не имеет разветвлений, то величина тока I которую должен обеспечивать источник, равна току, требуемому для взрывания последовательно соединенных электродетонаторов.

Для взрыва одиночного ЭД в сеть должен подаваться постоянный ток величиной $I = 0,5$ А или переменный ток величиной $I = 1,0$ А.

Для взрыва группы электродетонаторов величина $I = 1,0$ А - для постоянного и $I = 1,5$ А - для переменного тока.

Для определения требуемого напряжения на зажимах источника тока определяется общее сопротивление сети по формуле

$$R_{\text{общ}} = r_m + r_{\text{уч}} + m \cdot r_d, \text{ Ом} \quad (3.1)$$

где r_m - сопротивление магистральных проводов;

$r_{\text{уч}}$ - сопротивление всех участковых проводов;

r_d - сопротивление электродетонатора вместе с концевиками (в нагретом состоянии равно 2,50м);

m - число последовательно соединенных электродетонаторов.

По определенному общему сопротивлению, сети и по известной величине тока I определяется требуемое значение U :

$$U_{\text{пот}} = I \cdot R, \text{ В} \quad (3.2)$$

Узел безопасности предназначен для контроля руководителем работ за безопасностью производства работ. Здесь же соединяются магистральные провода с участковыми по команде руководителя подрывных работ. Удаление его от огневого рубежа (ближайшего ЭД) не менее 30 м (ст.68, стр.59, ПР-69).

Электровзрывная сеть с последовательным соединением групп, состоящих из попарно-параллельно соединенных ЭД

Такое соединение электродетонаторов целесообразно применять при источниках тока, развивающих большое напряжение при незначительном токе.

Данное соединение электродетонаторов применяется для повышения надежности взрыва.

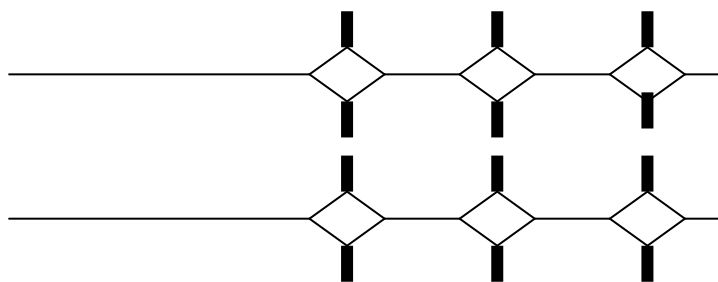


Рис. 3.34. Последовательное соединение с попарно - параллельным соединением электродетонаторов

В каждый заряд вводится по два электродетонатора, соединенных параллельно (рис. 3.34). В случае неисправности или при отказе одного из ЭД, сеть не будет разомкнута. Эту сеть используют при взрывании внутренних зарядов.

Ток, протекающий по магистральным проводам, принимается в этом случае равным 1,5 А при постоянном и 2 А при переменном токе.

Общее сопротивление сети:

$$R_{\text{общ}} = r_m + r_{\text{уч}} + m^2 \frac{r_0}{2} \text{ Ом} \quad (3.3)$$

где m - число пар электродетонаторов.

Потребное напряжение на зажимах источника тока определяется:

$$U_{\text{пот}} = I \cdot R_0, \text{ В}$$

Электровзрывная сеть с параллельно-пучковым соединением ЭД

При параллельно-пучковом соединении одни концы соединенных участков проводов собираются в пучок и присоединяются к одному из магистральных проводов, а другие собранные в другой пучок, присоединяются ко второму концу магистрального провода (рис.3.35).

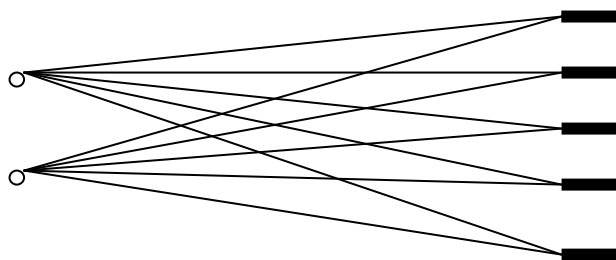


Рис. 3.35. Параллельно пучковое соединение

Если сопротивления отдельных ветвей состоящих из участков проводов и электродетонаторов примерно одинаковы, то проходящие через электродетонаторы токи будут равны между собой, а ток I , проходящий через магистральные провода, будет равен $I = n \cdot i$, где n - число ветвей; i - ток, потребный для взрывания одиночного ЭД.

$$R_{\text{общ}} = r_{\text{м}} + r_{\text{уч}} + \frac{mr_{\text{д}}}{n} \quad (4)$$

где $r_{\text{уч}}$ относится к одной ветви $U_{\text{пот}} = I R_{\text{общ}}$

Электровзрывная сеть со смешанным соединением электродетонаторов

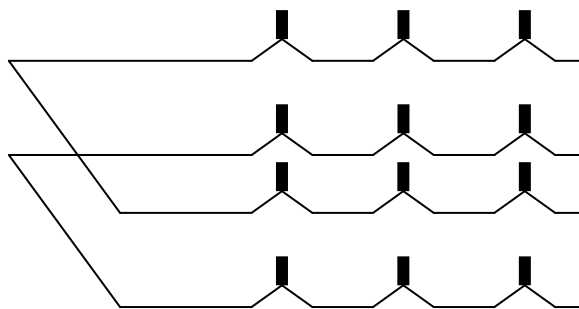


Рис. 3.36. Смешанное соединение

Смешанная схема соединения ЭД (рис. 3.36) допускается при источниках тока, развивающих довольно высокое напряжение и обеспечивающих значительный ток (например, передвижных электрических станций).

В электровзрывных сетях, со смешанным соединением ЭД, количество электродетонаторов в ветвях и общее сопротивление каждой ветви, должны быть очень близки по значению, т.е. одинаковыми.

При соединении сети нельзя применять электродетонаторы разных типов. Так как по закону Ленца-Джоуля, в случае неодинакового сопротивления ЭД, имеющий большое сопротивление, может взорваться раньше других и своим взрывом разомкнуть электровзрывную сеть.

Общее сопротивление

$$R_{\text{общ}} = r_{\text{м}} + \frac{r_{\text{уч}} + mr_{\text{д}}}{n} \quad (5)$$

где, r_y - относится ко всем участкам одной ветви;

потребный ток для каждой ветви $I = 1A$.

Общий потребный ток $I = n i$

где n - количество ветвей;

m - количество детонаторов в ветви.

Общую методику расчета электровзрывной сети целесообразно дать в виде структурной схемы (рис. 79) и объяснить последовательность производимого расчета и по каким параметрам осуществляется сравнение расчетных данных с имеющимися характеристиками источников тока.

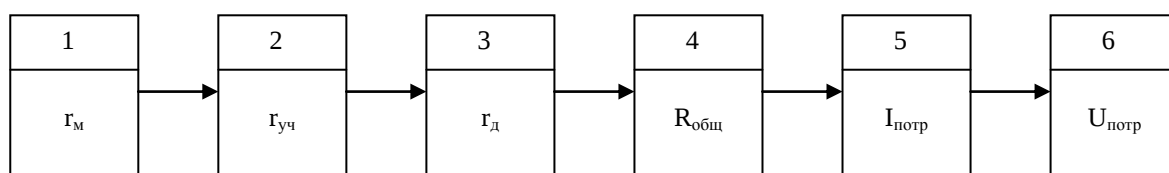


Рис. 3.37. Методика расчета ЭВС

Необходимо учитывать что:

r_m – общая для магистральных, участковых проводов;

(10-15%) – учитывая неровность местности и изгибы проводов, длину провода увеличивают на 10...15%;

$r_{уч}$ – длина одного участкового провода, т.е. длина провода между ЭД;

n – число промежутков на единицу меньше числа электродетонаторов.

3.2.9. Прокладка электровзрывных сетей

Электровзрывные сети всегда должны быть двухпроводными и выполняются из изолированных проводов. При взрыве несколько групп зарядов с одного пункта управления (подрывной станции) обратный провод электровзрывной сети разрешается делать общим для всех групп. Монтаж и прокладывание электровзрывных сетей должен производиться с особой тщательностью.

Электровзрывные сети могут изготавливаться на месте работ или по близости от него, соблюдая скрытность от наблюдения противника.

Участковые и соединительные провода требуемой длины могут заранее изготавливаться, сворачиваться в бухты или наматываться на рогатульку, на которые прикрепляют бирки с указанием длины, сечения и сопротивления провода. Для удобства монтажа концы проводов зачищают на длину 5-7 см.

Провода укладываются со слабиной 10-15%.

Магистральные провода прокладываются от узла безопасности к подрывной станции. При неполном разматывании катушки - провод не обрезается, а к источнику тока на подрывной станции подводятся его внутренние концы, выпущенные из катушки. После разматывания магистральные провода проверяются на проводимость (если магистральные провода укладываются в землю, то они проверяются до засыпки и после засыпки грунтом).

Концы магистральных проводов должны быть изолированы. Если на подрывной станции находится несколько пар магистральных проводов, то во избежание перепутывания, их нумеруют.

При заблаговременной подготовке электровзрывные сети должны укладываться в ровики глубиной не менее 15-20 см и укрываются за элементами подрываемых конструкций в целях предохранения проводов от механических повреждений осколками и действием воздушной ударной волны.

При пересечении электровзрывными сетями дорог и возможных путей движения войск, провода обязательно закапывают в грунт на глубину не менее 50 см. Зимой провода укладываются на поверхность грунта под снег.

Место подрывной станции выбирают так, чтобы с подрывной станции был хорошо виден подрываемый объект.

Подрывная станция размещается в укрытии (щель, блиндаж, убежище, подвал здания и т.п.) обеспечивающим защиту от обычных средств поражения, ОМП и зажигательных средств.

На подрывной станции должен быть запас проводов на случай быстрого исправления участков электровзрывной сети.

4. РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПОДРЫВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1. Способы подрывания элементов конструкций из дерева и металла. Расчёт зарядов

4.1.1. Общие положения по расчету и расположению зарядов

Чтобы производить разрушения каких-либо сооружений, например, мостов, зданий и других объектов, необходимо уметь выводить из строя их основные элементы. Они могут быть из различных материалов, например, из дерева и металла. Для их подрывания применяются заряды, которые показаны на структурной схеме (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Заряды, которые могут применяться при подрывании элементов конструкций из дерева и металла

Все перечисленные виды зарядов можно применять для разрушений элементов конструкций, как в воздухе, так и под водой. В инженерной практике связь между характеристиками материала конструкции и зарядом определяются эмпирическими зависимостями, которые получены, как правило, экспериментальным путем. Это позволяет сравнительно просто производить расчеты зарядов с вполне приемлемой погрешностью.

Важно отметить, что решение задачи по расчету зарядов предполагает ответы, как минимум, на три вопроса:

1. Что подрывается (разрушается)?
2. Где располагается заряд?
3. Как рассчитывается масса заряда?

Такая последовательность в расчетах необходима для качественной и количественной оценки выбранного способа разрушения (подрывания) элементов конструкций. Именно в такой последовательности и будет рассмотрен представленный ниже учебный материал.

4.1.2. Способы подрывания конструкций из дерева и расчет зарядов

Элементы конструкций из дерева (бревна, брусья, пакеты сосредоточенных и рассредоточенных бревен) могут подрываться как контактными, так и неконтактными зарядами. Контактные заряды крепятся в местах, где предполагается осуществить перебивание элементов. Подобным образом целесообразно перебивать отдельные бревна, брусья и сосредоточенные пакеты бревен. Что касается рассредоточенных пакетов бревен, то, как правило, они подрываются неконтактными зарядами.

При подрывании отдельного бревна заряд должен прочно и плотно без зазора крепиться к подрываемому бревну, как это показано на рис. 81 (а). При валке деревьев с корня заряд следует прикреплять с той стороны, в которую нужно свалить дерево. Для более плотного прилегания заряда на бревне может быть сделана стёска. Весьма эффективным способом подрывания бревен является применение кольцевых зарядов из ПВВ (рис. 4.2 (б)).

Масса контактного заряда, необходимого для перебивания бревна, определяется по формуле

$$C=K \cdot D^2, \quad (4.1)$$

где C – масса заряда, г;

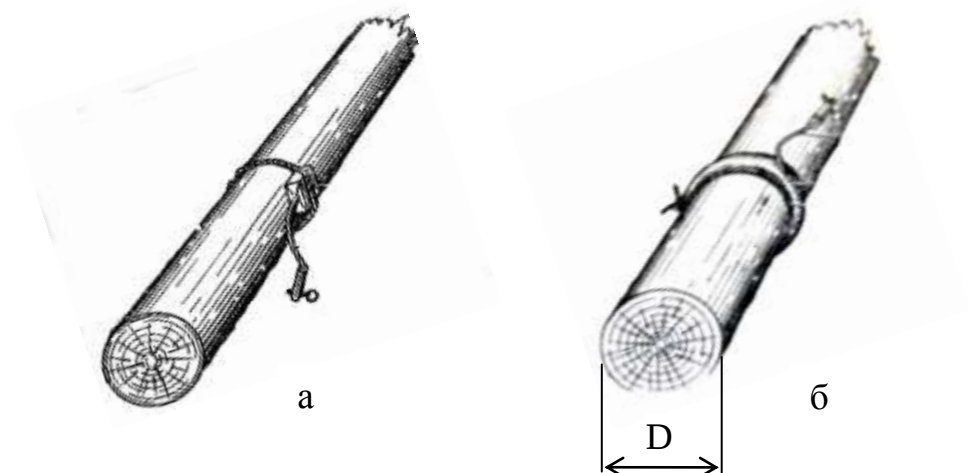


Рис. 4.2. Подрывание бревна сосредоточенным (а) и кольцевым зарядом (б)

D - диаметр бревна, см;

K - коэффициент, который зависит от породы (крепости) и влажности древесины (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Значения коэффициента K

Породы древесины	Состояние древесины	
	Сухая	Свежесрубленная, влажная и на корню
Слабые породы (осина)	0,80	1,00
Породы средней крепости (сосна, ель)	1,00	1,25
Крепкие породы (дуб, клен, бук)	1,60	2,00

Формула 4.1 применяется для бревен, диаметр которых не превышает 30 см. Если диаметр более 30 см, то формула для расчета заряда будет иметь вид:

$$C = KD^2 \frac{D}{30} \text{ или } C = \frac{KD^3}{30} \quad (4.1^*)$$

Для кольцевых зарядов из ПВВ масса их, рассчитанная по формулам 4.1 и 4.1*, уменьшается на 1/3.

Особенностью древесины является то, что ее структура представляет волокнистый материал. Поэтому характер разрушения можно представить так, как показано на рис. 4.3.

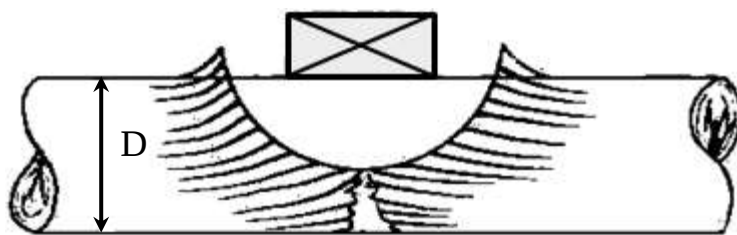


Рис. 4.3. Характер разрушения древесины при взрыве сосредоточенного заряда

Масса контактного заряда, необходимого для перебивания бруса (рис. 4.4), определяется по формуле

$$C = K \cdot F, \quad (4.2)$$

где C и K - то же, что в формуле (4.1);

F - площадь поперечного сечения бруса ($F = b \times h$), см².

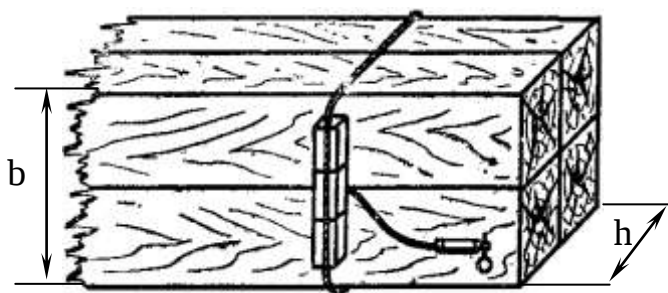


Рис. 4.4. Схема подрывания деревянного бруса

При толщине бруса h более 30 см (измеряется в направлении действия взрыва) масса заряда увеличивается на величину $h/30$, т.е.

$$C = KF \frac{h}{30}, \quad (4.2^*)$$

Составные брусья при расчете зарядов принимаются за целые.

Разрушение сосредоточенных пакетов бревен (рис. 4.5) производится контактными зарядами, масса которых определяется по формуле (4.1^{*}), при этом в качестве расчетного диаметра принимается общий наибольший диаметр пакета D в см.

Пакет из двух бревен разных диаметров подрывается сосредоточенным зарядом, рассчитанным на перебивание одного бревна большего диаметра. Заряд закладывается в паз.

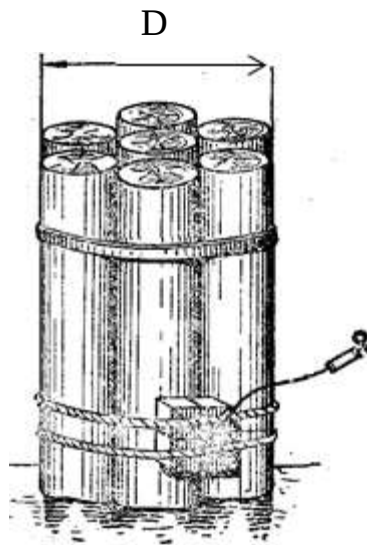


Рис. 4.5. Схема подрывания сосредоточенного пакета бревен

Особенности подрывания рассмотренных элементов под водой

При подрывании отдельных бревен, брусьев и сосредоточенных пакетов бревен контактными зарядами под водой, расчетная масса этих зарядов может быть **уменьшена в два раза**. Это условие справедливо лишь в тех случаях, когда глубина погружения заряда в воде $h_{\text{погр}}$ (расстояние от центра заряда до ближайшей поверхности воды) составляет не менее двух толщин разрушаемого элемента, т.е.

$$h_{\text{погр}} \geq 2D - \text{для бревен};$$

$$h_{\text{погр}} \geq 2h - \text{для брусьев.}$$

При меньших заглублениях зарядов их величина определяется по условиям разрушения элементов в воздухе.

Для подрывания рассредоточенного пакета бревен рекомендуется применять неконтактные заряды. На рис. 4.6 показана схема подрывания рассредоточенного пакета бревен.

Неконтактные заряды должны размещаться по возможности в центре группы разрушаемых элементов. Масса неконтактного заряда, необходимого

для перебивания любого деревянного элемента, определяется по формуле

$$C=30KDr^2 \quad (4.3)$$

где C и K – как в формуле 4.1;

D - диаметр (толщина) наиболее удаленного из разрушаемых элементов, м;

r - расстояние от центра заряда до оси наиболее удаленного элемента (радиус разрушения), м.

Формула (4.3) применяется для расчета неконтактных зарядов при условии, что $r \geq 2D$.

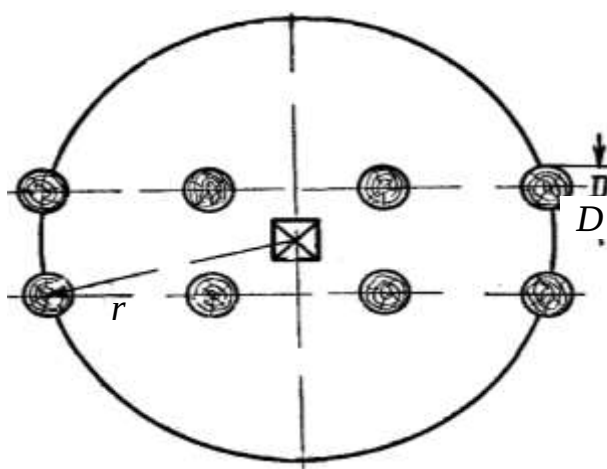


Рис. 4.6. Схема подрывания рассредоточенного пакета бревен

Можно в качестве примера показать методику расчета подрывания однорядной свайной опоры деревянного моста, схема представлена на рис. 4.7 (частный случай рассредоточенного пакета бревен).

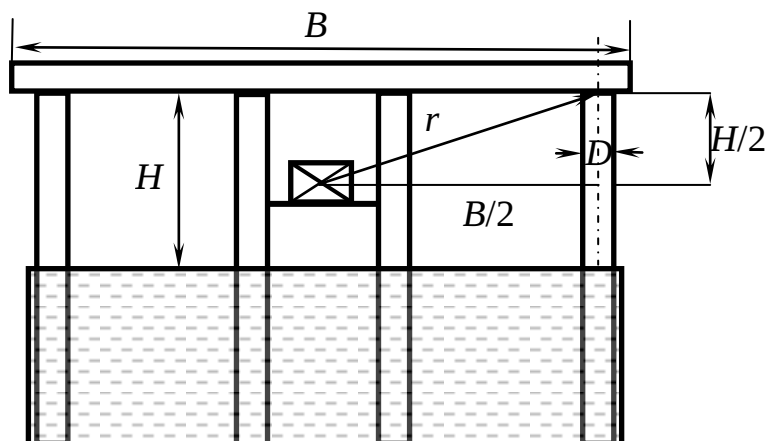


Рис. 4.7. Схема разрушения однорядной свайной опоры (вариант)

Заряд располагается в центре опоры, примерно на $\frac{1}{2} H$, где H -расстояние от поверхности воды до опоры. По известной величине длины опоры B и, исходя из элементарных геометрических соображений, находим расчетный радиус разрушения

$$r = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + \left(\frac{H}{2}\right)^2}$$

Далее по формуле (4.3) определяется масса неконтактного заряда.

При подрывании деревянных элементов неконтактными зарядами под водой, масса зарядов, определенная по формуле (4.3) уменьшается в два раза. Величина K , принимается по влажному состоянию древесины.

Это правило справедливо только в тех случаях, когда глубина погружения заряда равна или больше, половины расчетного радиуса разрушения r , т.е. $h_{\text{погр}} \geq r/2$. При меньшем заглублении зарядов их масса определяется по условиям разрушения деревянных элементов в воздухе.

4.1.3. Способы подрывания конструкций из металла и расчет зарядов

В общем случае механизм перебивания и образования пробойн в однородном стальном листе при взрыве контактного заряда ($v > H$) схематично показан на рис.4.8.

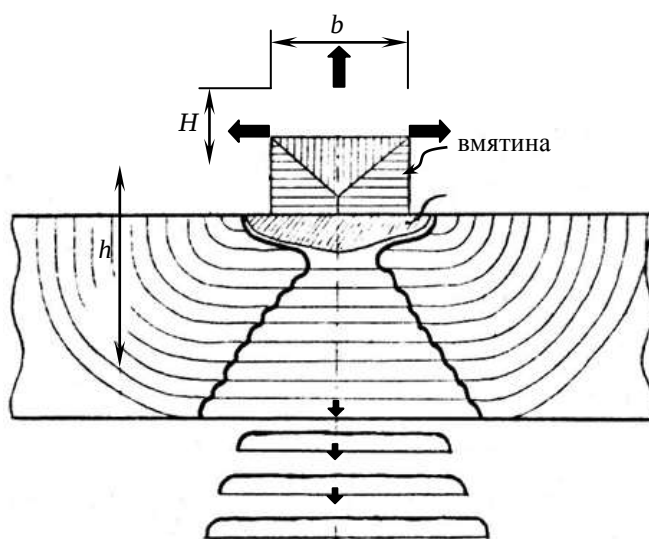


Рис. 4.8. Схема перебивания металлического листа взрывом контактного заряда

При взрыве контактного заряда на поверхности стального листа образуется вмятина (кратер). Ударная волна, распространяясь в металле приводит в движение его частицы. Когда фронт волны выйдет на свободную поверхность металла, то его частицы, если им сообщена достаточная энергия, могут, преодолев силы сцепления оторваться и улететь. Если этот процесс будет продолжаться, то может улететь второй, третий слой и т.д. В результате образуется множественный откол – откольная воронка. Глубина откольной воронки тем больше, чем больше масса заряда. В предельном случае, откольная воронка может соединиться с вмятиной, образовав сквозную пробойину.

Таким образом, представляется возможным связать характеристики металла и заряда и получить необходимый характер разрушения. Для этого можно воспользоваться расчетными формулами, которые приведены в Руководстве ПР-69, однако, следует заметить, что эти формулы не учитывают размеры пробоин, формы зарядов и свойства перебиваемого элемента. Все это может учитываться теоретическими формулами, рассмотрение которых выходит за рамки настоящего учебного материала.

Стальные листы перебиваются удлинёнными зарядами, перекрывающими их по всей ширине (рис. 4.9). Для устройства пробоин в стальных листах зарядом перекрывают только часть ширины листа, равную расчетной длине пробоины.

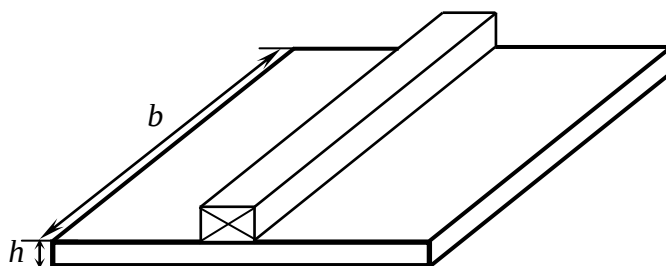


Рис. 4.9. Схема расположения заряда для перебивания стального листа

В случаях неплотного прилегания зарядов величина воздушного зазора, высота заклепочных головок, толщина сварного шва и т. п. включаются в расчетную толщину перебиваемых элементов.

Масса зарядов, необходимых для перебивания листов толщиной до 2 см включительно, определяется по формуле

$$C=20 \cdot F, \quad (4.4)$$

а для перебивания листов толщиной более 2 см — по формуле

$$C=10 h \cdot F \quad (4.5)$$

где C - масса заряда, г;

h - расчетная толщина листа, см;

F -площадь поперечного сечения листа по плоскости перебивания ($b \cdot h$), см².

Удлиненные заряды для перебивания стальных листов могут изготавливаться из пластичных ВВ. Масса таких зарядов определяется по формулам 4.4 и 4.5 без изменений.

При перебивании стальных листов толщиной более 2 см, целесообразно применять кумулятивные заряды. *Для перебивания броневых листов расчетная масса заряда увеличивается в два раза.*

Стальные балки различной формы подрываются преимущественно фигурными зарядами. Фигурные заряды размещают на разрушаемых балках так, чтобы они охватывали их поперечное сечение с нескольких сторон. При этом части заряда, действующие в противоположных направлениях, должны располагаться со сдвигом одна относительно другой по длине балки. Каждая составная часть фигурного заряда, предназначенная для перебивания той или иной части балки, рассчитывается отдельно, как в случае перебивания отдельных листов. При расчете частей заряда по толщине листов на каждую пару поясных уголков в составных балках добавляют по 2...3 больших шашки.

Составные части фигурного заряда изготавливаются (вяжутся) отдельно одна от другой, а при укладке на подрываемую балку объединяются в общий заряд при помощи соединительных шашек; масса этих шашек в расчетную массу заряда не включается. Крепление фигурных зарядов к подрываемым балкам

осуществляется при помощи веревок, мягкой проволоки, дощатых накладок и распорок.

Для разрушения стальных балок целесообразно применять заряды из пластичного ВВ в мягкой оболочке.

Рассмотрим теперь разрушения стальных труб и пустотелых металлических колонн. Для этой цели рекомендуется применять кольцевые заряды из ПВВ, которые крепятся по наружной поверхности труб (колонн). Допускается расположение зарядов на протяжении не менее $\frac{3}{4}$ длины окружности $L_{\text{окр}}$ (рис. 4.10).

Расчет зарядов производится по площади поперечного сечения стенок или по их толщине, аналогично методике расчета зарядов для стальных листов. При этом площадь поперечного сечения $F \approx \pi Dh$, см². Для кольцевых зарядов из ПВВ расчетная масса заряда остается без изменения.

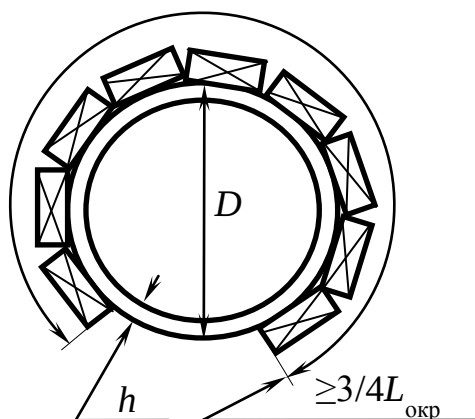


Рис. 4.10. Схема подрывания труб (колонн) с применением тротильовых шашек

Стальные стержни, тросы подрываются сосредоточенными зарядами, масса которых определяется по формуле

$$C = 10 \cdot D^3, \quad (4.6)$$

где C - масса заряда, г;

D - диаметр стержня, см.

Заряд должен располагаться так, чтобы он перекрывал примерно половину длины окружности стержня и имел высоту не менее 2,5 толщины стержня, т.е. $h_z \geq 2,5 D$ (рис. 4.10). Перебивание стержней круглого сечения диаметром

до 2 см включительно целесообразно производить зарядами из тротила массой 200 г (одна малая шашка) или зарядами ПВВ массой 100 г.

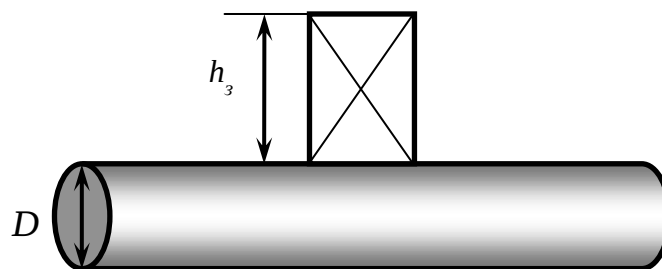


Рис. 4.10. Схема расположения заряда на стержне

Перебивание стержней круглого сечения диаметром до 2 см включительно целесообразно производить зарядами из тротила массой 200 г (одна малая шашка) или зарядами ПВВ массой 100 г.

При применении ПВВ для перебивания стальных стержней, масса зарядов рассчитываемых по формуле 4.6 уменьшается в два раза. Расположение такого заряда из ПВВ на стержне, показано на рис. 4.11.

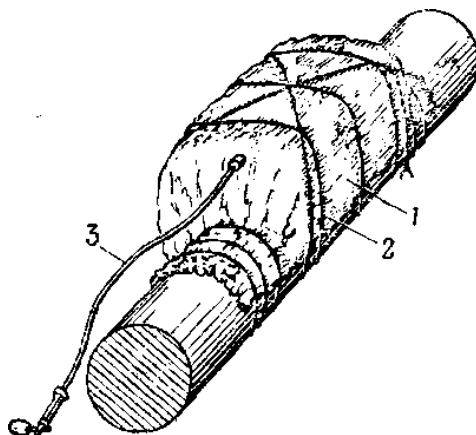


Рис. 4.11. Схема расположения и крепления заряда из ПВВ для перебивания стального стержня (1 - заряд из ПВВ, обернутый тканью; 2 - шпагат; 3-зажигательная трубка)

Стальные тросы перебиваются парными сосредоточенными зарядами из тротильных шашек, прикрепляемыми с противоположных сторон троса, со сдвигом одного по отношению к другому (рис. 4.12).

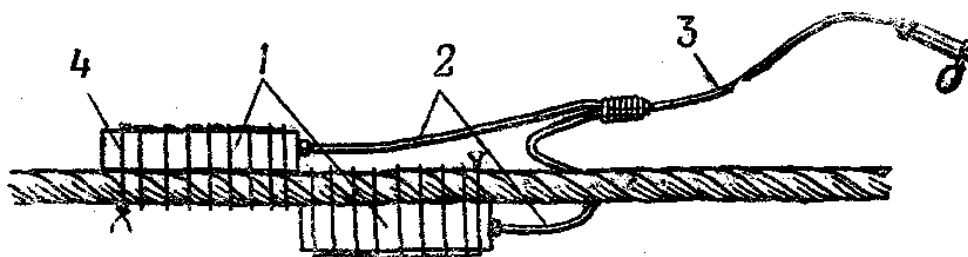


Рис. 4.12. Схема перебивание стального троса парными сосредоточенными зарядами из тротильовых шашек (1 - заряды; 2 - отрезки детонирующего шнура; 3 - зажигательная трубка; 4 - шпагат (проволока))

Взрыв обоих зарядов должен производиться одновременно при помощи детонирующего шнура. Масса каждого из двух зарядов, предназначенных для перебивания троса, определяется по формуле 4.6.

Для перебивания тросов рекомендуется применять кольцевые заряды из ПВВ. Схема и расположение подобного заряда приведены на рис. 4.13.

Масса кольцевого заряда рассчитывается по формуле 4.6 с уменьшением на $\frac{1}{4}$, т.е. на 25%.

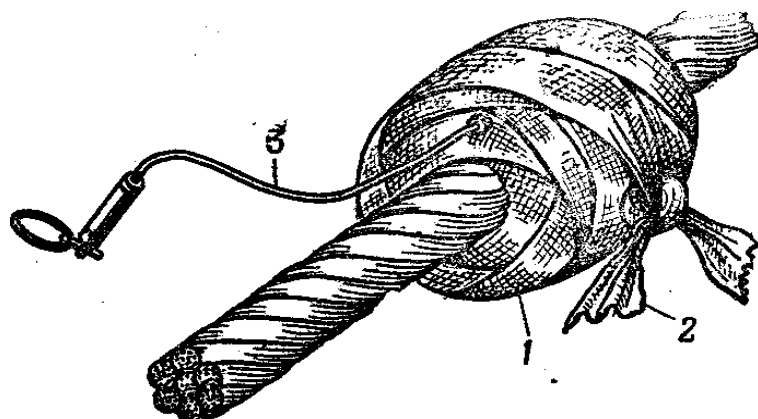


Рис. 4.13. Схема перебивания стального троса кольцевым зарядом из ПВВ (1 - заряд из ПВВ; 2 - крепление заряда бинтом или тканевой лентой; 3 - зажигательная трубка)

Особенности подрывания стальных элементов в воде.

Подрывание стальных элементов в воде осуществляется контактными зарядами. При этом взаимное расположение элементов, которые погружены в воду, могут быть определены следующими вариантами:

1. Трубы и пустотелые колонны заполнены водой.

2. Трубы и пустотелые колонны не заполнены водой, а также стальные обшивки судов и стальных элементов гидротехнических сооружений, омываемых водой со стороны приложения зарядов.

3. Стальная обшивка судов зарядами с внутренней стороны (в трюме).

Применительно к рассмотренным вариантам, на рис. 15 схематично показаны расположения зарядов на стальных элементах в воде. Здесь же приводятся данные, насколько влияет вода на рассчитанную по формулам 4.4 и 4.5 массу зарядов C_p . Расчетная масса заряда остается без изменения, если к подрываемому элементу прикрепить брусок из пористого материала (рис.4.15 г).

Для перебивания толстых (свыше 5 см) стальных и броневых листов под водой целесообразно применять кумулятивные удлиненные заряды с полостями, защищенными от заполнения водой, например, КЗУ-2, ЛКЗ-80, УМКЗ.

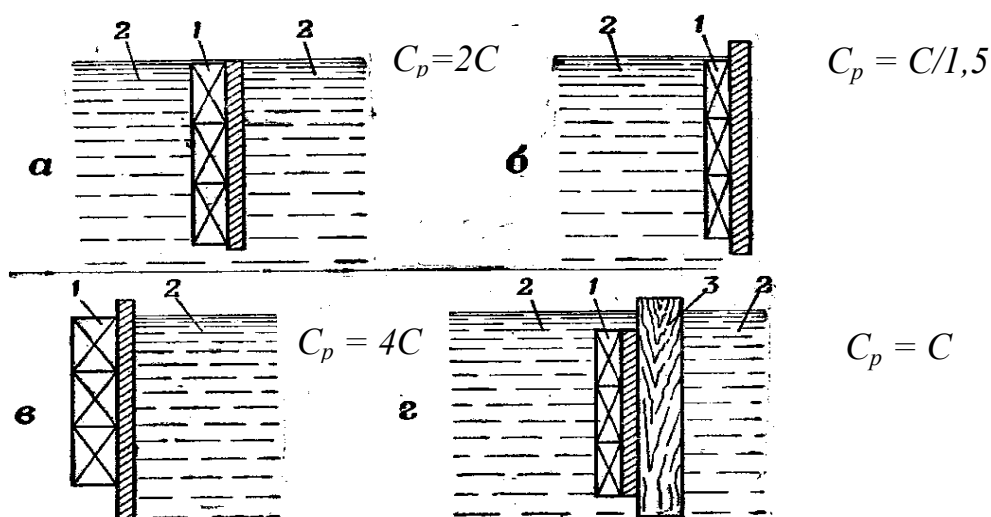


Рис. 4.14. Схема расположения зарядов для подрывания стальных элементов в воде (а - вода с обеих сторон; б - вода со стороны приложения заряда; в - вода со стороны, противоположной заряду; г - вода с обеих сторон (со стороны, противоположной заряду деревянный брусок или пенопласт); 1 - заряд; 2 - вода; 3 - деревянный брусок)

Необходимо заметить, что при перебивании стальных элементов под водой, применять фигурные заряды, охватывающие подрываемые элементы с нескольких сторон, нецелесообразно. Для балок небольших поперечных размеров наиболее целесообразно применять сосредоточенные заряды, а для крупных балок – фигурные заряды, перекрывающие их только с одной стороны. Масса таких фигурных зарядов определяется по формулам 4.4 и 4.5.

4.2. Способы подрывания конструкций из кирпича, бетона и железобетона

4.2.1. Общие положения по расчету и расположению зарядов

Характер и объем разрушений элементов конструкций количественно оцениваются расчетами, которые были получены теоретическим путем с определенными допущениями. Они относительно громоздки и для практики не всегда приемлемы. Поэтому в Руководстве ПР-69 приведены формулы, позволяющие производить расчеты с допустимыми погрешностями. В основу этих расчетов положена формула для определения массы зарядов. Показатели, входящие в эти формулы учитывают свойства материала объекта разрушения и условия взрывания зарядов. Первый показатель определяется табличными данными, а второй - во многом зависит от формы заряда и места расположения заряда на объекте. На рис. 4.15 показаны виды зарядов, которые могут применяться для разрушения элементов конструкций с толщиной H .

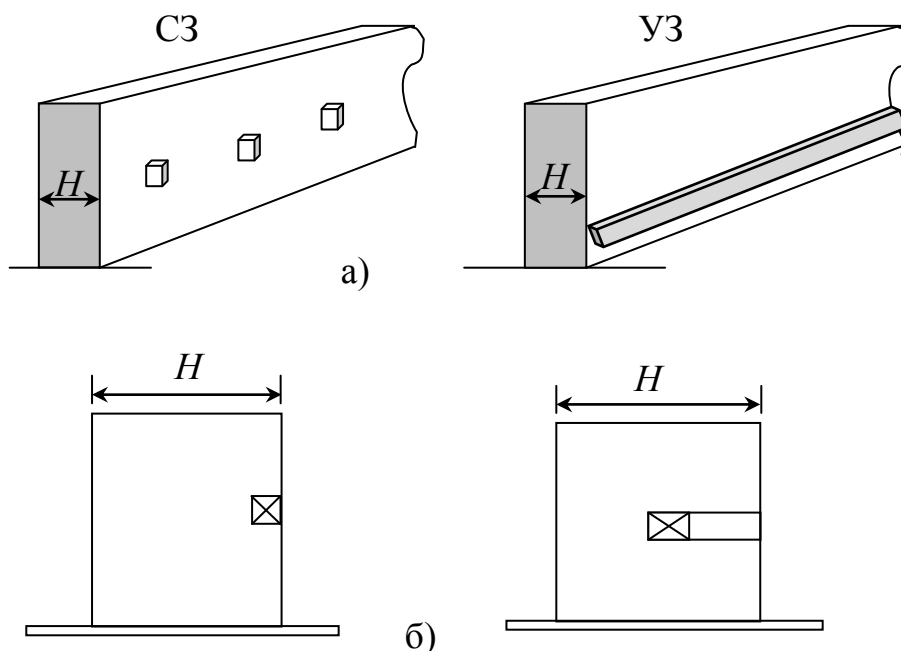


Рис. 4.15. Виды зарядов, применяемые для разрушения элементов конструкций
а – наружные заряды, б – внутренние заряды

Наибольший разрушающий эффект достигается применением внутренних зарядов, которые располагаются в зарядных устройствах представленных на

рис. 4.16.

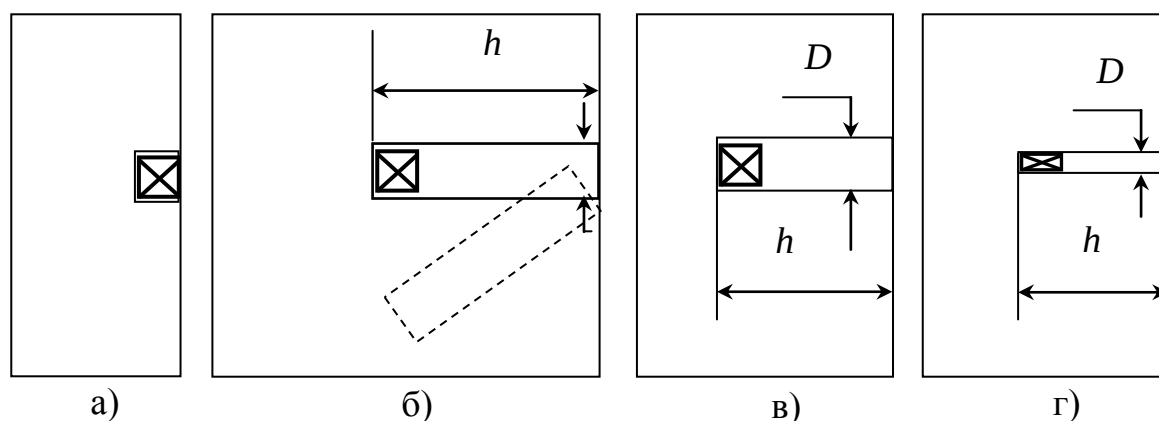


Рис. 4.16. Виды зарядных устройств

- а – ниша (борозда – для УЗ) (выработка, близкая по форме и размерам заряда);
б – рукав (выработка, размеры поперечного сечения которой не менее 10 см и h до 5м); в –
скважина (цилиндрическое углубление с D более 7,5 см, а h – 5м и более);
г – шпур (цилиндрическое углубление с D до 7,5 см и h до 5м)

Можно еще встретить термин - шурф, под которым понимается выработка небольшой глубины для заряда ВВ.

Выделка зарядных устройств может производиться вручную, с применением средств механизации или взрывным способом. При взрывном способе выделки зарядных устройств используются одиночные или последовательные взрывы кумулятивных зарядов, а также небольших сосредоточенных зарядов, закладываемых в шпуров глубиной 5 – 10 см, предварительно выделанные при помощи инструментов или взрывами кумулятивных зарядов небольшой массы.

4.2.2. Способы подрывания элементов конструкций из кирпича, бетона и железобетона, расчет зарядов

Разрушение элементов конструкций может производиться взрывами одиночных или нескольких зарядов (групп зарядов).

Подрывание одиночными зарядами

1. Сосредоточенные

Основная расчетная формула имеет вид

$$C=ABR^3, \quad (4.7)$$

где C – масса заряда, кг;

A - удельный расход ВВ на разрушение (количество ВВ, необходимое для разрушения 1 м^3 подрываемого материала), зависит от свойств подрываемого материала и применяемого ВВ, определяется по табл. 5.2, размерность – кг/м^3 ;

Таблица 4.2

Значения коэффициента A

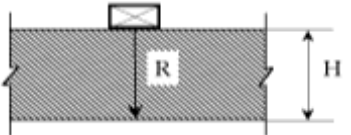
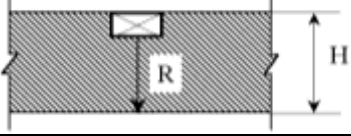
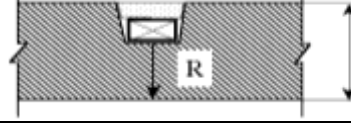
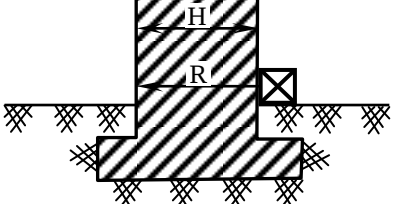
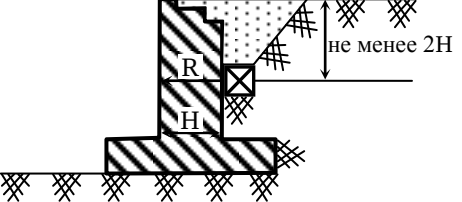
Наименование материала	Значение A	Примечание
Кирпичная кладка на известковом растворе; слабая прочная	0,75 1,00	
Кирпичная кладка на цементном растворе	1,20	
Кладка из естественного камня на цементном растворе	1,40	
Бетон: строительный фортификационный	1,50 1,80	
Железобетон: для выбивания бетона для выбивания бетона с частичным перебиванием арматуры	5,00 20,00	Арматура не перебивается Перебиваются ближайшие к зарядам прутья арматуры

B - коэффициент забивки, зависит от места расположения заряда относительно подрываемого элемента, определяется по табл. 4.3, безразмерная величина;

R - расчетный радиус разрушения (радиус зоны, в пределах которой производится разрушение подрываемого элемента, размерность, м), порядок отсчета радиусов разрушения показан в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Значения коэффициента забивки B

Схемы расположения и наименование зарядов	Значение коэффициента B		Расчетная величина радиуса разрушения
	без забивки	с забивкой	
1	2	3	4
Наружный заряд 	9,0	5,0 (для железобетона 6,5)	$R = H$
Заряд в нише (заподлицо с поверхностью подрываемой конструкции) 	5,0	3,5	$R = H$
Заряд в рукаве глубиной 1/3 толщины подрываемой конструкции 	1,7	1,5	$R = \frac{2}{3} H$
Заряд в середине подрываемой конструкции (в рукаве, скважине, камере) 	1,3	1,15	$R = \frac{1}{2} H$
Заряд у стенки (опоры) на грунте (на воде) 	5	2,5	$R = H$
Заряд в колодце за стенкой (в грунте) 	3,5	2,0	$R = H$

Примечание. Для наружных зарядов толщина слоя забивки (из грунта, мешков с землей и т. п.) должна быть не меньше R .

2. Удлиненные

Расчет удлиненного заряда производится по формуле

$$C_y = 0,5 ABR^2, \quad (4.8)$$

где C_y – погонная масса удлиненного заряда (расход ВВ на 1 м длины заряда), кг/м;

A и B – такие же значения, что и в формуле (4.7)

3. Шпуровые

Расчетная формула имеет вид

$$C = Kh^3, \quad (4.9)$$

где K - коэффициент, зависящий от материала разрушаемой конструкции, соотношения её толщины (H) и глубины шпура (h), а также применяемого ВВ, определяется по табл.5.4, глубина шпура $h = (2/3)H$;

Целесообразно забивку заряда $h_{заб}$ делать на глубину примерно $(1/2)h$, т.е. $h_{заб} = (1/2)h$ (рис. 4.17).

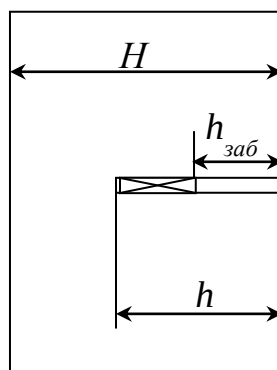


Рис. 4.17. Схема целесообразного расположения шпурового заряда

Таблица 4.4

Значение коэффициента K для расчета шпуровых зарядов

Толщина под- рывае- мой кон- струк- ции, м	Нормальная глу- бина шпуров, м	Значение коэффициента K			
		кирпичная кладка	каменная кладка	бетон	железобетон
0,5	0,35	1,50	1,65	1,80	195
0,6	0,40	1,25	1,38	1,50	163
0,75	0,50	1,00	1,10	1,20	30
0,90	0,60	0,75	0,83	1,10	17
1,0 - 1,2	0,65—0,80	0,67	0,74	0,81	087
1,3 - 1,5	0,85—1,00	0,58	0,64	0,70	076
1,6 - 1,7	1,05—1,15	0,54	0,59	0,64	069
1,8 - 2,0	1,20—1,40	0,42	0,46	0,50	054

4. Неконтактные

Неконтактные заряды для разрушения кирпичных, каменных, бетонных и железобетонных колонн (столбов) и балок (рис. 98) рассчитываются по формуле

$$C=10 \cdot A \cdot H \cdot r^2, \text{ кг} \quad (4.10)$$

где A - удельный расход ВВ на разрушение (см. табл. 4.2);

H - толщина разрушаемого элемента, м;

r - расстояние между центром заряда и осью разрушаемого элемента, м.

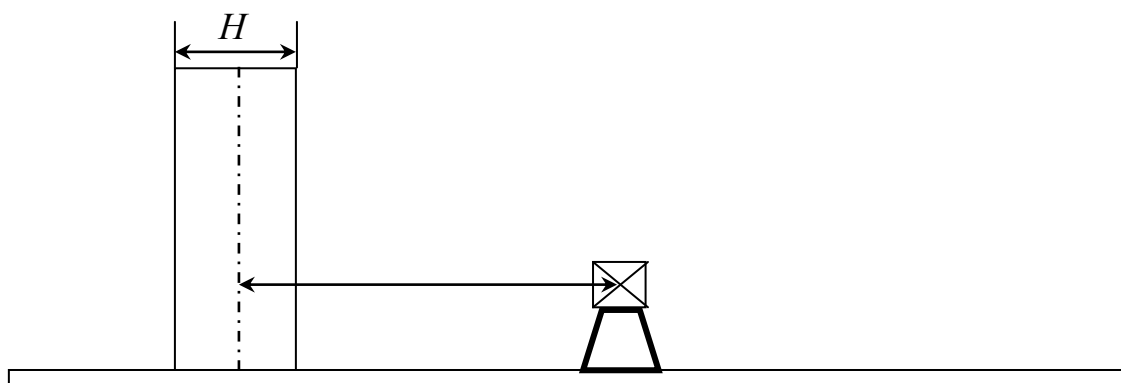


Рис. 4.18. Расчетная схема для определения массы неконтактного заряда

Контактные и неконтактные заряды для пробивания отверстий в стенах из кирпича, камня и бетона рассчитывается по формулам 4.7 и 4.10, но с увеличением в 3 раза.

Подрывание несколькими сосредоточенными зарядами

Для разрушения протяженного элемента (например, стены из бетона или кирпича) длиной L , могут применяться *внутренние и наружные контактные заряды*. Общий расход ВВ этих зарядов определяется по одной методике применительно к расчетной схеме для однорядного расположения зарядов (рис. 99)

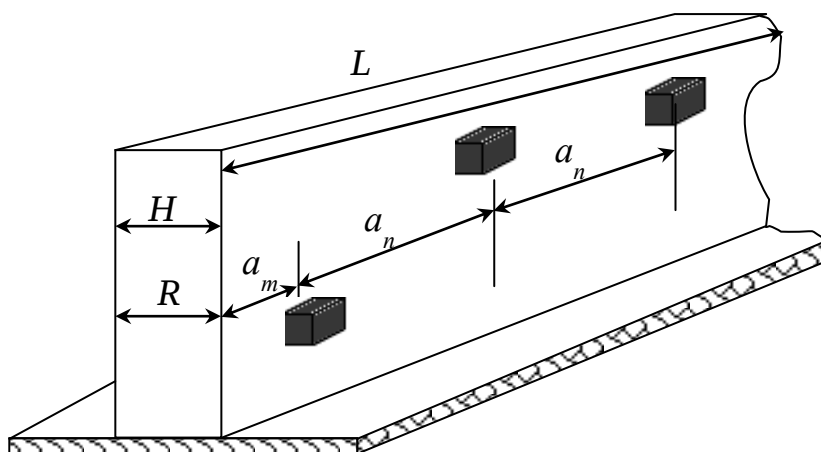


Рис. 4.19. Расчетная схема для определения общего расхода ВВ

Расстояние между зарядами в ряду определяется по формуле

$$a_n \cong 2R \cong 2H, \quad (4.11)$$

В случае необходимости знать a_m - расстояние крайнего заряда до торца стены, то $a_m \cong R \cong H$.

Количество зарядов в ряду N находят из выражения

$$N = \frac{L}{a_n} \quad (4.12)$$

Общий расход ВВ $C_{\text{общ}}$ составит

$$C_{\text{общ}} = CN, \quad (4.13)$$

где C - масса одного заряда, найденная по формуле 4.7

Общий расход ВВ при подрывании шпуровыми зарядами (рис. 4.20) определяется по следующей методике:

1. Расстояние между зарядами a_n и между рядами (при многорядном взрывании зарядов) a_p принимаются равными глубине шпура h , т.е.

$$a_n \cong a_p \cong h. \quad (4.14)$$

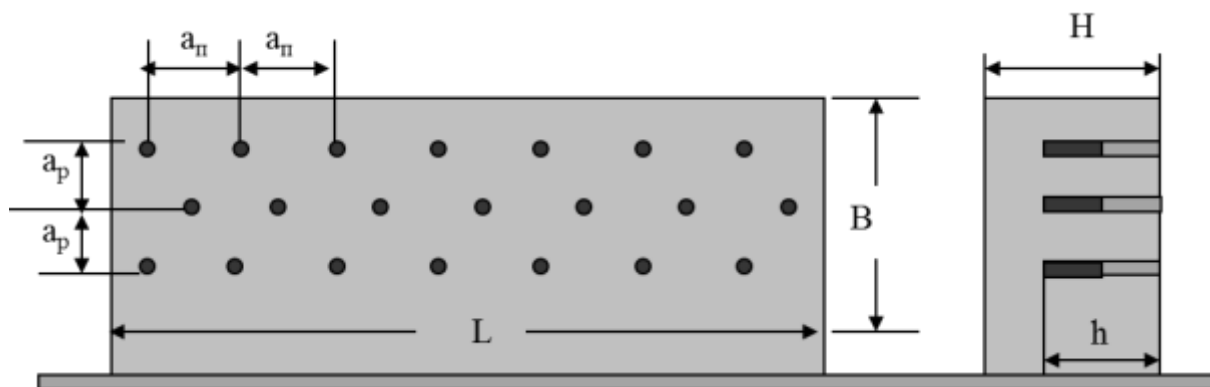


Рис. 4.20. Расчетная схема для определения общего расхода ВВ

2. Количество зарядов в ряду N

$$N = \frac{L}{a_p} \quad (4.15)$$

3. Количество рядов N_p

$$N_p = \frac{h_p}{a_p} \quad (4.16)$$

где h_n – называют величиной подбоя (высота участка, в пределах которого производится разрушение).

4. Общий расход ВВ

$$C_{\text{общ}} = CNN_p \quad (4.17)$$

где C - масса одного шпурового заряда, рассчитанного формуле (4.9).

5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

5.1. Меры безопасности при огневом способе взрывания

При огневом способе взрывания необходимо:

1. Получив огнепроводный шнур, в соответствии с указаниями ст. 51 ПР-69 убедиться в нормальной скорости горения.
2. Время горения зажигательных трубок заводского изготовления (ЗТП) определять по укрепленным на них муфточкам с цифрами.
3. Вести строгий учет зажигательных трубок и капсюлей-детонаторов и выдавать их только перед установкой в заряды.
4. Вести счет взрывающихся зарядов, чтобы проверить не было ли отказов.
5. К отказавшим зарядам подходить не ранее чем по истечении 15 минут с момента, когда по расчету должен был бы произойти взрыв; при подходе к отказавшим зарядам наблюдать, нет ли признаков горения шнура или самих зарядов.
6. При взрывании зарядов зажигательными трубками, количество подрывников для их воспламенения определять в зависимости от расстояний между зарядами, дистанции отхода и времени горения зажигательных трубок; одному человеку воспламенять более пяти трубок не разрешается.
7. Перед воспламенением зажигательных трубок подавать команду (сигнал) «приготовиться», по которой подрывники становятся у зарядов и приготавливаются к воспламенению.
8. Воспламенение производится по команде (сигналу) «огонь» или по особым указаниям руководителя работ (старшего).
9. Отход после воспламенения производить по команде (сигналу) «отходи» (остающийся срок горения шнура должен обеспечить отход всех подрывников в укрытие или на безопасное расстояние); отходить по этой команде

(сигналу) должны все подрывники, в том числе и не успевшие воспламенить трубки.

10. Момент подачи команды (сигнала) «отходи» руководитель работ определяет по часам или окончанию горения контрольного отрезка огнепроводного шнура, воспламеняемого им одновременно с подачей команды «огонь»; контрольный отрезок огнепроводного шнура делать короче зажигательных трубок, на столько сантиметров, сколько секунд требуется для отхода подрывников на безопасное расстояние или в укрытие.

11. Подрывникам, воспламеняющим зажигательные трубки индивидуально (не в составе расчета), убедившись в горении трубки, отходить самостоятельно, не ожидая команды (сигнала).

12. Загасший (недогоревший до конца) огнепроводный шнур вторично не поджигать.

При работе с детонирующим шнуром необходимо:

1. Во время подготовительных работ шнур должен находиться в тени.

2. Сети детонирующего шнура, подвергшиеся длительному действию солнечных лучей, не могут использоваться вторично и подлежат уничтожению.

3. Если заряды, соединенные детонирующим шнуром дали отказ подходить к ним разрешается только одному человеку и не ранее чем по истечении 15 мин; при подходе к отказавшим зарядам необходимо проверить отсутствие признаков горения детонирующего шнура и самих зарядов; при наличии таких признаков подходить к зарядам **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.

4. При взрывании групп зарядов, соединенных детонирующим шнуром, проверку результатов взрыва производить только одному человеку.

5.2. Меры безопасности при электрическом способе взрывания

При электрическом способе взрывания необходимо:

1. Электродетонаторы в открытые заряды вставлять только непосредственно перед производством взрыва по приказанию руководителя работ, при этом лиц, не связанных с выполнением работ удалять на безопасное расстояние (в укрытие).

2. До окончания работы по установке электродетонаторов в заряды и отхода людей на безопасное расстояние (в укрытие) источник тока к магистральным проводам не подключать.

3. При прокладке электровзрывных сетей предусматривать меры защиты от действия грозовых зарядов.

4. Перед грозой участковые провода отсоединить от магистральных, концы их развести и тщательно изолировать.

5. Не располагать провода электровзрывных сетей ближе 200 м от электростанций, подстанций высоковольтных линий, электрифицированных железных дорог и мощных радиостанций.

6. Источники тока содержать под охраной часового, и выдавать подрывникам непосредственно перед взрывом по приказу руководителя работ.

7. Перед подключением омметра для проверки сети предварительно проверить его на безопасный ток.

8. Проверку электровзрывной сети омметром производить только после удаления людей от места расположения зарядов.

9. Концы магистральных проводов на подрывной станции держать изолированными и с подвязанными бирками, обозначающими, от какой группы зарядов они проложены.

10. В условиях возможного применения ядерного оружия, магистральные провода должны укладываться в грунт на глубину 15-20 см., а участковые провода располагать за элементами подрываемых сооружений во избежание их повреждения надежно крепить к этим элементам.

11. Перед производством взрыва, после отвода всех подрывников на безопасное расстояние или в укрытие, подавать команду (сигнал) «ПРИГОТОВИТЬСЯ». По этой команде на подрывной станции освобождаются провода от

изоляции концы магистральных проводов и присоединяются к подрывной машине (источнику тока), подрывная машинка заряжается.

12. После проверки выполнения предыдущей команды подается команда (сигнал) «ОГОНЬ», по которой нажатием кнопки «взрыв» производится подрыв зарядов.

13. При производстве групповых взрывов электрическим способом проверку результатов взрыва осуществлять одним человеком.

14. При отказе, отключить магистральные провода от подрывной машинки (источника тока), заизолировать и развести их в стороны. Подрывную машинку (источник тока) сдать под охрану и после этого выяснить причину отказа. Подходить к отказавшим зарядам разрешается не ранее чем через 5 минут.

15. При производстве работ с электродетонаторами замедленного действия к отказавшим зарядам подходить не ранее чем через 15 минут с момента, когда по расчету должен был произойти взрыв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материал в пособии является важным элементом в теоретической и практической подготовке курсантов. Знание этого материала позволит создать необходимую базу для перехода к рассмотрению вопросов, связанных с производством и организацией взрывных работ с целью выполнения различных инженерных задач.

Структура и содержание представляет собой обобщенный и систематизированный материал учебной дисциплины в рамках образовательной программы. В этой связи пособие можно считать как учебное издание, дополняющее соответствующие нормативные и информационно-справочные литературные источники.

В дальнейшем предполагается основной акцент сделать на расчеты зарядов для разрушения различных объектов и на методику решения основных инженерных задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саламахин Т.М. Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок.- М.: ВИА, 1974.- 129 с.
2. Руководство ПР-69. - М.: Воениздат, 1969.- 464 с.
3. Действие взрыва на элементы конструкций (конспект лекций).- Тюмень.: ТВВИКУ, 1989.- 152 с.
4. Покровский Г.И. Взрыв. Издание четвертое, переработанное и дополненное.- М.: «Недра», 1988.- 190 с.
5. Эпов Б.А. Основы взрывного дела.- М.: Воениздат, 1974.- 222 с.

**Пономарёв Василий Александрович
Анисимов Михаил Борисович
Левинский Роман Юрьевич
Синицын Алексей Николаевич
Яренских Алексей Геннадьевич**

«Взрывное дело»

Учебное пособие

Редактор **С.А. Угарова**
Технический редактор **Ж.Е. Решетова**
Корректор **В.О. Иосифова**
Компьютерный набор А.Г. Здоровцов

Подписано в печать _____
Гарнитура «Таймс». Бумага ксероксная.
Усл. печ. л. 15,5. Тираж 30 экз. Заказ № _____.

Формат 60×84/16.
Отпечатано на ризографе.

Типография ПВИ войск национальной гвардии
614112, г. Пермь, ул. Гремячий Лог, 1