



Слайды к теме № 11 по тактической подготовки  
ВУС 021001



преподаватель военной кафедры тактического цикла  
полковник запаса Д. Досумов.

## **ТЕМА: №11. Классификация взрывчатых веществ и средств взрыва**

### **Учебные и воспитательные цели:**

1. Изучить со студентами классификацию взрывчатых веществ и средств взрыва.
2. Изучить характеристику и свойства взрывчатых веществ и средств взрыва.
3. Изучить способы взрыва, характеристику и их применение.

**Время:** 2 часа

**Место:** учебный класс

**Метод:** лекция

### **Литература:**

1. «Руководство по подрывным работам», стр. 3-63, 364 -373.
2. «Наставление по военно-инженерному делу для СА», стр. 367- 410.
3. «Учебник сержанта инженерных войск», стр. 66 - 77.
4. «Инженерные боеприпасы», книга 1, стр. 3-22, 53-64.

# 1 учебный вопрос. Классификация взрывчатых веществ и основные их свойства

## ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Взрывчатыми веществами (ВВ) называются химические соединения или смеси, которые под влиянием определенных внешних воздействий способны к быстрому самораспространяющемуся химическому превращению с образованием сильно нагретых и обладающих большим давлением газов, которые, расширяясь, производят механическую работу. Такое химическое превращение ВВ принято называть **взрывчатым превращением**.

Взрывчатое превращение в зависимости от свойств взрывчатого вещества и вида воздействия на него может протекать в форме взрыва или горения.

Взрыв распространяется по взрывчатому веществу с большой переменной скоростью, измеряемой сотнями или тысячами метров в секунду. Процесс взрывчатого превращения, обусловленный прохождением ударной волны по взрывчатому веществу и протекающий с постоянной (для данного вещества при данном его состоянии) сверхзвуковой скоростью, называется детонацией.

В случае снижения качеств ВВ (увлажнение, слеживание) или недостаточного начального импульса детонация может перейти в горение или совсем затухнуть. Такая детонация заряда ВВ называется неполной.

**Горение** — процесс взрывчатого превращения, обусловленный передачей энергии от одного слоя взрывчатого вещества к другому путем теплопроводности и излучения тепла газообразными продуктами.

Процесс горения ВВ (за исключением инициирующих веществ) протекает сравнительно медленно, со скоростями, не превышающими нескольких метров в секунду.

Скорость горения в значительной степени зависит от внешних условий и в первую очередь от давления в окружающем пространстве. С увеличением давления скорость горения возрастает; при этом горение может в некоторых случаях переходить во взрыв или в детонацию. Горение бризантных ВВ в замкнутом объеме, как правило, переходит в детонацию.

Возбуждение взрывчатого превращения ВВ называется **иницированием**. Для возбуждения взрывчатого превращения ВВ требуется сообщить ему с определенной интенсивностью необходимое количество энергии (начальный импульс), которая может быть передана одним из следующих способов:

- механическим (удар, накол, трение);
- тепловым (искра, пламя, нагревание);
- электрическим (нагревание, искровой разряд);
- химическим (реакции с интенсивным выделением тепла);
- взрывом другого заряда ВВ (взрыв капсюля-детонатора или соседнего заряда).

Все ВВ, применяемые при производстве подрывных работ и снаряжении различных боеприпасов, делятся на три основные группы:

- инициирующие ВВ;
- бризантные ВВ;
- метательные ВВ (пороха).

ВВ в зависимости от их природы и состояния обладают определенными взрывчатыми характеристиками. Наиболее важными из них являются:

- чувствительность к внешним воздействиям;
- энергия (теплота) взрывчатого превращения;
- скорость детонации;
- бризантность;
- фугасность (работоспособность).

## **ИНИЦИИРУЮЩИЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА**

Иницирующие ВВ обладают высокой чувствительностью к внешним воздействиям (удару, трению и воздействию огня). Взрыв сравнительно небольших количеств иницирующих ВВ в непосредственном контакте с бризантными ВВ вызывает детонацию последних.

Вследствие указанных свойств иницирующие ВВ применяются исключительно для снаряжения средств инициирования (капсюлей-детонаторов, капсюлей-воспламенителей и др.).

К иницирующим ВВ относятся: гремучая ртуть, азид свинца, тенерес (ТНРС). К ним могут быть отнесены и так называемые капсюльные составы, взрыв которых может использоваться для возбуждения детонации иницирующих ВВ или для воспламенения порохов и изделий из них.

**Гремучая ртуть** (фульминат ртути) представляет собой мелкокристаллическое сыпучее вещество белого или серого цвета. Она ядовита, плохо растворяется в холодной и горячей воде.

К удару, трению и тепловому воздействию гремучая ртуть наиболее чувствительна по сравнению с другими инициирующими ВВ, применяемыми на практике. При увлажнении гремучей ртути ее взрывчатые свойства и восприимчивость к начальному импульсу понижаются (например, при 10% влажности гремучая ртуть только горит, не детонируя, а при 30% влажности не горит и не детонирует). Применяется для снаряжения капсюлей-детонаторов и капсюлей-воспламенителей.

Гремучая ртуть при отсутствии влаги не взаимодействует химически с медью и ее сплавами. С алюминием же она взаимодействует энергично с выделением тепла и образованием невзрывчатых соединений (происходит разъедание алюминия).

Поэтому гильзы гремучертутных капсюлей изготавливаются из меди или мельхиора, а не из алюминия.

**Азид свинца** (азотистоводороднокислый свинец) представляет собой мелкокристаллическое вещество белого цвета, слабо растворяющееся в воде.

К удару, трению и действию огня азид свинца менее чувствителен, чем гремучая ртуть. Для обеспечения надежности возбуждения детонации азид свинца действием пламени его покрывают слоем тенереса. Для возбуждения детонации в азиде свинца посредством накола его покрывают слоем специального накольного состава.

Азид свинца не теряет способности к детонации при увлажнении и низких температурах; инициирующая способность его значительно выше, чем инициирующая способность гремучей ртути. Применяется для снаряжения капсюлей-детонаторов.

Азид свинца химически не взаимодействует с алюминием, но активно взаимодействует с медью и ее сплавами, поэтому гильзы капсюлей, снаряжаемых азидом свинца, изготавливаются из алюминия, а не из меди.

**Тенерес** (тринитрорезорцинат свинца, ТНРС) представляет собой мелкокристаллическое несыпучее вещество темно-желтого цвета; растворимость его в воде незначительна.

Чувствительность тенереса к удару ниже чувствительности гремучей ртути и азид свинца; по чувствительности к трению он занимает среднее место между гремучей ртутью и азидом свинца. Тенерес достаточно чувствителен к тепловому воздействию; под влиянием прямого солнечного света он темнеет и разлагается. С металлами тенерес химически не взаимодействует. Ввиду низкой инициирующей способности тенерес не имеет самостоятельного применения, а используется в некоторых типах капсюлей-детонаторов с целью обеспечения безотказности инициирования азид свинца.

**Капсюльные составы**, используемые для снаряжения капсюлей-воспламенителей, представляют собой механические смеси ряда веществ, наиболее распространенными из которых являются гремучая ртуть, хлорат калия (бертолетова соль) и трехсернистая сурьма (антимоний).

Под действием удара или накола капсюля-воспламенителя происходит воспламенение капсюльного состава с образованием луча огня, способного воспламенить порох или вызвать детонацию инициирующего ВВ.

## **БРИЗАНТНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА**

Бризантные ВВ более мощны и значительно менее чувствительны к различного рода внешним воздействиям, чем инициирующие ВВ. Возбуждение детонации в бризантных ВВ обычно производится взрывом заряда того или иного инициирующего ВВ, входящего в состав капсюлей-детонаторов, или заряда другого бризантного ВВ (промежуточного детонатора).

Сравнительно невысокая чувствительность бризантных 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:

- ВВ повышенной мощности;
- ВВ нормальной мощности;
- ВВ пониженной мощности.

### **Взрывчатые вещества повышенной мощности**

**ТЭН** (тетранитропентазритрит, пентрит) представляет собой белое кристаллическое вещество, негигроскопичное и нерастворимое в воде, хорошо прессуемое до плотности 1,6.

По чувствительности к механическим воздействиям тэн относится к числу наиболее чувствительных из всех практически применяемых бризантных ВВ. От удара ружейной пули (при простреле) он взрывается.

Тэн горит энергично белым пламенем без копоти. При сжигании тэна горение может перейти в детонацию. С металлами тэн химически не взаимодействует.

Тэн применяется для изготовления детонирующих шнуров и снаряжения капсюлей-детонаторов, а во флегматизированном состоянии может использоваться для изготовления промежуточных детонаторов и снаряжения некоторых боеприпасов. Флегматизированный тэн подкрашивается в розовый или в оранжевый цвет.

**Гексоген** (триметилентринитроамин) представляет собой мелкокристаллическое вещество белого цвета; он не имеет ни вкуса, ни запаха, негигроскопичен, в воде не растворяется.

Гексоген в чистом виде прессуется плохо, поэтому его часто применяют с добавкой небольшого количества флегматизатора (сплав парафина с церезином), который улучшает прессуемость гексогена и в то же время понижает его чувствительность к механическим воздействиям. Флегматизированный гексоген обычно подкрашивается в оранжевый цвет (путем добавки небольшого количества Судана) и прессуется до плотности 1,66.

Чувствительность гексогена к удару ниже, чем чувствительность тэна, но от удара ружейной пули (при простреле) он может взрываться. Гексоген горит энергично белым пламенем; горение его может перейти в детонацию. Химически гексоген более стоек, чем тэн; с металлами химически не взаимодействует.

В чистом виде гексоген применяется только для снаряжения капсюлей-детонаторов. Для снаряжения некоторых специальных боеприпасов применяется флегматизированный гексоген.

В сплаве с тротилом, например в соотношении 50:50\* (ТГ-50), гексоген применяют для снаряжения кумулятивных зарядов. Для приготовления указанного сплава тротил расплавляется и в него вводится и тщательно размешивается порошкообразный гексоген.

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

**Тетрил** (тринитрофенилметилнитроамин) представляет собой кристаллическое вещество ярко-желтого цвета без запаха, солоноватое на вкус. Тетрил негигроскопичен и нерастворим в воде, достаточно легко прессуется до плотности 1,60-1,65.

Чувствительность тетрила к механическому воздействию несколько ниже, чем чувствительность тэна и гексогена, но все же от прострела ружейной пулей он также может взрываться. \*50% тротила и 50% гексогена (по весу).

Тетрил горит энергично голубоватым пламенем без копоти; горение его может перейти в детонацию. С металлами тетрил химически не взаимодействует.

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

### **Взрывчатые вещества нормальной мощности**

**Тротил** (тринитротолуол, тол, ТНТ) — основное бризантное ВВ, применяемое для подрывных работ и снаряжения большинства боеприпасов; он представляет собой кристаллическое вещество от светло-желтого до светло-коричневого цвета, горьковатое на вкус. Тротил негигроскопичен и практически нерастворим в воде; 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.

Тротил плавится без разложения при температуре около  $81^{\circ}$ ; плотность затвердевшего после плавления (литого) тротила 1,55-1,60; температура вспышки около  $310^{\circ}$ ; на открытом воздухе тротил горит желтым, сильно коптящим пламенем без взрыва. Горение тротила в замкнутом пространстве может переходить в детонацию.

К удару, трению и тепловому воздействию тротил малочувствителен.

Прессованный и литой тротил от прострела обычной ружейной пулей не взрывается и не загорается, с металлами химически не взаимодействует.

Восприимчивость тротила к детонации зависит от его состояния. Прессованный и порошкообразный тротил безотказно детонирует от капсюля-детонатора, литой же, чешуированный и гранулированный тротил детонирует только от промежуточного детонатора из прессованного тротила или другого бризантного ВВ.

Химическая стойкость тротила весьма высока; длительное нагревание при температуре до  $130^{\circ}$  мало изменяет его взрывчатые свойства, он не теряет этих свойств и после длительного пребывания в воде. Под влиянием солнечного света тротил претерпевает физико-химические превращения, сопровождающиеся изменением его цвета и некоторым повышением чувствительности к внешним воздействиям.

Тротил получается в результате обработки толуола (жидкий продукт коксохимической и нефтеперерабатывающей промышленности) смесью азотной и серной кислот. Прессованием или заливкой из него изготавливаются различные заряды и подрывные шашки.



Для снаряжения боеприпасов тротил применяется не только в чистом виде, но и в сплавах с другими ВВ (гексогеном, тетрилом и др.). Порошкообразный тротил входит в состав некоторых ВВ пониженной мощности (например, аммонитов).

Для производства подрывных работ тротил, как правило, применяется в виде прессованных подрывных шашек:

- больших — размерами 50X50X100 мм и весом 400 г;
- малых — размерами 25X50X100 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. Для более надежного сочленения со средствами взрывания запальные гнезда некоторых шашек делаются с резьбой. К надписи на бумажной обертке таких шашек добавлено: "С резьбой 1М10Х1Н" или "С фольговой обкладкой резьбы".

Для защиты шашек от внешних воздействий их покрывают слоем парафина и обертывают бумагой, на которую затем наносится еще один слой парафина. Место расположения запального гнезда шашки обозначается черным кружком.

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.

**Пластичное ВВ** (пластит-4) представляет собой однородную тестообразную массу светло-кремового цвета плотностью 1,4. Пластит изготавливается из порошкообразного гексогена (80%) и специального пластификатора (20%) путем тщательного их перемешивания.

Пластит-4 негигроскопичен и нерастворим в воде; легко деформируется усилием рук. Легкая деформируемость позволяет использовать пластит для изготовления зарядов требуемой формы.

Пластические свойства плаstitа-4 сохраняются при температуре от  $-30^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$ . При отрицательных температурах пластичность его несколько снижается; при температурах выше  $+25^{\circ}$  он размягчается и прочность изготовленных из него зарядов уменьшается.

К удару, трению и тепловым воздействиям пластит-4 малочувствителен (его чувствительность лишь немного выше чувствительности тротила). При простреле ружейной пулей, как правило, не взрывается и не загорается; при зажигании горит; горение его в количестве до 50 кг протекает энергично, но без взрыва. С металлами пластит-4 химически не взаимодействует. Детонирует он от капсюля-детонатора, погруженного в массу заряда на глубину не менее 10мм.

Пластит-4 не обладает свойствами липкого вещества, поэтому при производстве подрывных работ для надежного крепления к объекту заряды из плаstitа-4 необходимо применять в тканевых или пластиковых оболочках.

Пластит-4 поставляется в войска в виде брикетов размером 70X70X145 мм, весом 1 кг, обернутых бумагой. Брикеты по 32 шт. упаковываются в деревянные ящики.

## **Взрывчатые вещества пониженной мощности**

Из **ВВ** пониженной мощности наиболее широко применяются **аммиачноселитренные взрывчатые 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. Она существует в нескольких кристаллических формах, устойчивых лишь в определенных температурных пределах. Температурами перехода из одной кристаллической формы в другую, имеющими практическое значение, являются  $-16^{\circ}$  и  $+32^{\circ}$ . Переход из одной кристаллической формы в другую происходит только после достаточно длительного влияния указанных температур (особенно при значительной влажности селитры) и сопровождается изменением объема; это изменение приводит к деформации прессованных изделий, содержащих аммиачную селитру.

Для того чтобы устранить указанное изменение объема изделий, применяют стабилизированную аммиачную селитру, которая получается путем совместной кристаллизации ее из раствора с хлористым калием (92% аммиачной селитры и 8% хлористого калия).

Аммиачная селитра сильно гигроскопична и очень хорошо растворяется в воде; плавится с частичным разложением при температуре  $169,6^{\circ}$ .

Аммиачная селитра активно взаимодействует с окислами металлов, при этом образуются аммиак и вода. Аммиак может вступать в химическое взаимодействие с некоторыми взрывчатыми веществами (тротил, тетрил, пикриновая кислота), образуя чувствительные к внешним воздействиям соединения; наличие свободного аммиака способствует развитию процесса коррозии металлических изделий.

## **МЕТАТЕЛЬНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА (ПОРОХА)**

Метательными ВВ (порохами) называются такие вещества, основной формой взрывчатого превращения которых является горение. Пороха делятся на дымные и бездымные.

**Дымный порошок** применяется для изготовления вышибных зарядов в осколочных (выпрыгивающих) и в сигнальных минах, а также для изготовления огнепроводного шнура и воспламенителей реактивных зарядов. Он представляет собой механическую смесь калиевой селитры (75%), древесного угля (15%) и серы (10%). В зависимости от величины зерен порошок делится на мелкозернистый и крупнозернистый.

Дымный порошок сильно гигроскопичен, под действием влаги отсыревает и при влажности свыше 2% становится непригодным для применения. Высушенный (после отсыревания) порошок имеет пониженные качества. При хранении и применении дымного пороха вследствие высокой способности его к воспламенению необходимо соблюдать особые меры предосторожности.

**Бездымные пороха** применяются для изготовления зарядов, используемых в различных реактивно-метательных установках, а также в артиллерийских и стрелковых боеприпасах.

При отсутствии бризантных ВВ пороха могут применяться (в виде внутренних зарядов) и для производства подрывных работ. Детонация пороховых зарядов протекает нормально только в том случае, если инициирование их осуществляется достаточным промежуточным детонатором, а промежутки между зернами пороха заполнены жидкостью (вода, раствор поваренной или другой соли).

## **2 учебный вопрос. Способы и средства взрывания.**

Для взрывания зарядов ВВ применяются следующие способы:

- огневой;
- электрический;
- механический;
- химический.

При огневом и электрическом способах может применяться также взрывание при помощи детонирующего шнура.

Механический и химический способы взрывания находят широкое применение во взрывающих устройствах различных мин. При производстве подрывных работ эти способы взрывания, как правило, не применяются.

## ОГНЕВОЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

Огневой способ применяется для взрывания одиночных зарядов ВВ или для одновременного взрывания серий зарядов, когда взрыв одного из них не может повредить другого заряда или другой серии.

**При огневом способе** взрывание зарядов осуществляется зажигательной трубкой, состоящей из капсюля-детонатора и огнепроводного шнура. Зажигательные трубки поступают из промышленности в готовом виде (зажигательные трубки с огнепроводным шнуром в пластиковой оболочке — ЗТП), но могут изготавливаться и в войсках.

Для изготовления зажигательных трубок в войсках и их воспламенения необходимы;

- капсюли-детонаторы;
- огнепроводный шнур;
- воспламенительный (тлеющий) фитиль;
- спички обыкновенные или спички подрывника (тлеющие).

**Капсюли-детонаторы** применяются для инициирования (возбуждения детонации) зарядов ВВ.

В войсках для подрывных работ применяется капсюль-детонатор, представляющий собой открытую с одного конца цилиндрическую алюминиевую гильзу, в нижней части которой запрессовано бризантное ВВ повышенной мощности (тетрил, тэн или гексоген), а сверху — инициирующие ВВ (азид свинца и тенерес). Заряд капсюля-детонатора прикрывается сверху алюминиевой чашечкой с круглым отверстием в центре, закрытым шелковой сеткой.

Могут также применяться капсюли-детонаторы № 8-М, № 8-С или № 8-Б\*, имеющие соответственно медную, стальную или бумажную гильзу с латунной или медной чашечкой, а в качестве инициирующего ВВ - гремучую ртуть. В капсюлях-детонаторах этого типа отверстия чашечек могут не иметь прикрывающей сетки.

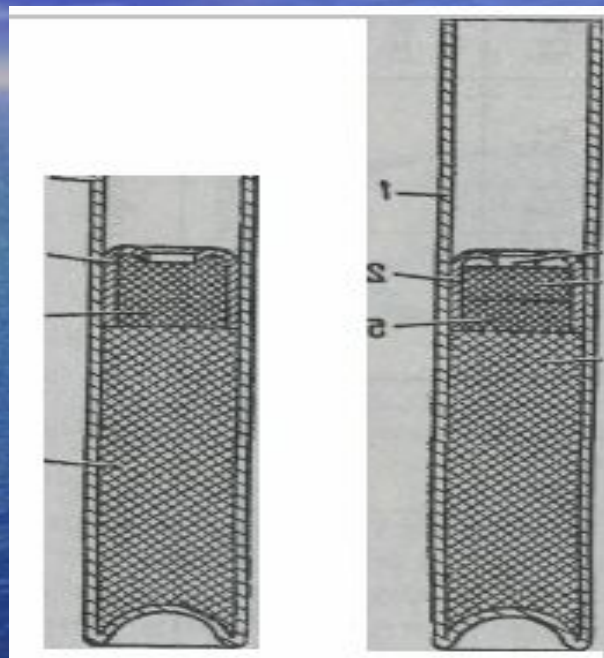


Рис. 18. Капсюли-детонаторы:

а - № 8-А; б - № 8-М;

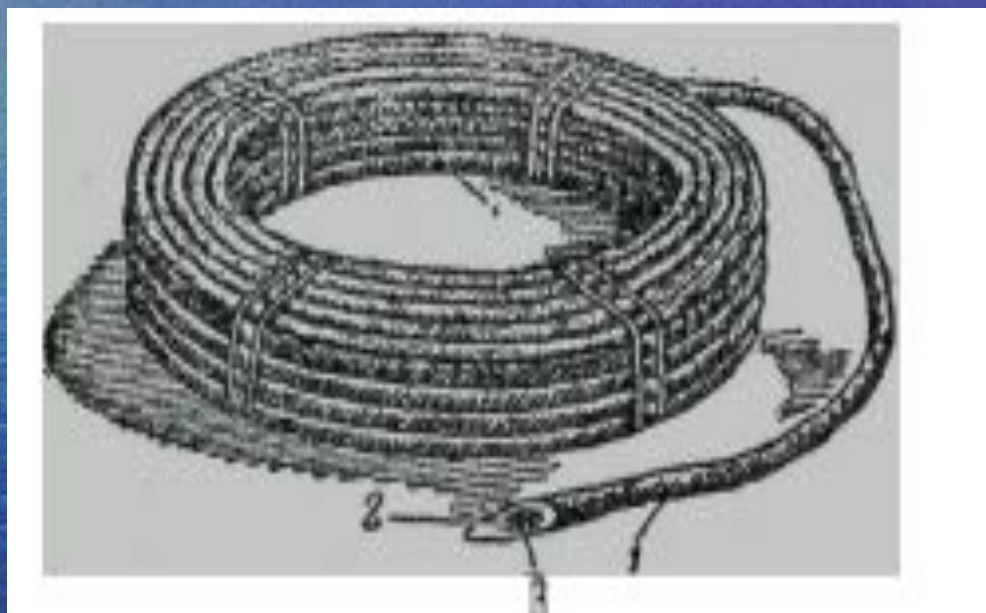
1 — гильза; 2 — чашечка;

3 — сетка; 4 — тенерес;

5 — азид свинца; 6 — гремучая  
ртуть; 7 — тетрил (тэн или

Капсюли-детонаторы взрываются: от пучка искр огнепроводного шнура (при огневом способе взрывания), от пламени электровоспламенителя (при электрическом способе взрывания) или от взрыва детонирующего шнура (в случае его применения при огневом или электрическом способе взрывания).

Капсюли-детонаторы требуют осторожного обращения, так как от удара, трения и нагревания они могут взорваться. Капсюли-детонаторы следует оберегать от влаги и хранить в сухих местах отдельно от взрывчатых веществ.



Огнепроводный шнур (длина 10 м):

1 - наружная оболочка; 2 - пороховая сердцевина; 3 — направляющая нить

К местам производства подрывных работ капсюли-детонаторы должны доставляться в заводской упаковке или в специальных пеналах.

Капсюли-детонаторы считаются негодными при наличии:

- сквозных трещин и помятостей на гильзе;
- опудренности стенок гильзы инициирующим составом;
- окисления в виде крупных пятен или сплошного налета на гильзах.

Капсюли-детонаторы с указанными дефектами применять для подрывных работ запрещается.

Огнепроводный шнур предназначается для возбуждения взрыва капсюлей-детонаторов в зажигательных трубках и воспламенения зарядов дымного пороха. Он состоит из пороховой сердцевины с одной направляющей нитью в середине и ряда внутренних и наружных оплеток и оболочек. Наружный диаметр шнура 5-6 мм.

Изготавливается огнепроводный шнур трех видов:

- в пластикатовой оболочке (ОШП) серовато-белого цвета;
- двойной асфальтированный (ОШДА) темно-серого цвета;
- асфальтированный (ОША) темно-серого цвета.

Шнур в пластикатовой оболочке и двойной асфальтированный шнур применяются при проведении подрывных работ под водой и в сырых местах.

Асфальтированный шнур может применяться только при работе в сухих местах, где увлажнение его исключается.

Огнепроводный шнур всех типов отрезками длиной по 10 м сворачивается в бухты (круги) и в таком виде хранится на складах. Скорость горения огнепроводного шнура на воздухе составляет приблизительно 1 сантиметр в секунду\*; под водой шнур горит на глубине до 5 м; горение его под водой протекает несколько быстрее, чем на воздухе.

Хранить огнепроводный шнур нужно в сухих прохладных местах и защищать:

- от сырости — путем заделки концов (воском, мастикой, изоляционной лентой), так как его сердцевина (дымный порох) отсыревает и становится непригодной;

- от жары, так как слишком нагревшийся шнур теряет герметичность вследствие образования вздутий на оболочке;

- от соприкосновения с маслами, жирами, бензином или керосином, которые повреждают оболочку;

- от механических воздействий, которые могут повредить оболочку или нарушить целостность пороховой сердцевины.

При применении огнепроводного шнура на морозе следует избегать перегибов шнура, так как это может привести к его излому.

\*Для изготовления зажигательных трубок ЗТП-300 применяется огнепроводный шнур со скоростью горения 1 см в 3 сек.

Перед употреблением огнепроводный шнур осматривают, и если на поверхности его оболочки обнаруживаются трещины, переломы, следы подмочки, разломачивание и другие повреждения и неисправности, то такой шнур считается непригодным для работы; концы шнура в бухте длиной по 10-15 см отрезаются.

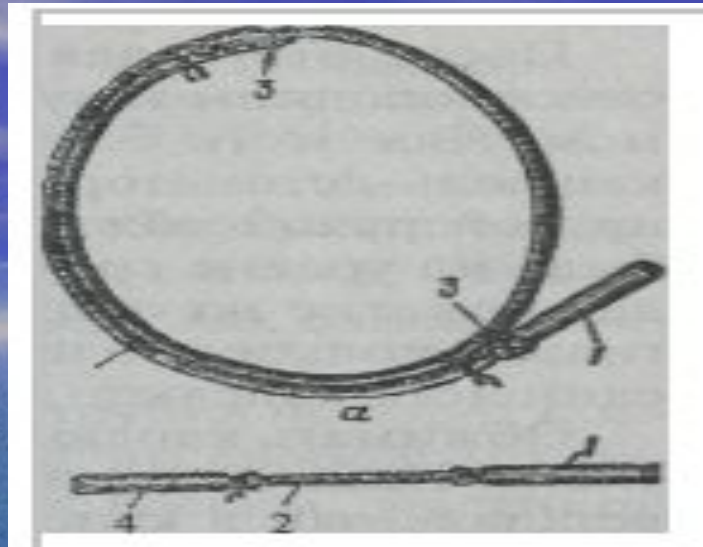
Скорость горения огнепроводного шнура проверяют поджиганием отрезка его длиной 60 см, определяя время горения по секундомеру или по часам с секундной стрелкой. Время горения отрезка указанной длины должно составлять 60—70 секунд.

Воспламенительный (тлеющий) фитиль применяется для зажигания огнепроводного шнура и представляет собой пучок хлопчатобумажных или льняных нитей, сплетенных в шнур диаметром 6-8 мм и пропитанных калиевой селитрой. Фитиль тлеет со скоростью 1 см в 1-3 минуты в зависимости от силы ветра.

При работе с воспламенительным фитилем особое внимание необходимо обращать на хорошее соединение его с огнепроводным шнуром, так как плохое соединение приводит к отказам. Воспламенительный фитиль необходимо оберегать от увлажнения.

Зажигательные трубки, изготавливаемые в войсках, могут быть сделаны без воспламенительного фитиля или с фитилем. Без фитиля зажигательные трубки **короче 50 см делать**, как правило, запрещается. В зажигательных трубках с воспламенительным фитилем отрезок огнепроводного шнура должен иметь длину не менее 10 см.

В исключительных случаях боевой обстановки и при производстве подрывных работ во время защиты мостов от ледохода разрешается применять зажигательные трубки без фитиля длиной 15 см.



Зажигательные трубки, изготавливаемые в войсках.

*а* — без воспламенительного фитиля; *б* — с воспламенительным фитилем;  
1 — капсюль-детонатор; 2 — огнепроводный шнур; 3 — изоляционная лента;  
4 — фитиль

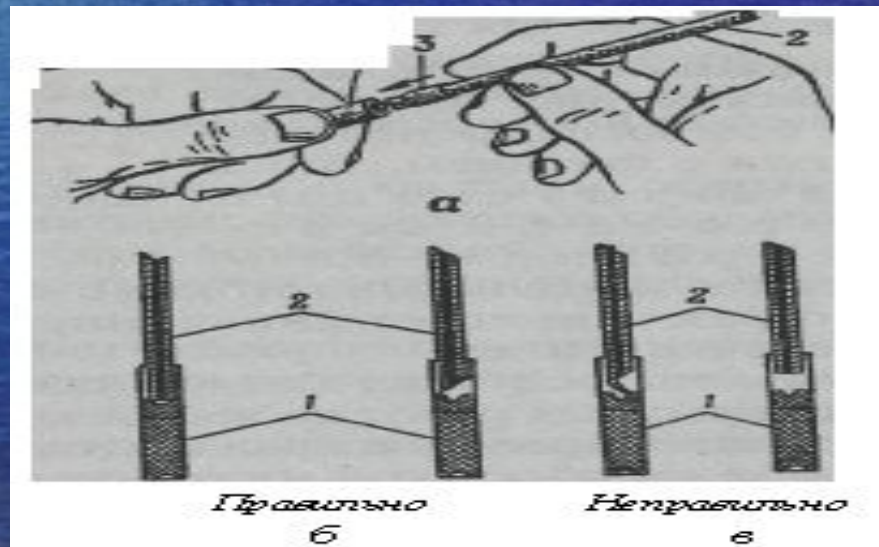
Изготовление зажигательных трубок производится в следующем порядке.

Чистым острым ножом на деревянной подкладке отрезают под прямым углом кусок огнепроводного шнура необходимой длины, затем вынимают из коробки капсюль-детонатор и проверяют его пригодность путем осмотра.

Обрезанный под прямым углом конец огнепроводного шнура осторожно вводят в гильзу капсюля-детонатора до упора в чашечку. Шнур должен входить в гильзу легко, без нажима и вращения, которые могут привести к взрыву капсюля-детонатора. Если шнур входит в гильзу слишком свободно, конец его обертывают одним слоем изоляционной ленты или бумаги.

После этого для закрепления капсюля-детонатора на огнепроводном шнуре его обжимают специальным обжимом. Для этого берут шнур в левую руку и, придерживая капсюль-детонатор указательным пальцем, накладывают правой рукой обжим так, чтобы его нижняя поверхность была на уровне среза гильзы; постепенно усиливая нажатие на обжим и поворачивая его, создают у края гильзы кольцевую шейку, чем и достигается прочность соединения капсюля-детонатора со шнуром.

Обжимать капсюль-детонатор можно только обжимом. Если обжима нет, то конец огнепроводного шнура, вставляемый в капсюль-детонатор, следует обернуть изоляционной лентой или (при отсутствии ленты) бумагой так, чтобы шнур не выпадал из гильзы под действием собственного веса.



Ввод огнепроводного шнура в капсюль-детонатор:

а — ввод шнура; б — правильно обрезанный и введенный шнур; в — неправильно обрезанный и введенный шнур; 1 — капсюль-детонатор; 2 — огнепроводный шнур; 3 — слой изоляционной ленты

При использовании зажигательных трубок в сырых местах и при подводных взрывах место соединения огнепроводного шнура с капсюлем детонатором покрывается изоляционной лентой.



Обжатие капсюля-детонатора на огнепроводном шнуре

**Перед воспламенением зажигательной трубки** свободный конец огнепроводного шнура для большего обнажения пороховой сердцевины и улучшения условий воспламенения обрезают наискось. Обрезка шнура должна производиться после того, как зажигательная трубка будет вставлена в заряд ВВ.

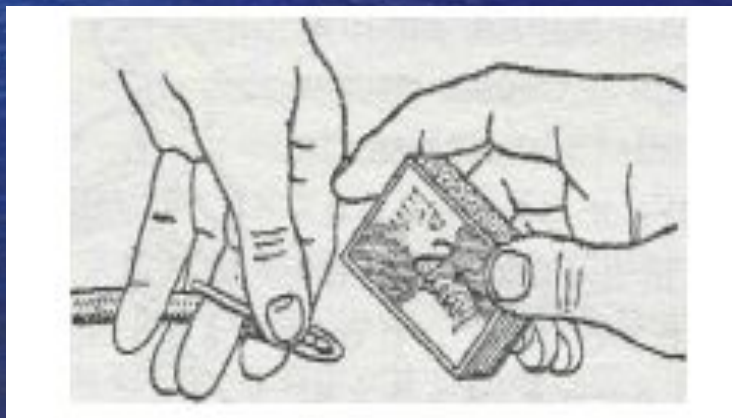
Если изготовленная зажигательная трубка не будет сразу применена для производства взрыва, то свободный конец огнепроводного шнура заклепывают воском, мастикой или обертывают изоляционной лентой.

**При изготовлении зажигательной трубки с фитилем** отрезок последнего длиной не меньше 3 см надевается на срезанный наискось конец огнепроводного шнура. Фитиль привязывается к шнуру прочной ниткой; привязывание должно производиться ниже среза шнура, в противном случае возможен отказ в воспламенении зажигательной трубки.

**Воспламенение зажигательных трубок** производят:

- воспламенительным фитилем (тлеющий конец фитиля прикладывается к косому срезу огнепроводного шнура);
- обыкновенными спичками или спичками подрывника (тлеющими);
- горящим огнепроводным шнуром с насечками.

**Зажигательные трубки, изготавливаемые в промышленности,** имеют три срока замедления: 50 сек (ЗТП-50), 150 сек (ЗТП-150) и 300 сек (ЗТП-300). Они изготавливаются с терочным или механическим воспламенителем огнепроводного шнура.



Воспламенение зажигательной трубки обыкновенной спичкой

## Характеристики зажигательных трубок

Наименование трубок:

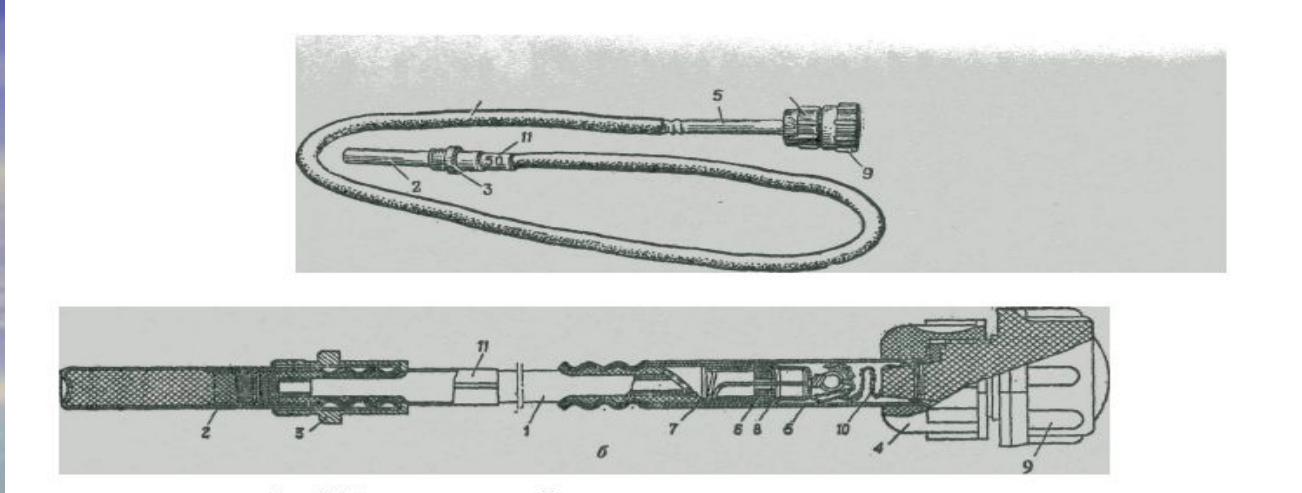
| Характеристики                | ЗТП-50    | ЗТП-150 | ЗТП-300 |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|
| Время замедления взрыва, сек: |           |         |         |
| на воздухе                    | 50        | 150     | 360     |
| в воде на глубине 5 м         | 40        | 100     | 300     |
| Длина, см                     | 55        | 150     | 100     |
| Вес, г                        | 50        | 75      | 65      |
| Цвет огнепроводного шнура     | Сероватсв | белый   | Голубой |

Трубки ЗТП-300 первых выпусков имеют огнепроводный шнур серовато-белого цвета.

Зажигательная трубка с терочным воспламенителем состоит из терочного воспламенителя, огнепроводного шнура, капсюля-детонатора и ниппеля с резьбой.

Терочный воспламенитель состоит из корпуса, трубки, терочного капсюля-воспламенителя, терки, гильзы и пробки. Пробка соединена с петлей терки капроновой нитью.

На огнепроводном шнуре зажигательной трубки укреплена алюминиевая муфточка, на которой имеются цифры, указывающие время замедления в секундах (50, 150, 300).



### Зажигательная трубка с терочным воспламенителем:

а - общий вид; б - разрез; 1 - огнепроводный шнур; 2 - капсюль-детонатор № 8-А; 3 - ниппель; 4 - корпус; 5 - трубка; 6 - терочный капсюль-воспламенитель; 7 - терка; 8 - гильза; 9 - пробка; 10 - капроновая нить; 11 - алюминиевая муфточка с цифрой, указывающей время замедления в секундах

При применении зажигательной трубки с терочным воспламенителем необходимо:

- ввинтить капсюль-детонатор в запальное гнездо заряда;
- отвинтить пробку терочного воспламенителя;
- держа воспламенитель левой рукой за корпус, правой выдернуть рывком пробку с теркой.

При выдергивании терки загорается терочный воспламенитель, который зажигает огнепроводный шнур. Пучок искр огнепроводного шнура после сгорания его по всей длине вызывает взрыв капсюля-детонатора.

**Обращение с зажигательными трубками** должно быть таким же осторожным, как обращение с капсюлями-детонаторами.

Вставлять зажигательные трубки в заряды ВВ можно только после закрепления зарядов на подрываемых объектах, при этом капсюли-детонаторы должны входить в запальные гнезда шашек до дна; закрепление зажигательных трубок в зарядах достигается ввинчиванием (при наличии зажигательных трубок ЗТП и шашек с резьбой) или привязыванием. Закреплять зажигательные трубки в зарядах путем заклинивания запрещается.

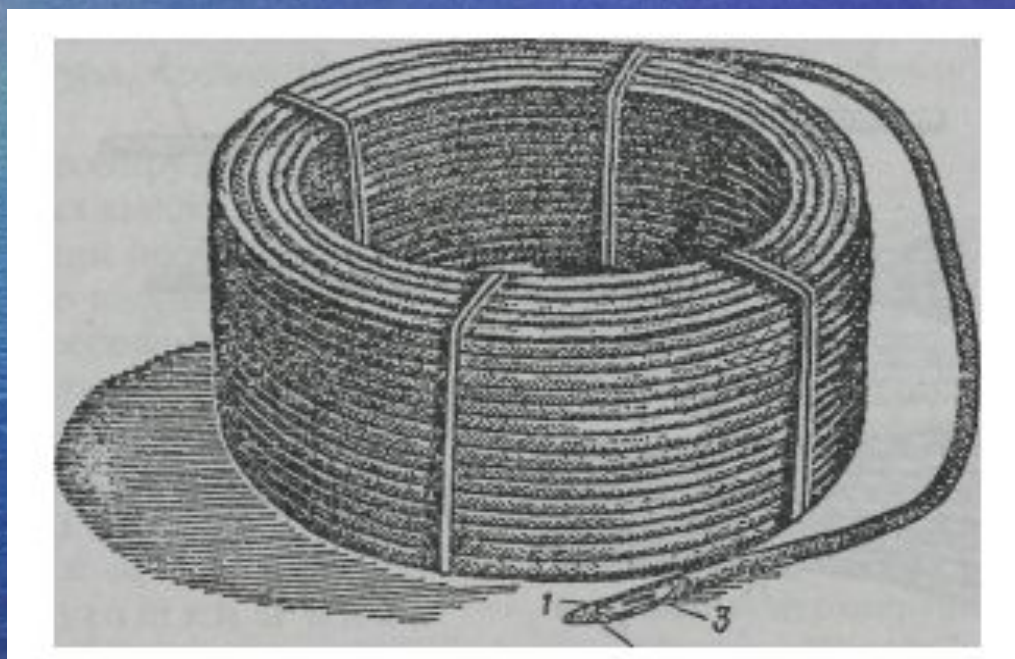
## **ВЗРЫВАНИЕ ДЕТОНИРУЮЩИМ ШНУРОМ**

**Детонирующий шнур** предназначается для осуществления одновременного взрыва нескольких зарядов, например, при подрывании мостов, зданий и т. п., а также для бескапсюльного взрывания зарядов ВВ, заложенных в труднодоступных местах.

Детонирующий шнур состоит из сердцевины бризантного ВВ (тэна) с двумя направляющими нитями и ряда внутренних и внешних оплеток, покрытых влагоизолирующей оболочкой. В зависимости от вида влагоизолирующей оболочки детонирующий шнур, которым снабжаются войска, подразделяется **на марки ДШ-Б и ДШ-В\*.**

Оболочка шнура марки ДШ-Б представляет собой слой влагоизолирующей мастики, поверх которой навиты красные нити. Оболочка шнура марки ДШ-В является более водонепроницаемой и выполнена из пластика красного цвета.

Красный цвет оболочек детонирующего шнура позволяет легко отличать его от шнура огнепроводного. Диаметр детонирующего шнура обеих марок равен 5-6 мм.



Детонирующий шнур (бухта 50 м):  
1 - ВВ (тэн); 2 - наружная оболочка; 3 - направляющая нить

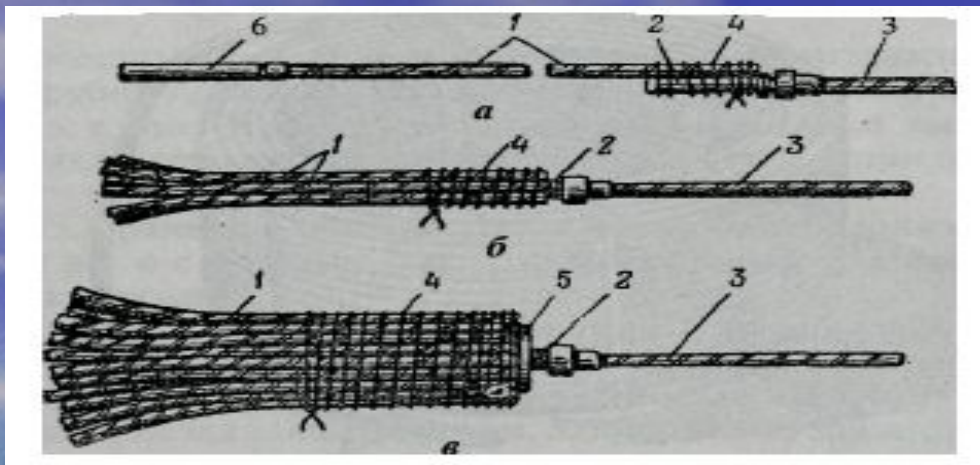
Детонирующий шнур взрывается со скоростью не менее 6500 метров в секунду. Его следует оберегать от механических повреждений, а также от действия влаги и огня; от огня детонирующий шнур может загореться и медленно гореть; при простреле пуль он может взорваться.

Детонирующий шнур отрезками длиной 50 м хранится свернутым в бухты с покрытыми мастикой концами в сухих прохладных помещениях отдельно от взрывчатых веществ и зарядов. Влажные теплые помещения способствуют появлению плесени на поверхности детонирующего шнура марки ДШ-Б.

Детонирующий шнур с поврежденной оболочкой хранить воспрещается; поврежденные участки шнура нужно вырезать и уничтожить.

**Хранение детонирующего шнура на солнце запрещается.**

**Детонирующий шнур взрывается** зажигательной трубкой, зарядом ВВ или электродетонатором. Одной зажигательной трубкой или одним электродетонатором можно взорвать до шести концов детонирующего шнура; при большем числе концов их удобнее привязывать к шашке ВВ, а шашку взрывать зажигательной трубкой или электродетонатором.



### **Взрывание детонирующего шнура:**

*а* — взрывание одного конца шнура; *б* — взрывание от двух до шести концов шнура; *в* — взрывание более шести концов шнура; 1 — концы детонирующего шнура; 2 - капсюль-детонатор зажигательной трубки; 3 — огнепроводный шнур; 4 — шпагат; 5 - шашка ВВ (буровая);  
*б* — капсюль-детонатор, вставляемый в заряд.

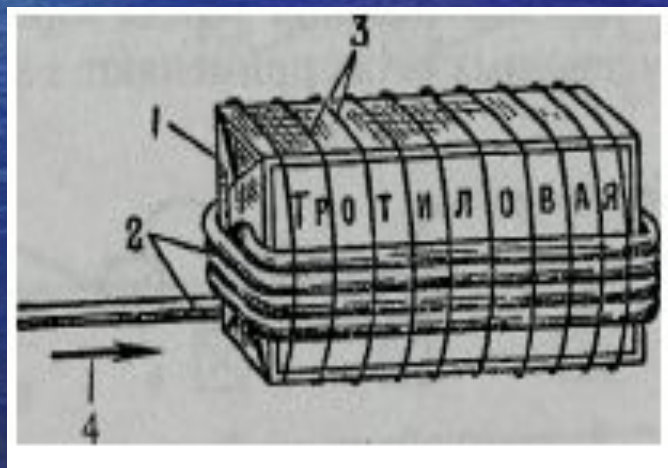
Взрывающиеся концы детонирующего шнура плотно привязывают изоляционной лентой или шпагатом по всей длине капсюля-детонатора зажигательной трубки, электродетонатора или шашки ВВ. В сырую погоду и при взрывании под водой концы детонирующего шнура необходимо хорошо изолировать изоляционной лентой или водонепроницаемой мастикой.

Под водой детонирующий шнур можно взрывать при условии пребывания его там не более 10 часов для марки ДШ-Б и до 24 часов для марки ДШ-В.

На концах отрезков детонирующего шнура, вставляемых во взрываемые при помощи их заряды, как правило, должны быть капсюли-детонаторы; последние надеваются на детонирующий шнур и закрепляются на нем так же, как на огнепроводном шнуре при изготовлении зажигательных трубок.

При помощи детонирующего шнура без капсюля-детонатора можно взрывать заряды из порошкообразных (в частности, аммиачноселитренных) и из пластичных ВВ. С этой целью в заряд вкладывается отрезок детонирующего шнура, сложенный в четыре — пять рядов без пересечений.

Детонирующим шнуром без капсюля-детонатора при необходимости можно взорвать и шашку прессованного тротила, если ее обмотать четырьмя — пятью непересекающимися витками шнура, плотно прилегающими к граням шашки и один к другому.



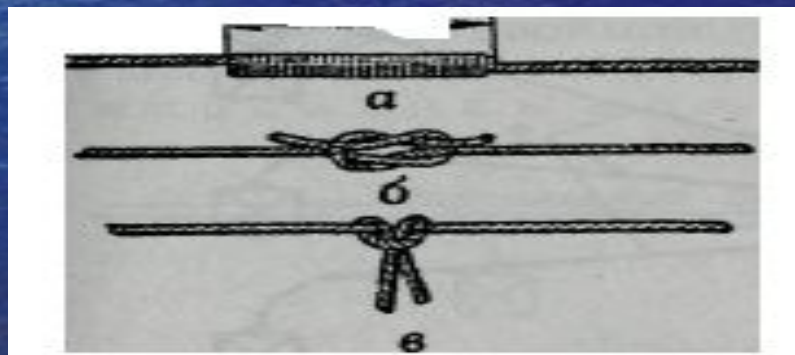
Тротиловая шашка, подготовленная к бескапсюльному взрыванию детонирующим шнуром "боевик": / — тротиловая шашка; 2 — детонирующий шнур; 3 — шпагат; 4 — направление детонации

Детонирующий шнур режут на отрезки необходимой длины чистым и острым ножом на деревянной подкладке, предварительно раскатав всю бухту шнура или часть ее так, чтобы от места разреза до неразвернутой части бухты было не менее 10 м. После каждого разреза следует счищать остатки шнура (крошки) с подкладки и ножа или следующий разрез шнура производить на новом участке подкладки. Отрезать детонирующий шнур, вставленный в капсуль-детонатор, запрещается.

Соединение двух концов детонирующего шнура между собой называется сростком. Сростки производятся:

- внакладку;
- прямым узлом;
- двойной петлей.

Последние два сростка нужно затягивать туго, но осторожно, чтобы не повредить сердцевину шнура.

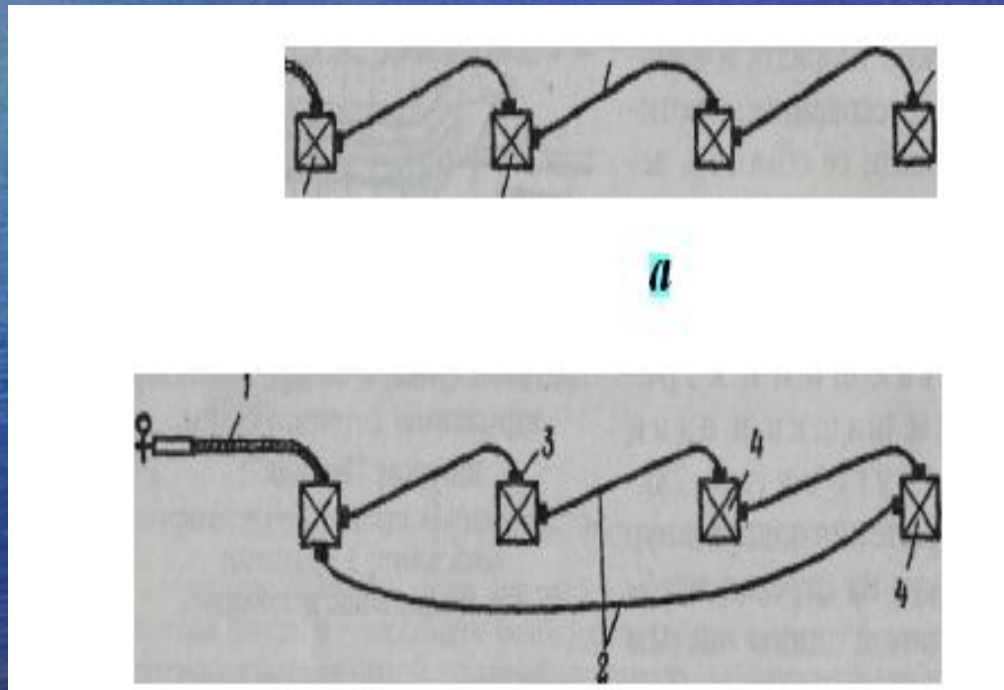


Сростки детонирующего шнура:  
а — внакладку; б - прямым узлом;  
в — двойной петлей

Соединение нескольких отрезков детонирующего шнура для одновременного взрыва зарядов называется сетью. Сети детонирующих шнуров бывают трех видов:

- последовательные;
- параллельные;
- смешанные.

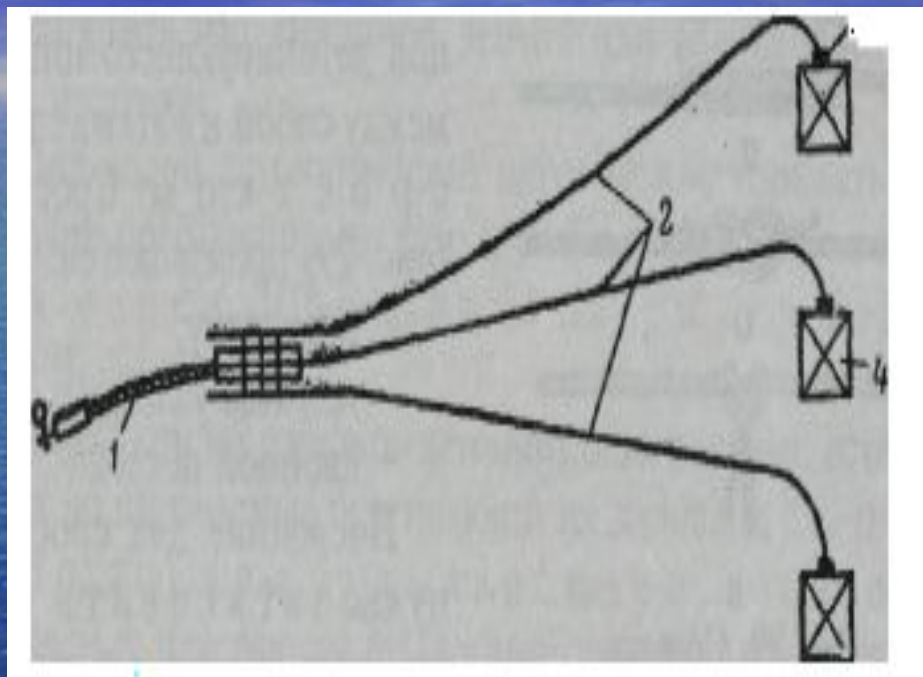
Для обеспечения успеха взрыва в последовательных и смешанных сетях применяют замыкающий шнур.



Последовательная сеть детонирующего шнура:

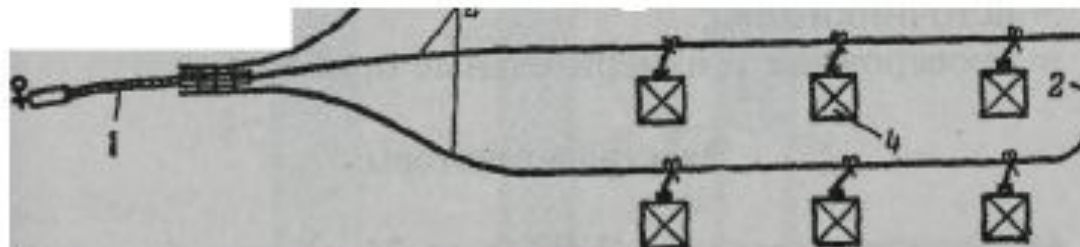
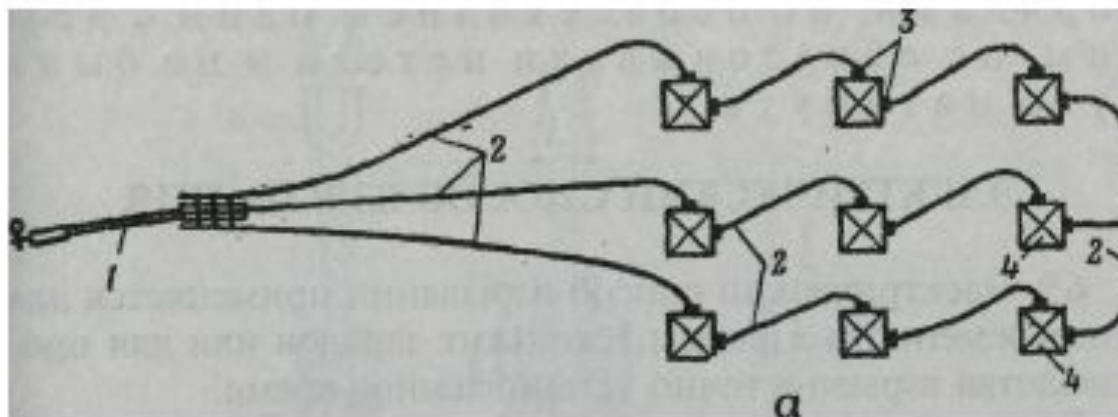
*а* — без замыкающего шнура; *б* — с замыкающим шнуром; / — зажигательные трубки; 2 — отрезки детонирующего шнура; 3 — капсюли-детонаторы; 4 — заряды ВВ

крайние заряды также соединяют между собой отрезком детонирующего шнура. Отрезки шнура, соединяющие отдельные заряды, должны, как правило, иметь капсули-детонаторы на обоих концах.



Параллельная сеть детонирующего шнура:

1- зажигательная трубка; 2 — отрезки детонирующего шнура;  
3 — капсуль-детонатор; 4 — заряд ВВ



Смешанные сети детонирующего шнура:  
*а* — для наружных зарядов; *б* — для внутренних зарядов;  
 1 — зажигательные трубки; 2 — отрезки детонирующего шнура;  
 3 — капсюли-детонаторы; 4 — заряды ВВ

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

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

Для взрыва зарядов электрическим способом необходимы:

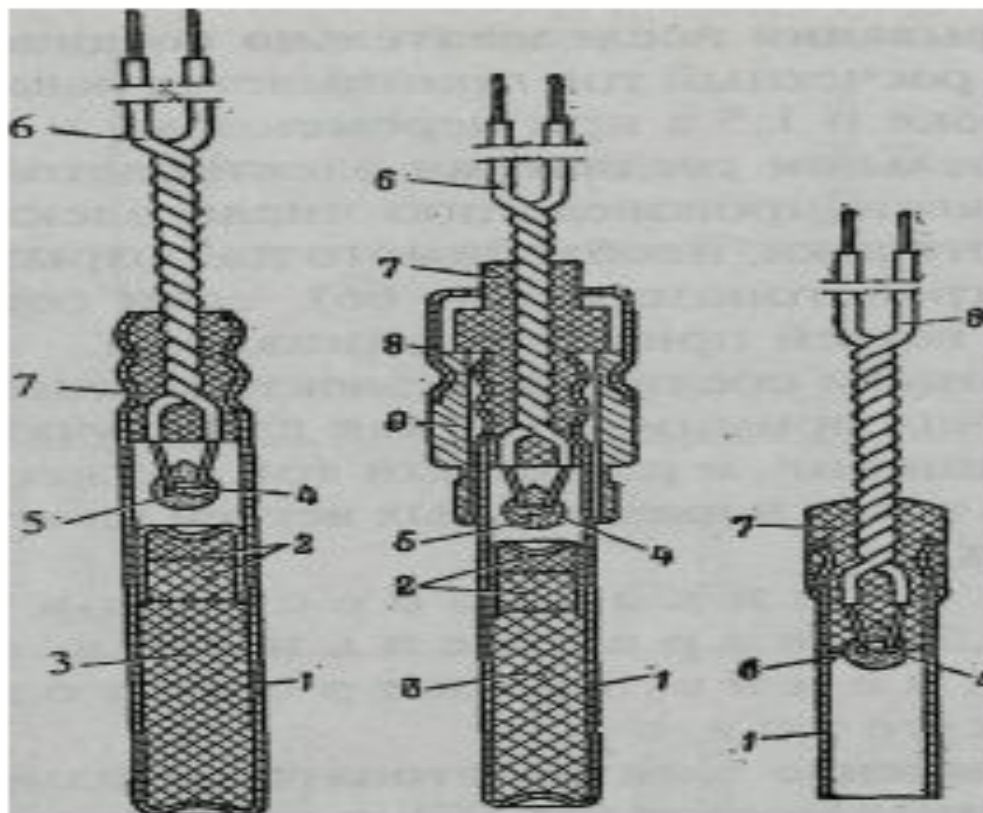
- электродетонаторы;
- провода;
- источники тока;
- проверочные и измерительные приборы.

## Электродетонаторы

**Электродетонатор ЭДП** состоит из капсуля-детонатора № 8-А и электровоспламенителя, собранных в общей гильзе.

**Электровоспламенитель** представляет собой мостик (короткая проволочка диаметром 22-26 микрон), припаянный к концам жил двух изолированных проводов и окруженный воспламенительным составом в виде твердой капельки, покрытой водоизолирующим слоем. Провода от мостика выведены наружу через пластиковую пробку, плотно обжатую в дульце гильзы.

Войска снабжаются также электродетонаторами ЭДП-р, отличающимися от электродетонаторов ЭДП только наличием муфты с резьбой, посредством которой они сочленяются с зарядами и шашками, имеющими запальные гнезда с резьбой.



### Электродетонаторы:

а — ЭДП; б — ЭДП-р; в - электровоспламенитель; 1 — гильза;  
 2 — заряд инициирующего ВВ; 3 — заряд В В повышенной мощности;  
 4 — платино-иридиевый мостик; 5 — воспламенительный состав;  
 6 - провода; 7 — пластикатовая пробка; 8 — крышка;  
 9 — ниппель с резьбой

- расчетное сопротивление в нагретом состоянии (при взрыве) вместе с выводными проводами длиной 1 м — 2,5 ом;
- минимальный воспламеняющий ток — 0,4 А;
- минимальный расчетный ток для взрывания одиночного электродетонатора — 0,5 а при постоянном и 1 а при переменном токе;
- безопасный ток — 0,18 а.

Электродетонаторы ЭДП и ЭДП-р предназначены для взрывания зарядов как в воздухе, так и под водой.

В народном хозяйстве для взрывания зарядов ВВ электрическим способом применяются электродетонаторы с нихромовым мостиком, а также электродетонаторы замедленного действия.

**Для взрывания последовательно соединенных электродетонаторов** расчетный ток принимается равным 1А при постоянном токе и 1,5 А при переменном.

**При параллельном соединении** электродетонаторов расчетный ток равен произведению числа электродетонаторов на величину тока, необходимого для взрывания и одиночного электродетонатора, если сопротивления параллельных ветвей примерно одинаковы.

При смешанном соединении электродетонаторов ток в отдельных ветвях принимается, как для случая последовательного соединения, а расчетный ток должен быть равен произведению числа параллельных ветвей на величину тока в одной из них.

При источниках, обеспечивающих ток до 1-1,5А, параллельное и смешанное соединение электродетонаторов **не допускается**.

## Провода

Основным проводом, применяемым при производстве подрывных работ, служит саперный провод с изолированной медной жилой.

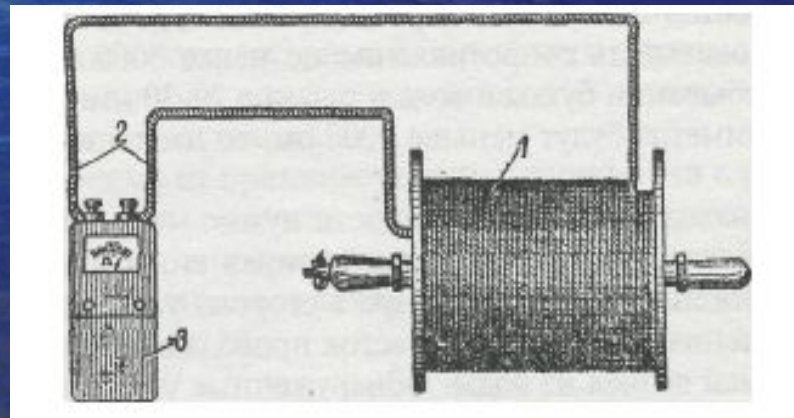
Применяются следующие типы саперного провода:

- одножильный — СП-1 и СПП-1;
- двухжильный — СП-2 и СПП-2.

При недостатке саперного провода допускается применение на подрывных работах телефонных кабелей связи, электроосветительных проводов и т. п.

При использовании каких-либо других проводов необходимо измерить сопротивление их жилы, а при работах в сырых местах, под водой и в случае укладки проводов в грунт на длительное время и сопротивление изоляции.

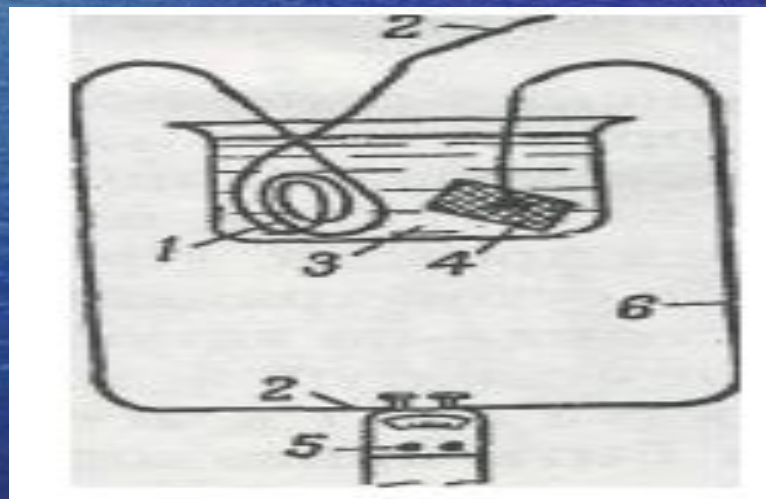
Перед применением провода проверяются на целостность жилы и исправность изоляции. Проверка производится при помощи линейного моста или малого омметра.



Проверка целостности жилы саперного провода:

1 — провод на катушке; 2 — концы провода; 3 — малый омметр

Для **проверки целостности жилы** концы провода подключают к омметру, и если показание стрелки омметра совпадает с номинальным сопротивлением жилы провода данной длины, то жила исправна. В противном случае место разрыва или повреждения жилы определяют наружным осмотром и постепенным подключением разматываемого провода к омметру при помощи иглы (места проколов покрывают изоляционной лентой). Таким образом поступают до тех пор, пока не будет определено место разрыва жилы, после чего кусок провода в этом месте вырезается, концы его сращиваются и снова производится проверка всего провода. Если жила провода имеет несколько разрывов, они устраняются при дальнейшей проверке.



Проверка изоляции саперного провода:

- 1 — проверяемый провод в бухте; 2 — концы проверяемого провода;  
3 — сосуд с подсоленной водой; 4 — металлический лист; 5 — малый омметр;  
6 — соединительный провод

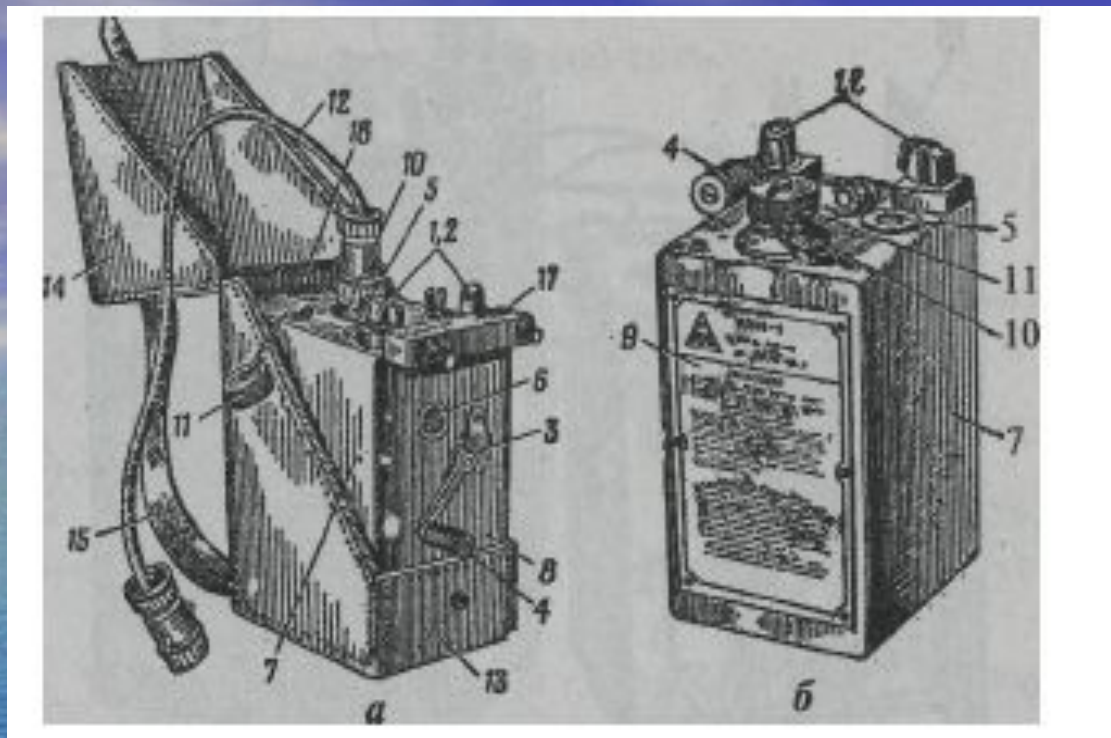
## **Источники тока**

Для взрывания зарядов электрическим способом, как правило, применяются специальные подрывные машинки, сухие батареи и элементы; кроме того, могут быть использованы аккумуляторные батареи, передвижные электрические станции, а также осветительные и силовые сети местных электростанций.

Независимо от применяемого источника тока в каждом отдельном случае должен производиться расчет электровзрывной сети, а при использовании элементов и батарей должно рассчитываться также необходимое их количество.

## **Подрывные машинки:**

**Конденсаторная подрывная машинка КПМ-1\*** состоит из индуктора (маломощного генератора переменного тока), трансформатора, двух селеновых выпрямителей, двух конденсаторов, сигнальной неоновой лампы, двух омических сопротивлений, семи различных контактов, металлического каркаса, привода с ручкой и пластмассового корпуса. Напряжение, развиваемое машинкой на линейных зажимах, составляет 1500 в.



### Общий вид подрывной машинки КПМ-1:

а — в футляре; б — без футляра; 1, 2 — линейные зажимы; 3 — пружинная заслонка; 4 — приводная ручка; 5 — окно неоновой лампы; 6 — кнопка взрыва; 7 — пластмассовый корпус; 8 — крышка (отъемная стенка) 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

\*Машинка выпускается в комплекте с пультом-пробником под названием КПМ-1 А.

Задание на самостоятельную подготовку:

- 1.«Руководство по подрывным работам», стр. 3-155, 364-369.
- 2.«Наставление по военно-инженерному делу для СА», стр. 367- 410.
- 3.«Учебник сержанта инженерных войск», стр. 66 - 77