

Взрывчатые работы широко применяются в аварийно-спасательном и судопроцессном деле и на подводно-технических работах. Силой взрыва разрушают подводные скалы, очищают фарватеры, разделяют на части затонувшие корабли и суда, разрушают ледяные заторы и др. Применение взрывчатых веществ наряду с использованием электрической энергии и сжатого воздуха позволяет облегчить труд водолазов и ускорить выполнение подводных работ.

В учебном пособии «Водолаз-взрывник» содержатся краткие сведения о взрывчатых веществах, средствах и способах взрывания; подробно рассматривается изготовление подводных зарядов, способы их укладки и выполнение различных подводных взрывных работ, а также общие положения по технике безопасности этих работ.

Учебное пособие составлено для обучения водолазов (матросов и старшин) подводному взрывному делу.

Общая редакция пособия осуществлена инженер-полковником В. К. Капустиным.

## ГЛАВА I ВЗРЫВЧАТЫЕ

### ВЕЩЕСТВА

#### § 1. Определение взрывчатого вещества. Процесс взрыва

Взрывчатыми веществами (ВВ) называются такие химические соединения или механические смеси, которые под действием внешних причин (удара, нагревания, накола и т. д.) способны к химическому превращению в течение очень короткого времени (порядка сотых долей секунды) с образованием газообразных продуктов и выделением большого количества теплоты.

Взрывом называется чрезвычайно быстрое химическое превращение вещества, сопровождающееся выделением энергии, связанным с образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Для уяснения явления взрыва рассмотрим следующий пример. Если взять шашку тротила (наиболее распространенное при подводных работах взрывчатое вещество) весом 400 г, то при взрыве ее образуется около 290 л газов, которые нагреваются до температуры 3100°. Из физики известно, что при нагревании газа на 1° происходит увеличение его объема на  $\frac{1}{273}$ . В нашем примере при нагревании от 0 до 3100° произойдет увеличение объема газа приблизительно в 11,3 раза, так как  $\frac{3100}{273} \approx 11,3$ . Таким образом, объем нагретого газа составит 290 · 11,3 = 3280 л, что по сравнению с первоначальным объемом шашки тротила (0,25 л) даст увеличение более чем в 13 000 раз.

Процесс взрыва протекает очень быстро. Время, в течение которого единица длины взрывчатого вещества превращается в газообразное состояние, называется скоростью взрывчатого превращения. Она измеряется в метрах в секунду и колеблется в широких пределах — от сотен до тысяч метров в секунду.

Вследствие образования при взрыве газов, стремящихся расширяться, происходит резкое повышение давления (до десятков и сотен тысяч атмосфер). Это мгновенное повышение давления воспринимается окружающей средой как удар большой силы.

## § 2. Формы взрыва. Дробящее и фугасное действие ВВ

Процесс взрывчатого превращения ВВ может проходить в виде двух основных форм: взрывного горения и детонации. Скорость горения некоторых ВВ колеблется в пределах от долей миллиметра до сотен метров в секунду, величина ее главным образом зависит от внешних условий и прежде всего от давления окружающей среды. Детонация ВВ протекает со скоростями порядка нескольких тысяч метров в секунду; величина этих скоростей от внешних условий мало зависит.

Различие в скорости взрывчатого разложения при взрывном горении и детонации связано с существенно различными процессами взрывчатого превращения. При горении реакция распространяется от слоя к слою ВВ путем передачи тепла от фронта пламени к той части вещества, которая еще не загорелась. При детонации реакция распространяется в результате передачи энергии резким скачком давления — ударной волной.

При определенных условиях возможен переход от одной формы взрывчатого превращения в другую.

Характер механического действия взрыва на окружающую среду в значительной мере зависит от скорости взрывчатого превращения ВВ. При малых скоростях превращения (в случае горения) ВВ производит метательное, или фугасное, действие, при больших скоростях (детонация) — дробящее, или бризантное, действие. Чем больше скорость взрывчатого превращения, тем больше дробящее действие ВВ.

Под фугасным действием понимают способность ВВ при взрыве разрушать среду на крупные куски с отбрасыванием их от места взрыва силой давления газов, т. е. производить расширение объема, в котором первоначально помещался заряд. Фугасное действие оценивают по увеличению объема канала цилиндрической свинцовой бомбы диаметром 25 мм, высотой 125 мм при взрыве в нем 10 г ВВ.

Под бризантностью понимают способность ВВ при взрыве дробить окружающую среду или преграду на мелкие части.

Для практической оценки дробящего действия ВВ производят специальное испытание: заряд весом 50 г взрывают на свинцовом цилиндре диаметром 40 мм, высотой 60 мм. Цилиндр при взрыве обжимается, и по уменьшению его высоты определяют величину бризантности.

## § 3. Понятие о мощности, чувствительности и инициировании ВВ

Мощностью ВВ называется способность взрывчатого вещества производить работу при взрывчатом превращении. Мощность характеризуется дробящим и фугасным действием ВВ, т. е. степенью дробления и разбрасывания среды.

Чувствительностью ВВ называется степень восприимчивости взрывчатого вещества к начальному импульсу, т. е.

внешнему воздействию в виде удара, трения, накола, нагревания, пламени, искрового разряда и т. д. Взрывчатые вещества, обладающие высокой чувствительностью, требуют бережного обращения с ними при перевозке, хранении и изготовлении зарядов.

Инициацией называется возбудение взрыва заряда ВВ при помощи начального импульса. Иницирование осуществляется капсюлями-детонаторами, электродетонаторами или детонирующим шнуром. Иногда взрыв основного заряда выполняют дополнительным зарядом, изготовленным из другого, более восприимчивого к детонации ВВ. Такой заряд носит название промежуточного детонатора.

Если взрыв некоторой массы ВВ происходит от взрыва другой массы ВВ, расположенной на некотором расстоянии от первой, то такой способ инициирования называется взрывом через влияние. На подводных работах этим способом пользуются в тех случаях, когда хотят взрывом одного заряда, находящегося на поверхности или под водой, вызвать взрыв других зарядов, находящихся на некотором расстоянии от первого заряда.

## § 4. Классификация взрывчатых веществ

Взрывчатые вещества могут быть классифицированы по составу, практическому применению, мощности, физическому состоянию и другим признакам.

По составу взрывчатые вещества делятся на химические соединения и механические смеси. К химическим соединениям относятся такие ВВ, составные части которых между собой химически связаны. К механическим смесям относятся ВВ, полученные из отдельных веществ путем механического смешения их.

По практическому применению, и характеру взрывного действия взрывчатые вещества делятся на дробящие (бризантные), метательные (фугасные) и инициирующие.

Дробящие ВВ преимущественно и применяются на взрывных работах.

Метательные ВВ (бездымный порох, дымный порох) преимущественно применяются в огнестрельном оружии и ракетах.

Иницирующие ВВ легко взрываются от внешнего воздействия и вызывают детонацию бризантных ВВ. Применяются в капсюлях-детонаторах, воспламенителях и других средствах инициирования взрыва менее чувствительных ВВ.

По мощности взрывчатые вещества делятся на ВВ нормальной, пониженной и повышенной мощности.

ВВ нормальной мощности являются по преимуществу бризантными взрывчатыми веществами, метательные свойства их сравнительно невелики. Применяются при взрывах металла, бетона, железобетона, камня и дерева.

ВВ пониженной мощности имеют слабые бризантные свойства и сильные метательные. Применяются при взрывании грунта.

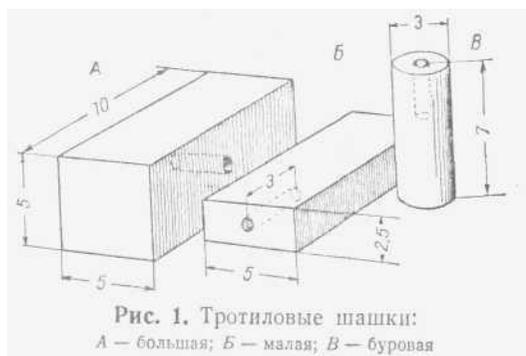
ВВ повышенной мощности обладают высокими бризантными свойствами и малыми метательными. Применяются для снаряжения капсюлей-детонаторов, детонирующих шнуров и в качестве промежуточных детонаторов.

По физическому состоянию ВВ делятся на твердые, жидкие и газообразные. На подводных работах применяются только твердые ВВ в виде порошка, шашек или кусков различной формы.

### § 5. Взрывчатые вещества нормальной мощности

К взрывчатым веществам нормальной мощности относятся: тротил, мелинит, динамиты и др.

Тротил (тол, тринитротолуол) бывает трех видов: прессованный, порошкообразный и плавленный. Цвет тротила от светло-желтого до темножелтого.



В обращении тротил безопасен, к тепловым и механическим воздействиям мало чувствителен, плавится при температуре 81,5°. От огня загорается и горит без взрыва коптящим пламенем. От прострела пуль не взрывается и не загорается. В воде не растворяется и не теряет своих свойств, может применяться для подводных зарядов без герметических (не пропускающих воду) оболочек. Шашки тротила поддаются обработке: резке пилой (ножовкой), сверлению и т. д., чем пользуются при изготовлении кумулятивных и других специальных зарядов. Порошкообразный тротил может прессоваться в шашки. По своему разрушительному действию тротил относится к дробящим ВВ.

Прессованный и порошкообразный тротил взрывается от капсюля-детонатора № 8, плавленный — от промежуточного детонатора из прессованного или порошкообразного тротила, а также другого ВВ нормальной или повышенной мощности, весом не менее 50 г.

На подводных работах применяются следующие шашки прессованного тротила (рис 1): большие, малые и буровые. Их вес соответственно 400, 200 и 75 г. Габариты больших шашек: длина 10 см, ширина 5 см, высота 5 см; малых — длина 5 см, ширина 2,5 см, высота 2,5 см; буровых (цилиндрической формы) — диа-

метр 3 см, высота 7 см. В каждой шашке имеется гнездо диаметром 7 мм и глубиной 30 мм для капсюля-детонатора. Шашки тротила обвертываются бумагой, парафинируются и хранятся в деревянных ящиках.

Кроме тротилового шашек, на подводных работах применяется также порошкообразный и плавленный тротил.

Мелинит (пикриновая кислота) бывает трех видов: прессованный, порошкообразный и плавленный. Цвет мелинита от яркожелтого до светлорыжевого; кожу и ткани он окрашивает в желтый цвет.

Мелинит, так же как и тротил, безопасен в обращении, к тепловым и механическим воздействиям мало чувствителен, от огня загорается и горит без взрыва коптящим пламенем. При простреле пуль порошкообразный мелинит взрывается, а плавленный загорается. В воде не теряет своих свойств и может применяться без герметических оболочек (в горячей воде растворяется).

По силе взрыва мелинит несколько превосходит тротил; применяется для снаряжения снарядов, авиабомб и гранат; на подводных работах применяется редко. Шашки мелинита имеют такой же вес и размеры, как и шашки тротила.

Основным недостатком мелинита является способность его вступать в присутствии влаги в химические соединения с металлами: железом, медью, свинцом, цинком, в результате чего образуются очень чувствительные к внешним воздействиям соединения (так называемые пикраты). Наличие пикратов делает обращение с мелинитом чрезвычайно опасным. Чтобы предохранить мелинит от образования пикратов, его помещают в пергаментные, латунные или оловянные оболочки.

Шашки прессованного, а также заряды из порошкообразного мелинита взрываются от капсюля-детонатора № 8; плавленный мелинит требует применения дополнительного детонатора из прессованного или порошкообразного мелинита или других ВВ весом не менее 50 г.

### § 6. Взрывчатые вещества пониженной мощности

К взрывчатым веществам пониженной мощности относятся аммониты, динамиты и др.

Аммониты представляют собой механические смеси аммиачной селитры, тротила и таких горючих материалов, как древесная мука, опилки, хлопковый жмых, торфяная мука и т. д. В настоящее время, насчитывается несколько видов аммонитов, данные по некоторым из них приведены в приложении 1. Основной составной частью аммонитов является аммиачная селитра.

В обращении аммониты безопасны, к тепловым и механическим воздействиям мало чувствительны, от прострела пуль не взрываются и не загораются, от огня загораются и горят без

взрыва. Цвет аммонитов от светложелтого до коричневого; изготавливаются они обычно в виде порошка.

По силе взрыва аммониты примерно в полтора раза слабее тротила, взрываются от капсюля-детонатора № 8. Для подводных зарядов аммониты требуют обязательного применения герметичной упаковки.

Хранить аммониты следует в водонепроницаемой упаковке, в сухих, хорошо проветриваемых помещениях. Аммониты, содержащие более 2% Влага, не взрываются, и их необходимо подсушивать до нормальной влажности (0,5—1,0%) в специальном помещении, раскладывая на чистом деревянном настиле или куске брезента слоем толщиной до 15 см.

Другим недостатком аммонитов является их слеживаемость при длительном хранении, в результате чего образуется твердая каменная масса, неспособная к взрыву. Комья размельчают деревянными трамбовками в деревянных ящиках.

Аммониты, как мало бризантные ВВ, рекомендуется применять для земляных работ.

### § 7. Взрывчатые вещества повышенной мощности

К взрывчатым веществам повышенной мощности относятся: тетрил, гексоген и тэн.

**Тетрил** — кристаллический порошок бледножелтого цвета с зеленоватым оттенком. В обращении опасен; к удару, трению и иокре чувствителен; от огня загорается, горение может перейти во взрыв. В воде тетрил не растворяется и не теряет взрывных свойств.

Применяется в детонирующих шнурах, капсюлях-детонаторах, в качестве промежуточных детонаторов в минах, авиабомбах, снарядах и т. д.

**Гексоген** — мелкокристаллический порошок белого цвета, в воде не растворяется, горит ярким пламенем, горение может перейти во взрыв. В обращении опасен; чувствителен к удару, трению и искре.

По силе взрыва примерно в 1,5—2 раза сильнее тротила. Так же как и тетрил, является мощным ВВ, хорошо передает детонацию и применяется в детонирующих шнурах, капсюлях-детонаторах и в качестве промежуточных детонаторов.

**Тэн** — мелкокристаллический порошок белого цвета. Чувствительность к внешним воздействиям примерно такая же, как и у гексогена; в воде не растворяется. Быстрое нагревание тэна до температуры около 200° приводит к взрыву.

Применяется для снаряжения детонирующих шнуров, капсюлей-детонаторов и для промежуточных детонаторов.

Чтобы определить пригодность аммонита по влажности, надо сжать в ладони некоторое его количество, и если на разжатой ладони он не рассыпается, а остается в виде комка, то влажность его превышает 2%; к применению такой аммонит непригоден.

### § 8. Пироксилиновый порох

**Пироксилиновый порох** изготавливают в виде трубок, лент, цилиндров, пластин и т. д. и используют для снаряжения артиллерийских боеприпасов и патронов, т. е. в качестве метательного взрывчатого вещества. Порох различают по маркам, которые присваивают отдельным его видам. Цвет пороха самый разнообразный: черный, зеленый, желтый, коричневый и т. д. и зависит от усилителей стойкости, которые вводятся в его состав.

Удельный вес пороха 1,55—1,60. Температура воспламенения 168—170°. Объем газообразных продуктов при сгорании 1 кг пороха — 900 л. Температура горения 2320—2400°.

К удару пироксилиновый порох чувствителен: винтовочный порох взрывается при падении на него груза весом 2 кг с высоты 20 см; артиллерийский — более стоек. В небольших количествах на открытом воздухе порох горит желтым пламенем без взрыва. При продолжительном хранении в условиях юга и нагревании свыше 30° происходит медленное разложение пороха, которое может привести к самовоспламенению и взрыву, если порох находится в герметической упаковке и температура превышает 40°. В воде порох не растворяется. Некоторые марки пироксилинового пороха приобретают бризантные свойства, если зерна пороха смочены и покрыты водой. Наиболее пригодным для подводных работ является винтовочный и мелкий артиллерийский порох (размер отдельных зерен до 5 мм в поперечнике). Для взрывных работ используется преимущественно некондиционный, т. е. утративший свои баллистические свойства и поступающий на ликвидацию пироксилиновый порох. Из этого пороха изготавливают заряды различной формы и взрывают промежуточным детонатором (дополнительным зарядом) из прессованного тротила. Менее бризантные ВВ, как, например, аммонит, для инициирования пороховых зарядов, непригодны. По силе взрыва мокрый пироксилиновый порох примерно равен тротилу.

В приложении 2 приведены марки пороха (по складскому обозначению), применяемые при взрывных работах под водой. При использовании для подводных работ пороха, марка которого не указана в приложении 2, необходимо предварительно произвести его пробное взрывание.

### § 9. Черный порох

**Черный (дымный) порох** представляет собой механическую смесь калиевой селитры, древесного угля и серы в соотношении 75, 15 и 10%. Содержание отдельных составных частей может меняться в зависимости от назначения пороха.

Порох очень гигроскопичен и может впитать до 15% влаги (по весу). При влажности порядка 4 % порох становится непригодным к употреблению. Просушивание пороха, имеющего влажность более 4%, не восстанавливает полностью его свойств.

В обращении порох опасен: чувствителен к удару, трению, искре и огню. По взрывной силе значительно слабее тротила. В практике подводных работ применяется очень редко.

### § 10. Иницирующие взрывчатые вещества

К иницирующим взрывчатым веществам относятся: гремучая ртуть, азид свинца и тенерес. Все они являются высоко бризантными ВВ и обладают повышенной чувствительностью к искре, трению, пламени и т. д.

Гремучая ртуть — белый кристаллический порошок с сероватым оттенком.

В сухом состоянии гремучая ртуть очень опасна, так как чрезвычайно чувствительна к тепловым и механическим воздействиям. Даже легкое царапание соломинкой вызывает ее взрыв.

Гремучая ртуть впитывает влагу. Во влажном состоянии она становится менее чувствительной, но от капсюля-детонатора взрывается и под водой. Для уменьшения чувствительности к гремучей ртути добавляют воск, парафин, вазелин, касторовое масло и другие добавки, которые носят название флегматизаторов.

Флегматизированная гремучая ртуть благодаря своим хорошим иницирующим свойствам применяется в капсюлях-детонаторах.

Азид свинца представляет собой белый мелкокристаллический порошок. Менее чувствителен к удару и трению, чем гремучая ртуть, но в обращении также требует большой осторожности.

В воде азид свинца не теряет своих взрывных свойств; при влажности до 30% сохраняет способность взрываться от искры, удара или трения. Азид свинца используется вместе с тенересом (как легковоспламеняющимся ВВ) главным образом для снаряжения капсюлей-детонаторов.

Азид свинца более мощный инициатор, чем гремучая ртуть, и при изготовлении капсюлей-детонаторов его берут 0,2 г вместо 0,5 г гремучей ртути.

Тенерес — темножелтый или коричневый кристаллический порошок. Очень чувствителен к искре, удару, трению и в обращении требует большой осторожности.

Тенерес развивает при взрыве высокую температуру, что позволяет использовать его вместе с другими иницирующими ВВ (главным образом с азидом свинца) для снаряжения капсюлей-детонаторов.

### § II. Правила обращения с взрывчатыми материалами

В обращении с взрывчатыми материалами необходимо соблюдать максимальную осторожность (не подвергать их ударам и толчкам). Запрещается бросать, волочить, перекачивать, канто-

вать и ударять ящики со взрывчатым материалом; курить и вообще пользоваться открытым огнем ближе 100 м от места расположения взрывчатого материала. Запрещается иметь при себе огнестрельное оружие, спички, зажигалки и т. п.

При работе с дымным порохом обувь обслуживающего личного состава должна быть без гвоздей (валенки, галоши и т. д.). Инструменты должны быть медными или из сплавов и материалов, не дающих искры.

Порошкообразные и аммиачно-селитренные ВВ в патронах и мягкой упаковке перед употреблением следует осторожно разминать руками или деревянным молотком, не нарушая целостность оболочки и гидроизолирующего покрытия, а заряды в жесткой оболочке или таре — встряхивать, постукивая о деревянную доску или стойку. Слежавшиеся и не поддающиеся разминанию порошкообразные аммиачно-селитренные ВВ должны быть возвращены на оклад и подвергнуты измельчению в специальном изолированном помещении.

При работе с порошкообразным ВВ должны приниматься меры, исключающие возможность их просыпания.

Руководитель работ должен ознакомить личный состав, работающий со взрывчатым материалом, со свойствами ВВ и мерами предосторожности при обращении с ними.

Более подробные указания по технике безопасности при работах со взрывчатыми материалами приведены ниже в соответствующих разделах.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется взрывчатым веществом и взрывом?
2. Почему взрыв приводит к разрушению окружающей среды?
3. Что называется детонацией и взрывным горением?
4. Что понимается под бризантностью и фугасностью ВВ?
5. Что понимается под мощностью и чувствительностью ВВ?
6. Что такое начальный импульс?
7. Что называется иницированием и взрывом через влияние?
8. Как классифицируются ВВ по составу, практическому применению и мощности?
9. Чем отличаются иницирующие ВВ от других ВВ?
10. Каковы основные свойства тротила, размеры тротильных шашек, условия применения тротила для подводных зарядов?
11. Каковы основные свойства мелинита, аммонитов, тетрила и гексогена и условия применения их для подводных зарядов?
12. Каковы особенности применения на подводных работах пироксилинового пороха?
13. Каковы основные свойства черного пороха?
14. Какие ВВ относятся к группе иницирующих?

## ГЛАВА II СРЕДСТВА

### ВЗРЫВАНИЯ

Средствами взрывания называются приспособления и устройства, предназначенные для передачи заряду взрывчатого вещества внешнего воздействия для возбуждения взрыва.

Средства взрывания делятся на основные и вспомогательные. К основным средствам относятся капсули-детонаторы, огнепроводные шнуры, электродетонаторы и детонирующие шнуры. К вспомогательным — тлеющие фитили, зажигательные свечи, механические воспламенители и другие средства, применяемые для зажигания огнепроводных шнуров.

Ниже приведено краткое описание и назначение некоторых средств взрывания.

#### § 12. Капсюли-детонаторы

Капсюли-детонаторы (рис. 2) служат для возбуждения взрыва зарядов ВВ и представляют собой металлические гильзы диаметром 7 мм и длиной 47—49 мм, в которые помещено инициирующее высокообризаитное ВВ.

Донышко, закрывающее нижнюю часть гильзы, имеет вогнутость для увеличения мощности взрыва капсуля-детонатора. Верхняя открытая часть гильзы называется дульцем.

Внутри гильзы запрессована металлическая чашечка с отверстием в центре. В чашечке помещаются инициирующие ВВ: гремучая ртуть (0,5 г) или азид свинца (0,2 г) с тенересом (0,1 г). Остальная часть гильзы до донышка заполнена ВВ повышенной мощности: тетрилом, гексогеном или тэном в количестве до 1 г. Взрывчатые вещества занимают примерно половину длины гильзы, считая от донышка; остальная часть ничем не заполнена и служит для помещения конца огнепроводного шнура.

При горении огнепроводного шнура искра (или пламя) попадает из верхней части гильзы через отверстие чашечки в инициирующее вещество, что вызывает его взрыв, а затем детонацию ВВ повышенной мощности в нижней части капсуля-детонатора.

На подводных работах применяют гремуче-ртутно-тетриловые (ГРТ № 8) капсули-детонаторы, изготавливаемые в медные гиль-

зах, тенересо-азидо-тетриловые (ТАТ № 8) и тенересо-азидо-гексогеновые (ТАГ № 8) капсули-детонаторы, изготавливаемые в алюминиевых гильзах (чтобы предупредить разьедание гильз взрывчатыми веществами).

В обращении и хранении капсули-детонаторы требуют большой осторожности, их необходимо оберегать от ударов, падения, нагревания, трения и т. д. Категорически запрещается носить капсули-детонаторы в карманах, царапать гильзы внутри или разряжать. Хранить их следует в сухом помещении, отдельно от других ВВ. К месту работ капсули-детонаторы переносятся в сумках или деревянных ящиках, обитых внутри войлоком.

Степень пригодности капсулей-детонаторов определяется их наружным осмотром. При осмотре обращается внимание на то, чтобы гильзы не были помяты, на их поверхности не было трещин, окисления, «опудривания» и других повреждений, затрудняющих свободный ввод огнепроводного шнура.

Исправлять непригодные капсули-детонаторы не разрешается, они должны быть уничтожены взрыванием или потоплением. Капсюли-детонаторы упаковывают в коробки по 100 штук.

Основные данные о капсулях-детонаторах, применяемых на подводных работах, приведены в приложении 3.

#### § 13. Огнепроводный шнур

Огнепроводный шнур (рис. 3) состоит из пороховой сердцевины, хлопчатобумажной нити, проходящей по центру пороховой сердцевины, и наружных оплеток. Пороховая сердцевина представляет собой механическую смесь из 78% калиевой селитры, 10% серы и 12% древесного угля. Центральная хлопчатобумажная нить пропитана калиевой селитрой и называется направляющей нитью. Пороховая сердцевина заключена в две или три оплетки из льняных или хлопчатобумажных нитей, покрытых водонепроницаемым составом. Диаметр шнура 5,5—6 мм.

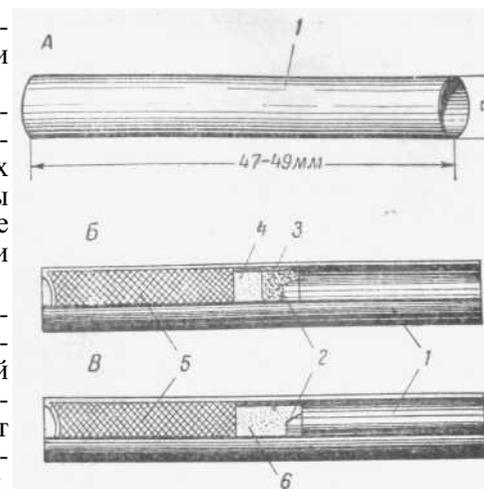


Рис. 2. Капсюли-детонаторы:  
А — общий вид; Б — разрез капсуля-детонатора ТАТ № 8;  
В — разрез капсуля-детонатора ГРТ № 8;  
1 — гильза; 2 — чашечка; 3 — тенерес; 4 — азид свинца;  
5 — тетрил; 6 — гремучая ртуть

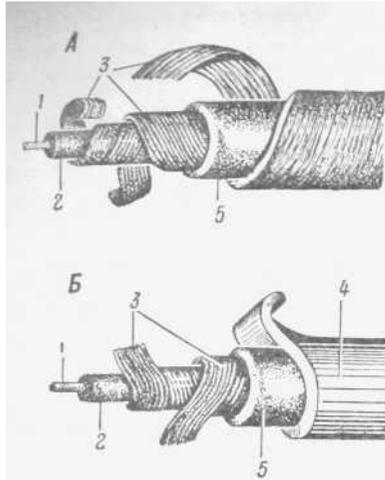


Рис. 3. Огнепроводный шнур:

А — асфальтированный; Б — полихлорвиниловый;  
1 — направляющая нить; 2 — пороховая сердцевина; 3 — оплетка; 4 — полихлорвиниловая оболочка; 5 — изоляционный состав

Огнепроводный шнур служит для передачи пламени в капсюль-детонатор. При зажигании огнепроводного шнура воспламеняется пороховая сердцевина и горит со строго определенной скоростью. Направляющая нить обеспечивает непрерывное горение в случае разрывов в пороховой сердцевине.

На взрывных работах применяют асфальтированный, двойной асфальтированный, гуттаперчевый и полихлорвиниловый огнепроводные шнуры. Асфальтированный шнур имеет оплетку, покрытую асфальтовой смолой или мастикой, цвет шнура темносерый. Двойной асфальтированный шнур отличается от асфальтированного тем, что имеет дополнительную (четвертую) оплетку и дополнительный слой изоляции. У гуттаперчевого шнура наружная оплетка покрыта специальной

мастикой. Полихлорвиниловый шнур имеет изоляционное покрытие из полихлорвиниловой массы. Цвет двух последних видов шнуров желтый или темнокоричневый.

По скорости горения огнепроводные шнуры делятся на нормально горящие и медленно горящие. Нормально горящие шнуры имеют скорость горения 1 см/сек, медленно горящие — 0,5 см/сек. Медленно горящие шнуры окрашены в желтый цвет и бывают только двух видов: асфальтированные и полихлорвиниловые.

На подводных работах применяют двойной асфальтированный, гуттаперчевый и полихлорвиниловый шнуры. Гореть под водой они могут при условии пребывания в воде не более 4 часов, надежно сгорают на глубинах до 2 м, наибольшая глубина погружения 10 м.

Исправность шнура проверяется наружным осмотром и испытанием на скорость горения. При обнаружении утолщений или других дефектов, а также в случае затухания при проверке на скорость горения шнур бракуется и для подводных работ не применяется.

Огнепроводные шнуры изготовляют отрезками по 10 м и укладывают в круги. Каждые 25 кругов укладывают в бухту и упаковывают в бумагу. Двенадцать бухт (3000 м) укладывают в деревянный ящик.

Основные характеристики огнепроводных шнуров приведены в приложении 4.

селитры. Снаружи нити заключены в цветную оплетку и тобу фГл7сл<sup>тмН</sup>;т для «оспламе»,ия ОГР«>», =р  
Скорость горения (тления) фитиля около 2-3 см/мин, диа фитиля 7—8 мм.



Рис. 4. Механический воспламенитель огнепроводного шнура:

1 — корпус; 2 — стержень ударника; 3 — чека; 4 — пружина; 5 — боек; 6 — капсюль-воспламенитель; 7 — ниппель; 8 — пороховая свеча; 9 — латунная трубка; 10 — огнепроводный шнур; 11 — капсюль-детонатор

Зажигательная свеча служит для воспламенения огнепроводного шнура и состоит из бумажной цилиндрической гильзы диаметром 10 лш и длиной около 200 мм, до половины наполненной горючим составом. Вторая половина гильзы наполнена инертным (негорючим) веществом и служит для держания свечи в руке. На конце горючего состава имеется зажигательная терочная головка, которая зажигается от терочной пластинки, входящей в комплект свечи. Место расположения негорючего состава снаружи бумажной гильзы окрашено в отличительный цвет. Свеча горит спокойным пламенем в течение 1—3 минут. Зажигательные свечи необходимо оберегать от сырости.

Механический воспламенитель огнепроводного шнура (рис. 4) состоит из взрывателя, ниппеля и латунной трубки. Внутри ниппеля запрессован капсюль-воспламенитель с пороховой свечой. Снаружи ниппеля имеется наружная резьба для его ввертывания во взрыватель. На другом конце ниппеля закреплена латунная трубка, в которую до упора вставляется конец огнепроводного шнура. Чтобы шнур не выпал, конец латунной трубки обжимается.

Огнепроводный шнур поджигается механическим воспламенителем при ударе бойка о капсюль-воспламенитель. Для этого необходимо выдернуть чеку, и под действием пружины ударник с бойком придет в движение.

Механический воспламенитель, герметизированный шелковистой резиной, может быть применен для поджигания огнепроводного шнура под водой. Огнепроводный шнур можно также поджигать специальными патронами, отрезком огнепроводного шнура и спичками.

## § 15. Электродетонаторы

Электродетонатор представляет собой капсуль-детонатор № 8, внутри гильзы которого помещен электровоспламенитель для взрывания капсуля-детонатора электрическим током.

Электровоспламенитель (рис. 5) состоит из двух проводников, к концам которых припаяна тонкая константановая или платино-иридиевая проволочка (диаметр проволочки 0,05 мм, длина



Рис. 5. Электровоспламенитель:  
1 — провода; 2 — мостик накаливания; 3 — воспламенительный состав

5 мм), называемая мостиком накаливания. Мостик погружен в воспламенительный состав из бертолетовой соли, роданистого свинца и столярного клея. При прохождении через мостик электрического тока загорается воспла-

менительный состав, от искры которого взрывается капсуль-детонатор.

Электровоспламенитель вставлен в гильзу капсуля-детонатора, концы проводников изолируются от попадания воды специальной мастикой. Вынимать электровоспламенитель из гильзы запрещается.

Электродетонаторы бывают мгновенного и замедленного действия (рис. 6). Первые взрываются сразу же после подачи в них тока, вторые — через 2, 4, 6, 8, 10 или 15 секунд. Для замедления передачи импульса взрыва служит специальная гильза, помещенная между электровоспламенителем и ВВ; в гильзу запрессован медленно горящий состав, рассчитанный на необходимое время замедления взрыва.

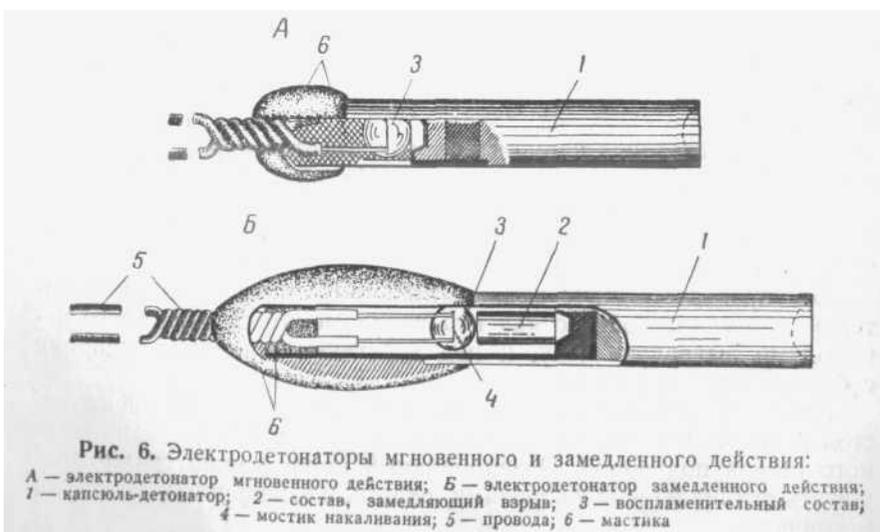


Рис. 6. Электродетонаторы мгновенного и замедленного действия:  
А — электродетонатор мгновенного действия; Б — электродетонатор замедленного действия;  
1 — капсуль-детонатор; 2 — состав, замедляющий взрыв; 3 — воспламенительный состав;  
4 — мостик накаливания; 5 — провода; 6 — мастика

На подводных работах применяют электродетонаторы ГРТ № 8, ТАТ № 8 и ТАГ № 8. Проводники электродетонаторов для подводных работ должны иметь резиновую или полихлорвиниловую изоляцию.

Сопrotивление электродетонаторов колеблется от 0,65 до 2 ом. Для взрывания необходима сила тока не менее 0,5 а (гарантийная сила тока 1,5—1,8 а).

Перед применением электродетонаторы следует тщательно осмотреть, проверяя чистоту гильз, отсутствие вмятин, трещин, окисления, целостность мастики.

Для взрывных работ на глубинах до 20 м следует применять чувствительные и влагостойкие электродетонаторы ЭДЧ-16, для больших глубин — ВКМ-80. Электродетонаторы этих типов безотказны в работе.

При работе с электродетонаторами соблюдаются те же меры предосторожности, что и с капсулями-детонаторами.

Основные данные электродетонаторов мгновенного и замедленного действия приведены в приложении 5.

## § 16. Детонирующий шнур

Детонирующий шнур (ДШ) состоит из сердцевины, представляющей собой ВВ повышенной мощности, двух направляющих нитей, проходящих по центру сердцевины, и трех спиральных нитяных оплеток, пропитанных воском и озокеритом.

Направляющие нити обеспечивают равномерное распределение взрывчатого вещества сердцевины по длине шнура. Диаметр шнура 5,5—6 мм.

На рис. 7 показана конструкция детонирующего шнура.

Детонирующий шнур предназначен для одновременного взрывания нескольких отдельно расположенных зарядов ВВ, для бескапсюльного взрывания зарядов и других целей. Скорость детонации (передачи взрыва) шнура 6800—7200 м/сек.

Оплетка детонирующего шнура окрашена в красный или белый цвет (в последнем случае в ней имеется несколько красных ниток).

В обращении детонирующий шнур сравнительно безопасен, режется ножом, от огня загорается и горит спокойно. Однако при зажигании большого количества шнура горение может перейти во взрыв. К удару и трению мало чувствителен. При действии прямых солнечных лучей и температуры +30° и выше детонирующий шнур становится опасным в обращении, чувствительность к удару и трению значительно возрастает.

Перед применением детонирующий шнур осматри-



Рис. 7. Детонирующий шнур:  
1 — направляющие нити; 2 — сердцевина; 3 — воспламенительный состав; 4 — воск и озокерит

вают, проверяя сохранность внешней оболочки, отсутствие переломов, резких перегибов, разлохмаченных концов, утолщений и т. п. Места повреждений необходимо вырезать и уничтожить.

Концы детонирующего шнура, предназначенного для применения под водой, должны быть хорошо изолированы водонепроницаемой мастикой или изоляционной лентой. Шнур взрывается при условии, что длительность его пребывания в воде не превышает 12 часов.

Промышленность выпускает несколько видов детонирующих шнуров; на подводных работах наиболее часто применяется ДШ-48.

Детонирующий шнур взрывается от капсуля-детонатора (электродетонатора), который прикрепляют к концу шнура нитками или изоляционной лентой. Другой конец шнура подводят к заряду, завязывают узлом и помещают внутрь заряда или навивают на него, а затем плотно привязывают шпагатом. Такой способ взрывания называется бескапсюльным и рекомендуется для подводных зарядов. Другой способ взрывания заключается в том, что на конец шнура, подводимый к заряду, ставят капсуль-детонатор (как и при изготовлении зажигательной трубки) и капсуль помещают в гнездо шашки или внутрь заряда.

Детонирующий шнур выпускается отрезками длиной по 50 или 100 м, свернутыми в круги. Основные данные шнуров приведены в приложении 6.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что относится к средствам взрывания?
2. Для чего служит и как устроен капсуль-детонатор?
3. Какие виды капсулей-детонаторов вы знаете?
4. Как следует обращаться с капсулями-детонаторами?
5. Как устроен и для чего служит огнепроводный шнур?
6. Какова скорость горения нормально и медленно горящего шнура?
7. Как устроен и для чего служит электродетонатор?
8. Как подразделяются электродетонаторы в зависимости от скорости детонации?
9. В чем заключается особенность устройства электродетонаторов для подводных работ?
10. Как устроен и для чего служит детонирующий шнур?
11. Чем отличается детонирующий шнур от огнепроводного по внешнему виду?
12. Какие меры безопасности следует принимать при обращении с детонирующим шнуром?

#### ГЛАВА III

### СПОСОБЫ ВЗРЫВАНИЯ § 17.

#### Огневое взрывание (основные указания)

Для огневого взрывания зарядов ВВ служат капсули-детонаторы и огнепроводный шнур. Пламя горящего шнура возбуждает взрыв капсуля-детонатора, в результате чего взрывается заряд.

Применение этого способа взрывания для подводных работ имеет следующие недостатки:

- заряды ВВ помещают на взрываемый объект без водолаза; это исключает точное размещение зарядов;
- исключается одновременное массовое взрывание зарядов;
- гарантированная глубина погружения зарядов вследствие промокания огнепроводного шнура не превышает 2—3 м; количество последовательно взрываемых зарядов не превышает 8—10 шт.

Однако способ огневого взрывания в отдельных случаях имеет преимущество перед электрическим или бескапсюльным взрыванием, описание которых приведено ниже. К достоинствам способа относится простота изготовления зарядов и оперативность работ, поэтому он нашел широкое применение при углублении отелей, каменных банок и гряд, углублении речных перекатов, при рыхлении грунта для землечерпательных снарядов и в других случаях.

Заряды, взрывающиеся огневом способом, погружают на грунт с кормы шлюпки или несамоходного бота.

Для огневого взрывания зарядов необходимо предварительно сделать зажигательные трубки, представляющие собой капсули-детонаторы, в которые вставлены отрезки огнепроводного шнура. Длина шнура в трубках не должна быть менее 1 м и более 8—10 м (для взрывания ледяных заторов допускается в особых случаях длина шнура 15—25 см).

Зажигательные трубки изготовляются следующим образом. От круга огнепроводного шнура отрезают концы, длина которых должна быть достаточной для принятых зарядов. Шнур режут чистым острым ножом на деревянной подкладке. Непосред-

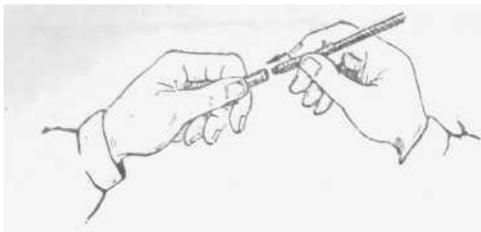


Рис. 8. Вставка огнепроводного шнура в капсюль-детонатор

ственно перед изготовлением трубок от каждого конца шнура отрезают примерно по 5 см, чтобы удалить участки с отсыревшей или поврежденной сердцевиной (особенно если шнуры хранились некоторое время на складе). Срез должен быть чистым и под прямым углом к оси шнура.

Чистый конец шнура вводят в капсюль (рис. 8) до отказа (при этом капсюль-детонатор нельзя вращать), после чего гильзу



Рис. 9. Обжатие капсюля-детонатора

капсюля-детонатора обжимают (не далее 5 мм от конца гильзы) специальным обжимом (рис. 9); при этом из гильзы легким постукиванием предварительно должны быть удалены посторонние частицы. Положение шнура в капсюле-детонаторе показано на рис. 10.

После обжима место соединения обвертывают изоляционной лентой (рис. 11). Общий вид зажигательной трубки приведен на рис. 12.

Помимо зажигательных трубок, на работах применяют так называемые контрольные трубки (рис. 13) для предупреждения



Рис. 11. Герметизация зажигательной трубки: 1 — капсюль-детонатор; 2 — лента; 3 — огнепроводный шнур

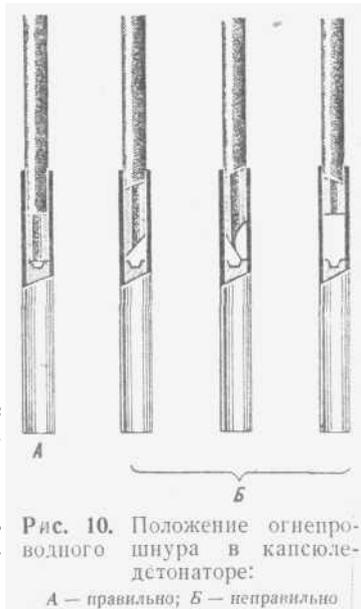


Рис. 10. Положение огнепроводного шнура в капсюле-детонаторе:

А — правильно; Б — неправильно

взрывников о времени отхода в укрытие. Контрольная трубка устроена так же, как зажигательная, но длина ее на 60 см меньше. При взрывании зарядов сначала зажигают контрольную трубку и отбрасывают ее на 5—6 м в сторону. После этого зажигают трубки зарядов ВВ. С момента взрыва контрольной трубки взрывник прекращает дальнейшее поджигание трубок зарядов и уходит в укрытие (на шлюпке отходит на безопасное расстояние). Контрольные трубки применяются при взрывании пяти и более зарядов.

Зажигательные и контрольные трубки изготовляют в специальных помещениях на столах, обитых брезентом по войлоку



Рис. 12. Общий вид зажигательной трубки:

1 — капсюль-детонатор; 2 — огнепроводный шнур; 3 — изоляция



Рис. 13. Контрольная трубка:

1 — капсюль-детонатор; 2 — огнепроводный шнур; 3 — отличительный знак

или резиной толщиной не менее 3 мм; стелы должны иметь бортики. На столе одновременно может быть не более 100 шт. капсюлей-детонаторов и соответствующее количество шнура.

Изготовленные зажигательные трубки укладывают в «руги» отдельно от контрольных трубок; при этом на контрольных трубках рекомендуется ставить дополнительно какой-либо отличительный знак. Переносить зажигательные трубки разрешается только в специальной сумке отдельно от других взрывчатых материалов.

Для зажигания трубки в 2 см от ее конца делают косой надрез до пороховой сердцевины (рис. 14) и подносят к нему пламя (фитиля, свечи или другого источника). Спичками разрешается зажигать только одиночные заряды. Головку спички следует приложить к сердцевине шнура, а коробкой чиркнуть по головке (рис. 15).

Находясь в укрытии или в шлюпке на безопасном расстоянии от места взрыва, взрывник должен вести счет взорвавшихся зарядов для того, чтобы определить, все



Рис. 14. Надрез огнепроводного шнура



Рис. 15. Зажигание спичкой огнепроводного шнура

ли подожженные им заряды взорвались.

В случае если взрывник не досчитает одного или нескольких взрывов или если возникает сомнение в количестве взорвавшихся зарядов (при одновременном взрыве двух или трех зарядов), то подход к месту взрыва, а также спуск водолаза под воду разрешается лишь через 15 минут, считая с момента последнего взрыва. Если количество взрывов соответствует

количеству подожженных зарядов, то подход к месту взрыва, а также спуск водолаза под воду разрешается через 5 минут после последнего взрыва. Границы опасной для людей зоны разлета осколков должны быть обозначены хорошо видимыми условными знаками. Во время взрывных работ граница опасной зоны должна охраняться проинструктированными лицами. В качестве зрительных сигналов на границах опасной зоны используются красные флаги или щиты в светлое время суток и красные фонари в темное время суток.

Помимо зрительных сигналов, применяются следующие проводимые ниже звуковые сигналы, которые подаются свистком, сиреной или ударами в рынду и должны быть хорошо слышны на границах опасной зоны.

Первый сигнал — предупредительный. По этому сигналу все не занятые взрыванием должны удалиться в безопасное место, а лица охраны становятся на границах опасной зоны. Одновременно выставляются зрительные сигналы, а взрывники подносят взрывчатые материалы и приступают к заряджанию.

Второй сигнал — боевой. По этому сигналу взрывники зажигают шнуры и удаляются в укрытие, а при электрическом взрывании ■ — включают ток.

Третий сигнал — отбой. Подается только после осмотра взрывником места взрыва и означает окончание взрывных работ. По этому сигналу снимается охрана границ опасной зоны и зрительные сигналы.

## § 18. Электрическое взрывание

а) Общие сведения. Приоритет применения электрического взрывания зарядов ВВ, широко распространенного в современной практике взрывного дела, принадлежит нашей стране. Этот способ был предложен еще в 1812 г. русским ученым П. Л. Шиллингом.

Электрический способ взрывания является более надежным и широко применяется на подводных работах благодаря ряду

преимуществ перед огневым. К таким преимуществам относятся: возможность взрывать заряды на необходимой глубине, возможность широкого использования водолазного труда для установки зарядов, а также возможность одновременно взрывать группы зарядов. К недостаткам способа относятся: сложность изготовления электро-взрывных сетей, необходимость проверки электродетонаторов на проводимость и необходимость тщательной изоляции соединений.

Сущность способа электрического взрывания заключается в том, что взрыв заряда вызывается электродетонатором, через который проходит электрический ток.

Для электрического взрывания под водой необходимо иметь электродетонаторы, источник тока, изолированные провода, проверочные и измерительные приборы и изоляционную ленту.

В качестве источников тока на подводных работах применяют взрывные машинки ПМ-1, ПМ-2 и КПМ-2, а в отдельных случаях также сухие батареи, аккумуляторы, осветительные и силовые сети.

Совокупность электродетонаторов, соединенных проводами с источниками тока, называется электровзрывной сетью. Провода, идущие от источника тока к зарядам, называются магистральными, между зарядами — участковыми.

б) Взрывная машинка ПМ-1. Взрывная машинка ПМ-1 (рис. 16) представляет собой динамомашину постоянного тока с пружинным заводом. Вес машинки около 7 кг; размеры 100 X 125 X 215 мм. Машинкой можно взорвать до 100 шт. последовательно соединенных электродетонаторов при длине магистральных проводов до 2 км. По данным Союзвзрывпрома машинка ПМ-1 безотказно взрывает группы электродетонаторов, если внешнее сопротивление электровзрывной сети не превышает 130 ом; сила тока, приходящаяся при этом на один электродетонатор, равна примерно 1,8 а, что гарантирует взрыв каждого электродетонатора.

Для производства взрыва машинкой ПМ-1 необходимо:

— вынуть ключ из гнезда кожуха, вставить его в отверстие дверцы и, вращая влево, отвернуть винт, а затем открыть дверцу;  
1 — вынуть ключ из отверстия дверцы, вставить его в правое

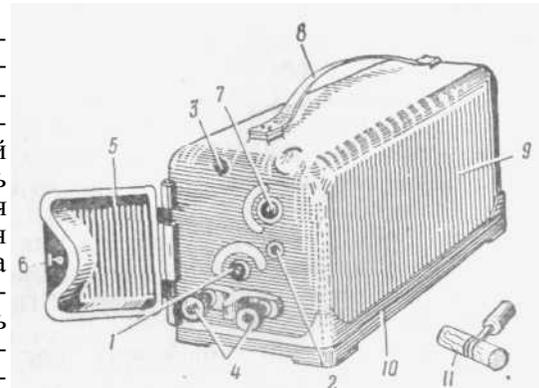


Рис. 16. Взрывная машинка ПМ-1:

1 — гнездо вала пружины; 2 — гнездо винта запора дверцы; 3 — гнездо для хранения ключа; 4 — зажимы; 5 — дверца; 6 — винт запора дверцы; 7 — гнездо спускового валика; 8 — кожаная ручка; 9 — кожух; 10 — станина; 11 — ключ

верхнее гнездо на панели с надписью «взрыв» и повернуть на четверть оборота влево;

— вставить ключ в нижнее гнездо и завести пружину, вращая ключ вправо до отказа (6—7 оборотов);

— присоединить концы магистральных проводов от взрывной сети к зажимам на панели, не допуская замыкания проводов между собой и с корпусом машинки;

— вставить для выполнения взрыва ключ в верхнее гнездо панели «взрыв» и повернуть его вправо на четверть оборота; после взрыва зарядов вынуть ключ из гнезда и отключить концы магистральных проводов;

— закрыть дверцу, завернуть ключом и вставить ключ в гнездо для хранения.

Перед применением машинку необходимо проверить. Для проверки механической части машинки требуется завести и спустить пружину по указаниям, приведенным выше. Если пружина раскручивается медленно, завод и спуск необходимо повторить несколько раз для разогревания смазки (в особенности зимой).

Исправность электрической части машинки может быть проверена специальным прибором — пультом, а при отсутствии пульта — путем взрыва двух параллельно соединенных электродетонаторов; исправность машинки проверяют также электролампой напряжением 220 в. Если машинка исправна, нить лампы после включения в сеть дает белый накал.

Машинку разбирать воспрещается. Взрывнику разрешается только снимать кожу для чистки, смазки и замены неисправной пружины. Порядок замены пружины следующий:

— на дне корпуса машинки отвернуть четыре винта, удерживающие пластинку;

— снять пластинку и вынуть раму с запасной пружиной;

— отвернуть четыре угловых винта и снять кожу;

— снять раму с неисправной пружиной и установить на ее место раму с запасной пружиной, при этом предварительно необходимо поставить сегмент контактного приспособления таким образом, чтобы он касался обоих контактов;

— проверить работу машинки; если она исправна — надеть кожу.

Пружину в заведенном состоянии снимать воспрещается. Хранить машинку необходимо в сухом, отапливаемом помещении. Пружина должна быть спущена. Чистка машинки заключается в обтирании ее от пыли ветошью и кисточкой.

Во время работы машинку следует оберегать от ударов, падения (особенно при заведенной пружине), заливания водой и т. д.

в) **Взрывная машинка ПМ-2.** Взрывная машинка ПМ-2 (рис. 17) представляет собой динамомашину постоянного тока с приводным механизмом и служит для взрывания электродетонаторов в количестве до 25 шт., соединенных последовательно, при длине магистральных проводов до 600 м. З<sup>с</sup> машинки ОКОЛО

2,5 кг; размеры 70 X ПО X X 120 мм. Машинка развивает напряжение 120 в и при внешнем сопротивлении 80 ом дает ток силой 1,5 а. Для производства взрыва машинкой ПМ-2 необходимо:

— присоединить концы магистральных проводов к зажимам машинки, не допуская замыкания проводов между собой и с корпусом машинки;

— правой рукой резко повернуть ключ вправо до отказа (для производства взрыва);

— после взрыва отсоединить концы магистральных проводов, вынуть ключ из гнезда машинки и вложить его в петлю на ремне.

Перед применением машинку проверяют. Исправность механической части проверяется поворотом ключа, вставленного в гнездо машинки. Легкое плавное вращение с ощущением работы зубчатых передач указывает на исправность механизма.

Электрическая часть проверяется так же, как и у машинки ПМ-1. При проверке накалом электроламп берется лампа для напряжения 127 в.

Следует иметь в виду, что машинка ПМ-2 дает необходимое напряжение тока лишь при резком повороте ключа до отказа.

г) **Конденсаторная машинка КММ-2.** Конденсаторная взрывная машинка КММ-2 (рис. 18) работает на принципе постепенной зарядки конденсатора-накопителя от маломощного источника электрической энергии с последующей мгновенной отдачей накопленной энергии в электровзрывную сеть. Машинка развивает напряже-

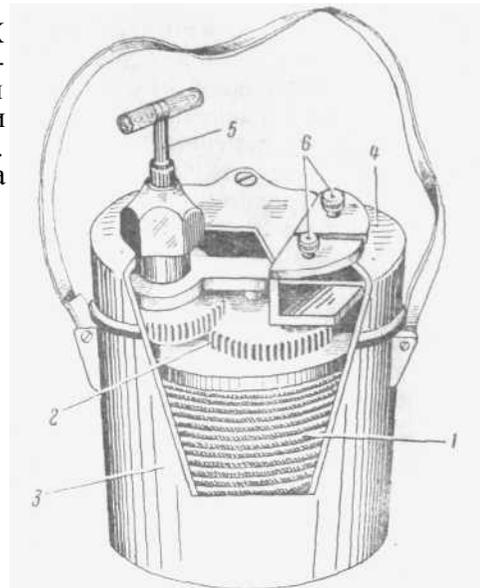


Рис. 17. Взрывная машинка ПМ-2:

1 — динамомашинка; 2 — шестереночный передаточный механизм; 3 — кожух; 4 — крышка; 5 — ключ; 6 — зажимы

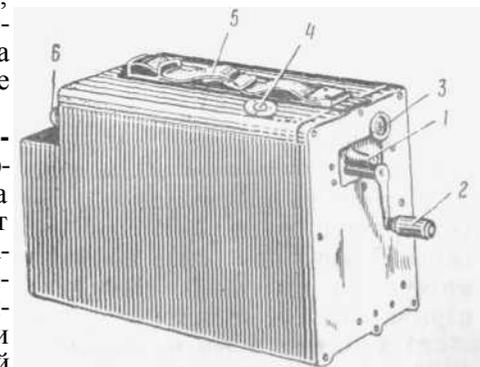


Рис. 18. Конденсаторная взрывная машинка КММ-2:

1 — пружинная защелка; 2 — ручка индуктора; 3 — кнопка взрыва; 4 — смотровое окно с неоновой лампой; 5 — ремень для переноски машинки; 6 — зажимы для магистральных проводов

ние до 1500 в и взрывает до 300 штук электродетонаторов, соединенных последовательно при общем сопротивлении сети до 150 ом. Машинкой можно также взорвать группы электродетонаторов, соединенных параллельно или смешанно. При параллельном соединении в две ветви и общем сопротивлении сети не более 30 ом можно взорвать по 20 последовательно включенных электродетонаторов в каждой ветви. При параллельно-последовательном соединении и общем сопротивлении сети не более 30 ом можно взорвать до 20 последовательно включенных пар электродетонаторов.

Машинка хорошо работает в интервале температур +40°.

Вес машинки КПМ-2 около 6 кг; размеры 120X185X260 мм. Машинка имеет пластмассовый корпус со съёмной торцевой крышкой.

Для производства взрыва машинкой КПМ-2 необходимо:

- открыть крышку брезентового чехла; одной рукой отвести защелку, а другой вернуть ручку индуктора (ключ) до отказа;
- равномерно вращать ручку индуктора по часовой стрелке со скоростью 3—4 об/сек до ровного свечения неоновой лампы; вращать следует не более 15 сек.;
- не вывертывая ручку индуктора, присоединить зачищенные концы магистральных проводов к зажимам машинки;
- для производства взрыва резко нажать кнопку до отказа;
- резким поворотом против часовой стрелки вывернуть и снять ручку индуктора;
- отключить концы магистральных проводов и закрыть крышку чехла.

Проверка исправности машинки КПМ-2 выполняется взрыванием двух параллельно соединенных электродетонаторов через пульт КПМ. Пульт представляет собой проволочное сопротивление в 550 ом, размещенное в пластмассовом корпусе. При взрывании четырех последовательно соединенных электродетонаторов необходимо брать добавочное сопротивление 120 ом.

При работе и хранении машинки необходимо оберегать ее от влаги и пыли. Замыкание зажимов металлическими предметами в момент нажатия кнопки взрыва не допускается.

При вывертывании ручки индуктора конденсатор-накопитель автоматически разряжается на разрядное сопротивление. При температуре выше +25° конденсатор разряжается в течение около 5 мин., при более высокой температуре еще быстрее. Поэтому при взрывании зарядов ручку индуктора до момента взрыва снимать не рекомендуется.

д) Сухие батареи и аккумуляторы. Сухие батареи состоят из отдельных элементов, соединенных последовательно. В практике подводных работ наиболее широко применяются батареи БАС-60 (из 40 элементов) и БАС-80 (из 60 элементов). Реже применяются батареи меньшей емкости — КБС-0,35 (из трех элементов) или СБС-6 (из шести элементов).

Характеристика сухих батарей приведена в приложении 7.

Перед применением батареи ее следует проверить на пригодность к использованию. Батареи БАС-60 и БАС-80 проверяют включением на короткое время электрической лампы напряжением ПО—127 в. Батарея считается исправной, если лампа загорается желтым светом (полнакала) от батареи БАС-60 и ярко-желтым светом от батареи БАС-80. Батареи КБС-0,35 и СБС-6 проверяют лампочками от карманного фонаря.

Выводные концы батареи должны быть постоянно разомкнуты и изолированы липкой изоляционной лентой или мастикой. В холодное время года батареи необходимо сохранять в тепле, так как при понижении температуры напряжение их резко падает и может дойти до нуля. При работе зимой батареи следует завертывать в бумагу, войлок или шерстяную ткань для предохранения от охлаждения. Падение напряжения от низкой температуры носит временный характер, с повышением температуры до +5° и выше напряжение батарей восстанавливается.

После разрядки батареи приходят в негодность и заменяются новыми.

Аккумуляторы бывают кислотные и щелочные. В отличие от батарей аккумуляторы после их разрядки могут быть вновь заряжены и использованы.

Аккумуляторы выпускаются напряжением в 6, 12 и 24 в в зависимости от количества элементов.

При работе с аккумуляторами необходимо следить, чтобы пробки на них были плотно завернуты, при перевозке и хранении оберегать от ударов, резких толчков, не переворачивать вниз пробками и т. д. В зимнее время аккумуляторы следует утеплять, так как при низких температурах снижается их напряжение и уменьшается емкость.

Для создания в сети необходимого напряжения и силы тока батареи и аккумуляторы следует соединять между собой параллельно или последовательно в зависимости от требуемого напряжения или силы тока в сети. При параллельном соединении, когда плюс одной батареи соединяют с плюсом другой, а минус одной с минусом другой, напряжение остается неизменным, а сила тока увеличивается. При последовательном соединении (плюс одной батареи соединяют с минусом другой и т. д.) напряжение увеличивается, а сила тока остается неизменной.

Для производства взрыва при помощи батарей или аккумуляторов необходимо:

- открыть крышку ящика, в котором постоянно хранятся батареи;
- снять изоляционную ленту (мастику) с выводных концов, зачистить их до блеска и плотно скрутить;
- зачистить до блеска и скрутить концы магистральных проводов, идущих от зарядов;

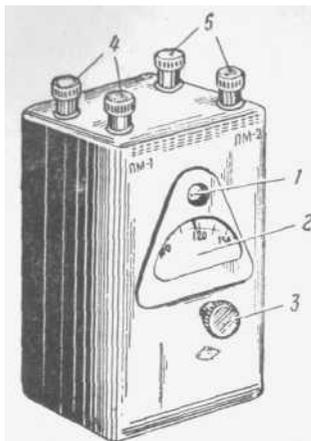


Рис. 19. Пульт прямоугольный:

1 — неоновая лампа; 2 — диск реостата; 3 — ручка реостата; 4 и 5 — зажимы для подключения проверяемых машинок

должен постоянно находиться в специальном ящике, запирающемся на замок. е) Проверочные и измерительные приборы. В качестве проверочных и измерительных приборов при электровзрывании пользуются контрольным пультом и малым или большим омметром. К о н т р о л ь н ы й п у л ь т бывает прямоугольной (рис. 19) или цилиндрической (рис. 20) формы. Пульт служит для проверки электрической части взрывных машинок ПМ-1 и ПМ-2. Вес пульта около 0,5 кг.

Пульт состоит из пластмассового корпуса, в котором помещены неоновая лампа, вращающийся диск реостата с двумя шкалами делений и добавочное сопротивление. На передней части корпуса имеются два смотровых окна — одно для наблюдения за вспышкой неоновой лампы, другое — для отсчета величины напряжения по шкале. Шкала с делениями от 230 до 350 в служит для проверки машинки ПМ-1, а с делениями от 90 до 150 в — для проверки машинки ПМ-2. Для вращения диска реостата на передней или торцевой части пульта имеется рукоятка. На другой торцевой части пульта расположены четыре зажима:

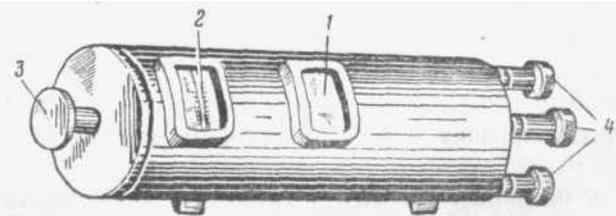


Рис. 20. Пульт цилиндрический:

1 — смотровое окно; 2 — шкала; 3 — ручка реостата; 4 — зажимы для подключения проверяемых машинок

— прочно соединить один конец магистрального провода с одним из выводов батареи (аккумулятора); на место соединения наложить изоляционную ленту; — другой конец магистрального провода плотно наложить на свободный вывод батареи (аккумулятора); — после взрыва отсоединить магистральные провода от выводных концов и наложить изоляцию на каждый из выводов.

Электроосветительные сети имеют напряжение 127 или 220 в и применяются для взрывания групп электродетонаторов, соединенных последовательно, параллельно и смешанно. Для включения тока в электровзрывную сеть (производится только в присутствии электрика) необходимо пользоваться рубильником, который



Рис. 21. Проверка исправности машинки

два — для подключения к машинке ПМ-1, другие два — для подключения к машинке ПМ-2. Машинки следует подключать изолированными проводами. Взрывные машинки проверяют в следующем порядке. После подключения машинки к соответствующим зажимам пульта (рис. 21) устанавливают шкалу реостата вращением круглой рукоятки против цифры 290 для машинки ПМ-1 или против цифры 120 для машинки ПМ-2. При спуске пружины должна загореться неоновая лампочка пульта. При отсутствии вспышки шкалу устанавливают на меньшее деление. Если при показании шкалы 230 для машинки ПМ-1 или 90 для машинки ПМ-2 неоновая лампа не загорается, то машинки считаются неисправными и к работе не допускаются.

Пульт может быть проверен исправной машинкой. Для этого его необходимо подключить к машинке, установить шкалу пульта соответственно напряжению принятой машинки и спустить пружину (взрыв). Если при этом загорится неоновая лампа пульта, то пульт можно считать исправным.

М а л ы й о м м е т р О К (омметр карманный) служит для проверки исправности электродетонаторов и проводов, а также для приближенного измерения сопротивления электровзрывной сети. Омметр смонтирован в деревянном или пластмассовом корпусе, имеющем два отделения. В одном отделении помещается прибор для измерения сопротивления от 0 до 5000 ом, в другом — питающая прибор батарея КБС-0,35 (от карманного фонаря). Благодаря добавочному сопротивлению в 300 ом батарея дает на зажимах прибора безопасную силу тока 0,015 а, при которой электродетонатор не может взорваться.

Размеры омметра 40 X 80 X 80 мм; вес около 0,5 кг.

На рис. 22 показан общий вид малого омметра.

Перед применением омметра необходимо

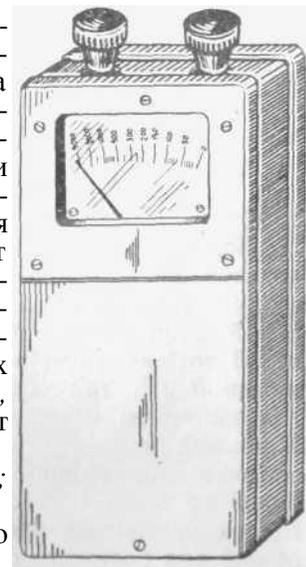


Рис. 22. Общий вид малого омметра

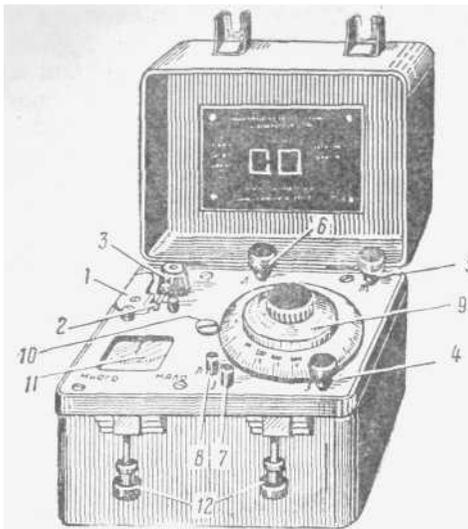


Рис. 23. Большой омметр:

1 — рычаг тормоза; 2 — тормоз; 3 — регулятор стрелки; 4, 5 и 6 — зажимы; 7 и 8 — кнопки; 9 — реохора со шкалой; 10 — указатель; 11 — стрелка гальванометра; 12 — откидные винты, крепящие крышку

Малым омметром электродетонаторы проверяют в следующем порядке. К зажимам омметра подключают концевики электродетонатора; если стрелка прибора отклоняется вправо до нуля, электродетонатор считается исправным. При проверке электровзрывной сети концы ее также подключают к зажимам прибора. Отклонение стрелки вправо свидетельствует о целостности проводников в сети; цифра на шкале омметра, против которой остановится стрелка, показывает примерное сопротивление сети в омах.

Большой омметр ЛМВ-47 (линейный мостик взрывной) служит для точного измерения сопротивления электродетонаторов, проводов и электровзрывных сетей. Омметр смонтирован в металлическом корпусе с крышкой, размеры прибора 165 X 165 X 200 мм; вес 5 кг.

Под крышкой прибора расположена панель, на которой находится вращающийся реохорд (проволочное сопротивление) с двумя шкалами делений: одна шкала для измерения сопротивлений в пределах от 0,2 до 50 ом, другая — для сопротивлений от 50 до 5000 ом. На панели имеются две кнопки с обозначениями Л и З, три зажима Л, Ж и З, тормоз, регулятор стрелки гальванометра и смотровое окно для наблюдения за стрелкой. В нижней части корпуса в специальном гнезде помещается сухой элемент напряжением 1,45 в, дающий на зажимы прибора ток силой не более 0,01 а. Корпус прибора влагонепроницаем благодаря резиновым прокладкам и винтам. На рис. 23 приведен общий вид большого омметра.

Перед измерением сопротивления прибор проверяется в следующем порядке. Концом провода соединяют зажимы Л и Ж

димо убедиться в его исправности. Для прорерки следует замкнуть накоротко зажимы омметра, при этом стрелка прибора должна отклониться вправо (к нулю). Если стрелка до нуля не дойдет, ее регулируют вращением регулирующего винта на задней стенке корпуса. Если и в этом случае подвести стрелку к нулю не удастся, необходимо заменить батарею новой и вновь проверить и отрегулировать прибор. Омметр считается неисправным, если его стрелка не доходит до нуля.

Малым омметром электродетонаторы проверяют в следующем порядке. К зажимам омметра подключают концевики электродетонатора; если стрелка прибора отклоняется вправо до нуля, электродетонатор считается исправным.

или З и Ж и нажимают в первом случае кнопку Л, а во втором — кнопку З.

При исправном омметре стрелка гальванометра полностью отклонится в левую сторону с надписью «много». Если стрелка не отклонится или отклонится незначительно, то заменяют элемент другим и снова проверяют. Если и в этом случае стрелка не отклонится, прибор считается неисправным.

Для измерения сопротивления электродетонаторов и проводов в пределах от 0,2 до 50 ом необходимо выполнить следующее:

- поставить прибор в горизонтальное положение, открыть крышку и освободить стрелку гальванометра поворотом рычага тормоза влево;

- установить стрелку гальванометра на нуль осторожным вращением регулятора;

- подключить провода измеряемого сопротивления к зажимам З и Ж; следить, чтобы оголенные провода не касались корпуса омметра;

- нажать кнопку З, и если при этом стрелка гальванометра отклонится, то, не отпуская кнопку З, осторожно вращать реохорд со шкалой до тех пор, пока стрелка не станет на нуль;

- опустить кнопку, прочесть показания в омах по нижней шкале против указателя;

- отключить измеренное сопротивление, повернув рычаг тормоза, и закрыть крышку омметра.

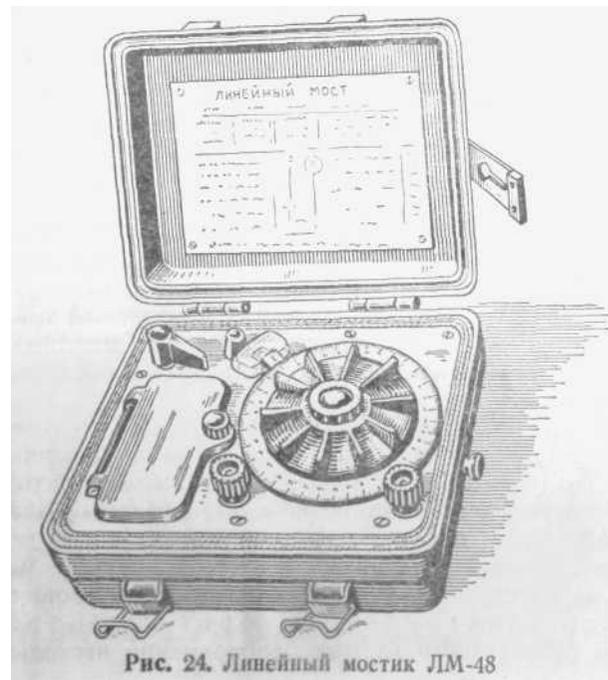


Рис. 24. Линейный мостик ЛМ-48

Для измерения сопротивления от 50 до 5000  $\text{ом}$  следует измеряемую сеть подключить к зажимам Л и Ж и нажать кнопку Л. В этом случае показание в омах отсчитывают по верхней шкале подвижного реохорда.

В остальном порядке измерения тот же, что и при измерении малых сопротивлений.

Линейный мостик ЛМ-48 (рис. 24) смонтирован в металлическом корпусе размерами 75 X 140 X 65 мм; вес мостика около 1,5 кг. На верхней панели мостика расположены: отделение с крышкой для элемента, окно гальванометра, переключатель, кнопка корректора, лимб с делениями, нажимная кнопка лимба и два зажима для подключения концов электровзрывной сети или электродетонатора.

Мостик служит для измерения электрического сопротивления сети и детонаторов и имеет две шкалы: одну внешнюю, идущую по краю лимба, с делениями от 0,2 до 50  $\text{ом}$  и другую внутреннюю — с делениями от 20 до 5000  $\text{ом}$ . Первая шкала служит для измерения сопротивления электродетонаторов, вторая для электровзрывной сети.

Для измерения сопротивления необходимо перед подключением концов проводов установить корректором стрелку гальванометра на среднюю отметку шкалы.

Чтобы измерить сопротивление необходимо:

— подключить концы линии или электродетонатора к зажимам;

— поставить переключатель в положение «линия» (при измерении линии) или «запал» (при измерении электродетонатора);

— нажать кнопку лимба и вращать лимб, пока стрелка не станет на среднюю отметку шкалы;

— отсчитать значение в омах по внутренней шкале (при измерении линии) и по внешней шкале (при измерении детонатора).

Указания по работе с омметрами. Водолаз-взрывник должен работать на исправных приборах. Во избежание взрыва проверку и подбор электродетонаторов по сопротивлению производят на приборах, дающих на зажимах безопасный ток силой не более 0,05 а. Омметры необходимо проверять милливольтамперметрами не менее четырех раз в год, а также после замены элемента.

Проверка исправности электродетонаторов и измерение их сопротивлений производится в специальных помещениях или на открытом воздухе. Вблизи проверяющего может находиться не более 100 штук электродетонаторов. Проверяемый электродетонатор необходимо помещать в металлическую футерованную трубу (рис. 25) или за щит из досок толщиной не менее 5 см (рис. 26) на расстоянии не ближе 5 м от проверяющего.

Подбор электродетонаторов по сопротивлению. Для безотказного взрыва одновременно нескольких элек-

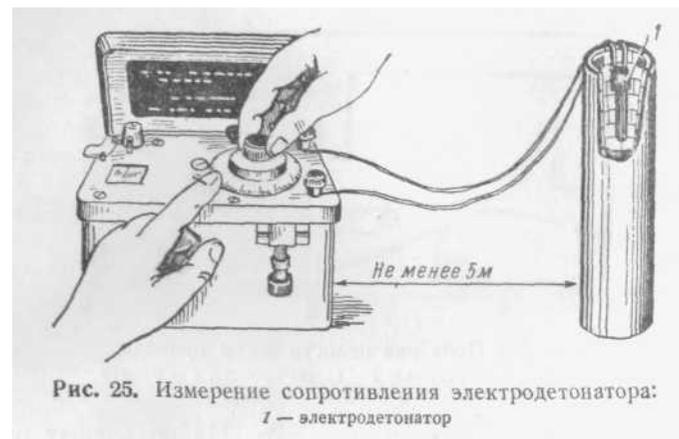


Рис. 25. Измерение сопротивления электродетонатора:  
1 — электродетонатор

тродетонаторов их подбирают по группам с одинаковым сопротивлением. Разница в сопротивлении между электродетонаторами одной группы не должна превышать 0,25  $\text{ом}$  (для электродетонаторов с сопротивлением до 1,25  $\text{ом}$ ) и 0,30  $\text{ом}$  (для электродетонаторов с сопротивлением от 1,25 до 2,0  $\text{ом}$ ). Например, имеются электродетонаторы с сопротивлением: № 1 — 1,1  $\text{ом}$ ; № 2 — 1,7  $\text{ом}$ ; № 3 — 1,2  $\text{ом}$ ; № 4 — 2,0  $\text{ом}$  и т. д. В одну группу можно отнести электродетонаторы № 1 и № 3, в другую — № 2 и № 4.

При проверке и измерении сопротивления необходимо следить за тем, чтобы проводники, подключаемые к приборам, были зачищены до блеска, плотно зажаты винтами и не соединялись с корпусом прибора или между собой зачищенными местами.

Обращение с омметрами. При переноске большого омметра стрелка прибора должна быть застопорена тормозом. Омметры необходимо оберегать от толчков, ударов, падения и т. п., а также от сырости. Хранить омметры необходимо в сухом отапливаемом помещении. Разборку и ремонт неисправных омметров водолазы-взрывники не производят, а сдают в специальные мастерские.



Рис. 26. Проверка исправности электродетонатора:  
1 — электродетонатор



ж) Провода и электровзрывная сеть. На подводных работах применяют медные и алюминиевые провода с резиновой и хлорвиниловой изоляцией. Наибольшее распространение получили саперные провода марок СП-1 и СП-2 (медные с резиновой изоляцией и хлопчатобумажной оплеткой в одну или две жилы сечением по  $0,75 \text{ мм}^2$ ). Звонковые провода для подводных работ применять нельзя из-за недостаточной их изоляции (провода имеют хлопчатобумажную изоляцию, пропитанную парафином). Характеристики проводов приведены в приложении 8. Перед применением проводов их проверяют на целостность жилы и сохранность изоляции.

Целость жилы проверяется большим или малым омметром (рис. 27). Если жила исправна, то после подключения концов провода к клеммам малого омметра стрелка его отклонится вправо, показывая величину сопротивления в омах. Если стрелка не отклоняется, выюшку разматывают и находят место разрыва. Место разрыва может быть определено на ощупь или прокалыванием изоляции булавкой до контакта с жилой и подключением булавки отрезком провода к одной из клемм омметра при условии, что конец проверяемого провода соединен с клеммой. Провод прокалывают через 5—10 м по длине (рис. 28). Места

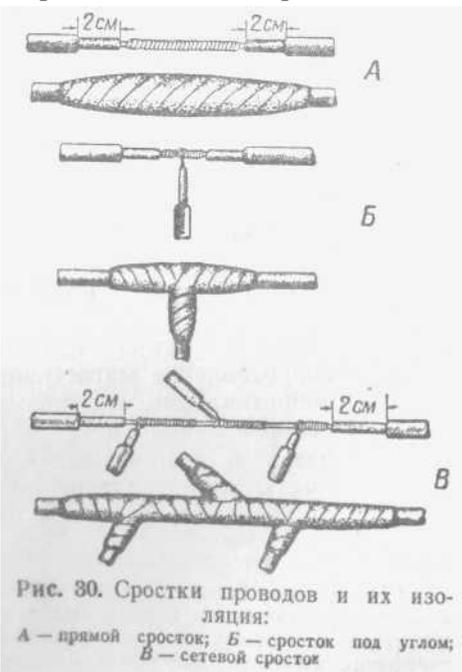
проколов затем должны быть залиты резиновым клеем и обернуты изоляционной лентой. Найденное место разрыва жилы зачищают, соединяют с другим концом провода и тщательно изолируют.

Целость изоляции провода проверяют погружением провода в морскую или соленую воду (1—2 стакана соли



на ведро воды). В бочку опускают чистый медный лист (0,4X0,4 ж), от которого идет провод к омметру. Испытываемый провод погружают в воду (рис. 29). Изоляция считается исправной, если через 20—30 минут после подключения провода стрелка омметра не отклонится в сторону или покажет сопротивление не менее  $3000 \text{ ом}$ . При неисправности изоляции (величина сопротивления менее  $3000 \text{ ом}$ ) место повреждения обнаруживают путем постепенного выгибания свободного конца провода из бочки с одновременным наблюдением за стрелкой омметра. Отклонение стрелки в сторону увеличения сопротивления покажет, что поврежденный участок вышел из воды.

Провода соединяются в виде прямых сростков, сростков под углом и сетевых сростков (рис. 30). Сращивание проводов производят в следующем порядке. На расстоянии 3 см от свободного конца провода ножом делают круговой надрез изоляции до жилы, затем снимают изоляцию, оголенную часть жилы скручивают и зачищают ножом до блеска, зачищенные концы жилы накладывают друг на друга, плотно скручивают между собой, а затем тщательно изолируют резиновой или липкой изоляционной лентой.



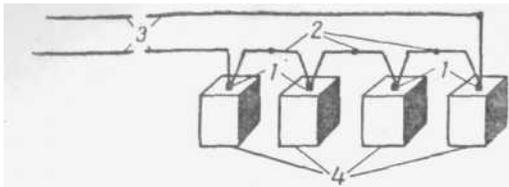


Рис. 31. Последовательное соединение зарядов:  
1 — электродетонаторы; 2 — участковые провода;  
3 — магистральные провода; 4 — заряды ВВ

Для одновременного взрыва нескольких зарядов электродетонаторы этих зарядов соединяют между собой участковыми проводами. Соединение электродетонаторов в сети бывает последовательное, параллельное и смешанное. Выбор способа соединения зависит главным образом от

применяемого источника тока. Как уже указывалось, машинками ПМ-1 и ПМ-2 можно взорвать заряды, соединенные последовательно<sup>1</sup>, а машинкой КПМ-2 — при соединениях всех видов.

Последовательное соединение (рис. 31) представляет собой такое соединение, при котором один проводник первого электродетонатора присоединяют к проводнику второго электродетонатора, затем второй к третьему и т. д. Оставшиеся свободными проводники первого и последнего электродетонатора присоединяют к магистральным проводам. Это наиболее распространенная схема соединения проводов при взрыве.

К недостаткам этой схемы соединения относятся:

— при неисправности одного из электродетонаторов или при обрыве какого-либо провода вся взрывозрывная сеть окажется разомкнутой, ток от источника по проводам не пойдет и взрыва не будет;

— при различной величине сопротивления отдельных электродетонаторов может взорваться тот электродетонатор, который имеет большее сопротивление, что приведет к замыканию взрывозрывной сети и отказу других зарядов.

Элементарный расчет последовательного соединения электродетонаторов можно выполнять по формуле

$$R = R_n + R_y + R_d, \quad (1)$$

где  $R$  — общее сопротивление всей взрывозрывной сети в омах;

$R_n$  — сопротивление магистральных проводов;

$R_y$  — сопротивление участковых проводов;

$R_d$  — сопротивление всех электродетонаторов, равное их числу  $n$ , умноженному на сопротивление каждого из них  $g$ ; сопротивление одного электродетонатора с константовым мостиком равно примерно двум омам.

<sup>1</sup> По данным Союзвзрывпрома машинка ПМ-2 непригодна для взрывания электродетонаторов с константовыми мостиками даже при их последовательном соединении. Этой машинкой можно пользоваться только для взрывания электродетонаторов с платино-иридиевыми мостиками.

Полученное значение общего сопротивления  $R$  следует сравнить с возможностями машинок ПМ-1, ПМ-2 и выбрать такую из них, которая может преодолеть величину  $R$ .

Если принимают другой источник тока, то необходимую силу тока можно определить по формуле

$$I = \frac{W}{R},$$

где  $V$  — напряжение источника тока в вольтах;  $R$  — полученное сопротивление сети в омах. Зная напряжение и силу источников тока, принимают такой источник, который удовлетворяет полученным величинам.

Пример. Требуется взорвать 16 электродетонаторов, соединенных последовательно через 20 м; общая длина магистральных проводов 700 м. Сопротивление магистральных проводов

Сопротивление участковых проводов принято равным сопротивлению магистрального провода, число участков между электродетонаторами равно 15

$$R_y = \frac{20 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 25}{1000} = 15 \text{ ом.}$$

Сопротивление электродетонаторов

$$R_d = 16 \cdot 2,0 = 32 \text{ ом.}$$

Общее сопротивление сети

$$R = 17,5 + 15 + 32 = 62,5 \text{ ом.}$$

Электродетонаторы могут быть взорваны машинками ПМ-1, ПМ-2 или КПМ-2, так как полученное общее сопротивление  $R = 62,5 \text{ ом}$  не превышает величин, при которых указанные машинки взрывают группы электродетонаторов (для ПМ-1 — 130 ом, для ПМ-2 — 80 ом и для КПМ-2 — 150 ом).

Параллельное соединение выполняется в виде нескольких схем; наибольшее распространение получила схема пучкового соединения (рис. 32), при котором концы проводников от каждого электродетонатора собирают в две группы и к ним подводят магистральные провода. При таком соединении сила тока, поступающая из магистральных проводов в электродетонаторы, должна быть такой, чтобы гарантировать взрыв каждого электродетонатора (1,5—1,8 а).

Параллельное соединение в отличие от последовательного не требует точного подбора электродетонаторов по их сопротивлению; электродетонаторы достаточно проверить на проводимость (малым омметром).

<sup>1</sup> Сопротивление 1 км провода равно 25 ом (см. приложение 8).

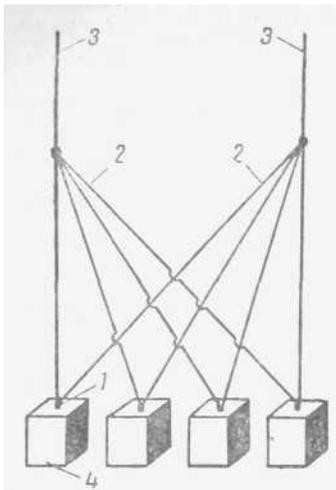


Рис. 32. Параллельно-пучковое соединение зарядов: 1 — электродетонатор; 2 — пучки участковых проводов; 3 — магистральные провода; 4 — заряды ВВ

Основным недостатком этой схемы является невозможность проверки исправности сети омметрами. Это обязывает тщательно ее собирать и аккуратно укладывать на грунте. К другим недостаткам пучкового соединения относятся: большой расход проводов, возможность одновременного взрыва или отказа некоторых зарядов, необходимость иметь источник тока большой силы.

Смешанное соединение также имеет несколько схем, причем наибольшее распространение получила схема попарно-параллельно-последовательного соединения (рис. 33), при котором в каждый заряд помещают по два электродетонатора, соединяемые между собой параллельно, в то время как заряды соединены между собой последовательно. Это соединение более надежно по сравнению с предыдущими, и его рекомендуется применять

в наиболее ответственных взрывах (когда отказ какого-либо заряда совершенно недопустим).

Монтаж взрывной сети достаточно прост и лишь незначительно отличается от последовательного соединения; поэтому этот способ широко применяется в практике подводных работ. Источник должен иметь силу тока примерно 2,5—3 а.



Рис. 33. Попарно-параллельно-последовательное соединение зарядов: 1 — электродетонаторы; 2 — участковые провода; 3 — магистральные провода; 4 — заряды ВВ

## § 19. Меры предосторожности при электрическом взрывании

Как уже указывалось, все электродетонаторы, применяемые для взрывания группы зарядов, подбираются по сопротивлению и проверяются на исправность мостика накаливания. Электродетонаторы для подводных зарядов дополнительно должны быть проверены на замыкание (касание) между мостиком накаливания и корпусом электродетонатора (внутри гильзы)..

. Проверка выполняется в следующем порядке. К одному из зажимов омметра присоединяют оба проводника электродетонатора, а к другому — провод, которым обматывают гильзу проверяемого электродетонатора (рис. 34). Отклонение стрелки вправо означает, что имеется касание между проводниками и внутренней стенкой гильзы. Такой электродетонатор для подводных работ применять нельзя.

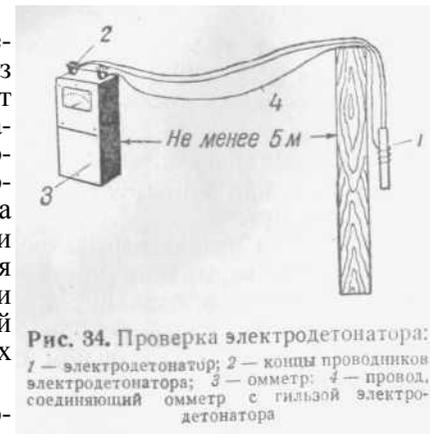


Рис. 34. Проверка электродетонатора: 1 — электродетонатор; 2 — концы проводников электродетонатора; 3 — омметр; 4 — провод, соединяющий омметр с гильзой электродетонатора

Подобранные электродетонаторы хранятся отдельно от остальных, концы их соединяют между собой; в таком виде электродетонаторы находятся до присоединения их в сеть. Концы магистральных проводов, идущие к источнику тока, также должны быть замкнуты накоротко; разъединять их разрешается только для проверки сети омметром и непосредственно перед взрывом. Сеть проверяют с берега или со шлюпки, но в обоих случаях с безопасного расстояния. Перед проверкой водолазы, работающие вблизи объекта, должны быть подняты наверх, а водолазные бот и другие плавсредства отведены на безопасное расстояние. Проверяемая сеть должна оставаться подключенной не более двух секунд.

Если в качестве источников тока применяются батареи или аккумуляторы, их помещают в специальные ящики, запирающиеся на замок. Это требование относится и к рубильникам осветительной или силовой сети при взрыве зарядов с берега. Ключи от ящиков, а также от взрывных машинок хранятся у взрывника, который не имеет права передавать их кому бы то ни было, за исключением руководителя взрывных работ. Выводные концы от батарей и аккумуляторов должны быть постоянно изолированы, а полюса их закрыты деревянной крышкой.

Магистральные провода соединяют с источником тока и включают в сеть электроэнергию по указанию руководителя взрывных работ. По правилам безопасности взрывная сеть во всех случаях должна быть двухпроводной. Запрещается использовать в качестве второго провода воду, металлические предметы или землю. После взрыва магистральные провода сразу же отсоединяют от источника тока и замыкают накоротко. По мере выбирания из воды их наматывают на вьюшку.

При применении электродетонаторов мгновенного действия разрешается подходить к месту взрыва сразу же после взрыва и отсоединения магистральных проводов от источника тока в случае применения электродетонаторов замедленного действия—не ранее 15 минут после взрыва.

Если после включения тока взрыва не последовало, взрывник обязан отсоединить концы проводов от источника тока, соединить их между собой и после этого определять причину отказа. Спуск водолаза к заряду при электродетонаторах мгновенного действия разрешается через 5 минут после отключения проводов, а при электродетонаторах замедленного действия — через 15 минут.

Причинами отказа взрыва подводных зарядов при электрическом способе взрывания могут быть: разрыв электровзрывной сети, повреждение изоляции проводов, неисправность электродетонаторов, неточный подбор электродетонаторов по сопротивлению (при последовательном соединении), недостаточная сила тока или напряжение.

## § 20. Взрывание детонирующим шнуром (основные указания)

Способ взрывания подводных зарядов детонирующим шнуром дает возможность возбуждать взрыв зарядов без применения капсюлей-детонаторов и является безотказным и достаточно эффективным. В последнее время этот способ начал широко применяться на подводных работах и получил название бескапсюльного взрывания.

Преимуществом бескапсюльного взрывания перед рассмотренными ранее огневым и электрическим способами является уменьшение опасности для водолазов-взрывников при установке и особенно при ликвидации отказавших зарядов благодаря отсутствию в зарядах опасных в обращении электродетонаторов. Применение детонирующего шнура позволяет взрывать также группы зарядов или дублировать электрический способ взрывания на ответственных объектах.

Для взрывания зарядов из порошкообразных ВВ шнур вводится внутрь заряда и для усиления его действия завязывается узлом (рис. 35). Заряды из шашек, а также из порошкообразных ВВ в мешках могут быть взорваны, если на них плотно навить 6—8 витков шнура (рис. 36). Конец шнура необходимо тщательно изолировать от воды мастикой или липкой изоляционной лентой.

К концу шнура, выходящему на поверхность, взрывник непосредственно перед взрыванием прикрепляет зажигательную трубку или электродетонатор. Прикреплять их следует суровыми нитками или изоляционной лентой на расстоянии не ближе 10—15 см от конца шнура (рис. 37).

Для взрывания групп зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга, и

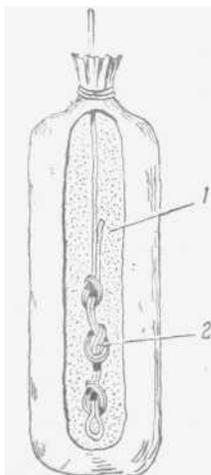


Рис. 35. Бескапсюльное взрывание порошкообразных ВВ:  
1 — порошкообразное ВВ; 2 — узел детонирующего шнура



Рис. 36. Бескапсюльное взрывание зарядов из пороха:  
1 — мешок с порохом; 2 — ДШ



Рис. 37. Прикрепление электродетонатора к концу ДШ:  
1 — электродетонатор; 2 — ДШ

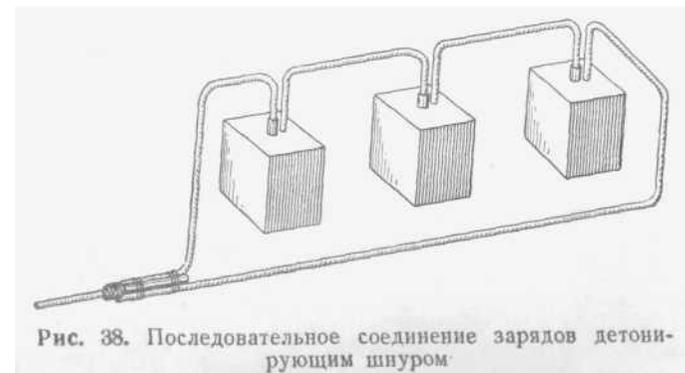


Рис. 38. Последовательное соединение зарядов детонирующим шнуром

соединяют детонирующим шнуром с таким расчетом, чтобы затратить на устройство взрывной сети минимальное количество шнура и гарантировать взрывание каждого заряда. Соединение зарядов шнуром бывает последовательное и параллельное. Последовательное соединение зарядов показано на рис. 38. Параллельное соединение бывает в виде пучка (рис. 39) или ступенчатое (рис. 40). Способы соединения детонирующего шнура показаны на рис. 41.

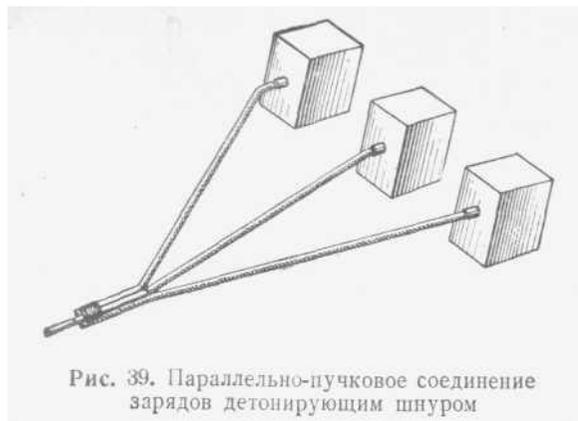


Рис. 39. Параллельно-пучковое соединение зарядов детонирующим шнуром

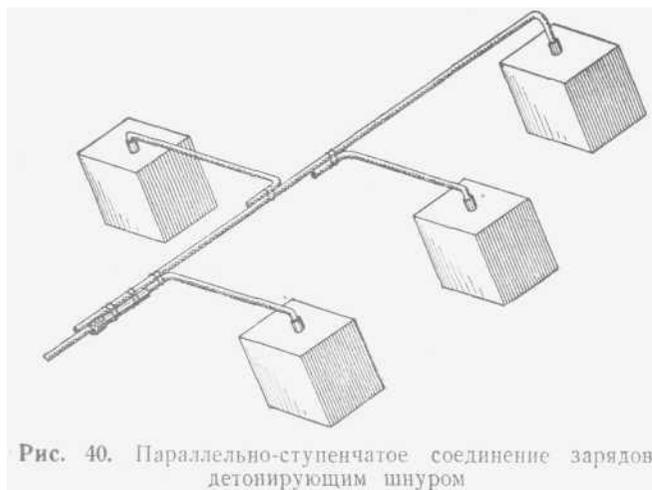


Рис. 40. Параллельно-ступенчатое соединение зарядов детонирующим шнуром

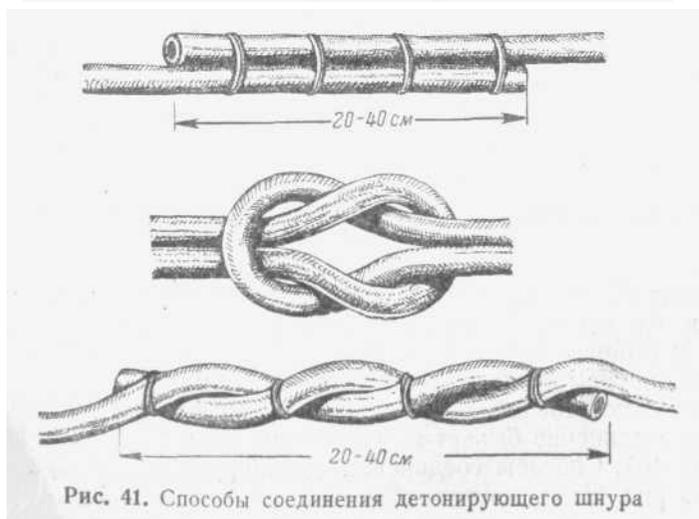


Рис. 41. Способы соединения детонирующего шнура

Шесть или менее концов детонирующего шнура (ДШ), сходящихся в виде пучка в одной точке, взрывают одним капсюлем-детонатором или электродетонатором, который помещают в середину пучка (рис- 42). Если требуется взорвать в одном пучке более шести концов, берут в качестве промежуточного детонатора тротильную шашку весом 75 или 200 г. Вокруг шашки располагают концы ДШ, плотно привязывая их нитками или изоляционной лентой. Наибольшее применение этот способ получил при взрывании подводных зарядов из тротила, аммонита и пироксилинового пороха.

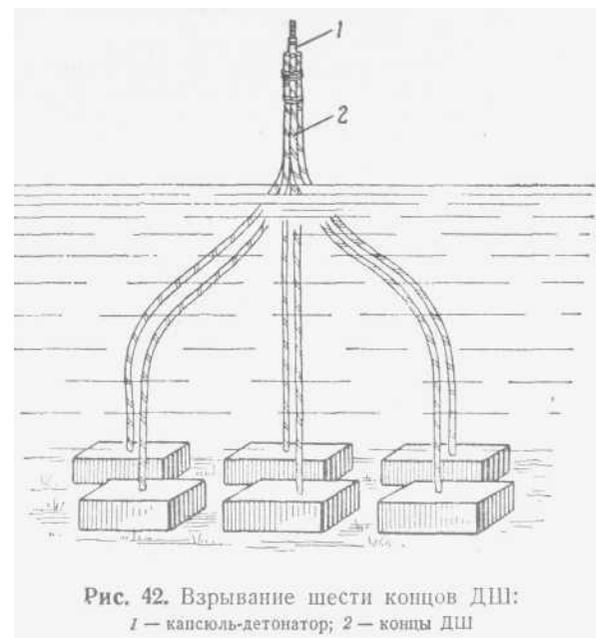


Рис. 42. Взрывание шести концов ДШ:  
1 — капсюль-детонатор; 2 — концы ДШ

Помимо, бескапсюльного взрывания, детонирующий шнур может быть использован для одновременного взрывания группы зарядов с помощью капсюлей-детонаторов. В этом случае конец шнура вставляют в гильзу капсюля-детонатора, тщательно изолируют и затем детонатор помещают в гнездо шашки или внутрь заряда из порошкообразного ВВ. При взрывании нескольких зарядов свободные концы шнура, выходящие на поверхность, соединяют в пучок и взрывают. Этот способ преимущественно перед электрическим взрыванием не имеет и на подводных работах применяется только в качестве дублирующего.

При работе с детонирующим шнуром необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- не резать конец шнура, введенного в заряд;
- тщательно изолировать свободные концы мастикой или изоляционной лентой;

- прочно и плотно соединять концы шнура между собой и прикреплять к детонатору или шашке;
- не допускать сильное натяжение или запутывание ДШ; шнур должен быть уложен по возможности по прямой линии с небольшой слабиной и плавными закруглениями;
- не допускать пересечение линий ДШ, так как это может привести к отказу в этих местах.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается огневой способ взрывания?
2. Что такое зажигательная трубка?
3. Как герметизируются зажигательные трубки?
4. Что такое контрольная трубка и для чего она применяется?
5. Чем поджигаются зажигательные и контрольные трубки?
6. В чем заключается электрический способ взрывания?
7. Какие меры предосторожности должны соблюдаться при электрическом способе взрывания?
8. Какие источники тока применяются при электрическом взрывании?
9. Как проверить исправность взрывных машинок?
10. Как можно использовать батареи и аккумуляторы для взрывания зарядов?
11. Какие применяют проверочные и измерительные приборы при электрическом взрывании?
12. Как проверить исправность электродетонатора?
13. Как подобрать электродетонатор по сопротивлению?
14. Как проверить целостность жилы и изоляции провода?
15. Какие бывают схемы соединения электровзрывных сетей?
16. Каковы бывают причины отказа взрывов при электрический взрывании?
17. В чем заключается бескапсюльное взрывание зарядов?

#### ГЛАВА IV ВЗРЫВ ЗАРЯДА

### В ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

#### § 21. Заряды взрывчатых веществ

З а р я д о м называется определенное количество взрывчатого вещества, подготовленное к взрыванию. Величина заряда определяется его весом. Заряды, применяемые на взрывных работах, различают по форме, размещению на взрываемом объекте, характеру построения и т. д.

По форме заряды делятся на сосредоточенные, удлиненные и фигурные.

Сосредоточенными (рис. 43) называются такие заряды, которые имеют форму куба, шара или цилиндра (с высотой не более четырех диаметров).

Удлиненными (рис. 44) называются заряды, длина которых более чем в четыре раза превышает наибольший из поперечных размеров. В отдельных случаях (для устройства траншей) такие заряды имеют длину до нескольких сот и даже тысяч метров. Для удобства переноски и обращения с ними их делают из отдельных коротких зарядов длиной каждый не более 2 л и весом до 20 кг.

Фигурными (рис. 45) называются заряды, которым придается форма в зависимости от перебиваемой конструкции с таким расчетом, чтобы против наиболее мощных сечений приходилось наибольшее количество **ВВ**.

В зависимости от размещения относительно взрываемого объекта заряды делятся на накладные, или наружные, и внутренние, размещаемые внутри взрываемого объекта в специальных углублениях (в грунте, в скале и т. д.).

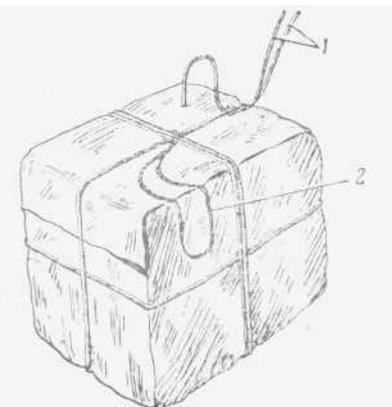


Рис. 43. Сосредоточенный заряд:  
1—провода от электродетонатора; 2—пеньковый конец для переноски заряда подолзлом

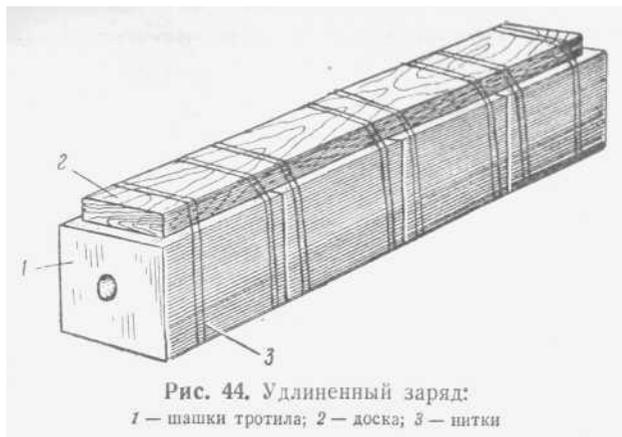


Рис. 44. Удлиненный заряд:  
1 — шашки тротила; 2 — доска; 3 — нитки

По характеру построения заряды делятся на сплошные и прерывные. Сплошными называются такие заряды, масса ВВ которых сосредоточена в одном месте; прерывными, или рассредоточенными, называются заряды, разделенные прослойками воды, воздуха или других материалов.

Кроме приведенных типов зарядов, на подводных работах применяются специальныекумулятивные заряды (рис. 46). Они отличаются от обычных зарядов тем, что имеют выемку, облицованную металлической оболочкой, которая создает направленное действие заряда. Кумулятивные заряды бывают удлиненной и кольцевой формы и на подводных работах используются главным образом для перебивания металлоконструкций толщиной до 30 мм. Удлиненные заряды иначе называются линейными и служат для перебивания стальных листов (обшивки, палубы и т. д.) по заданному направлению.

На подводных работах применяются также стандартные подрывные патроны и заряды, изготавливаемые на заводах для кон-

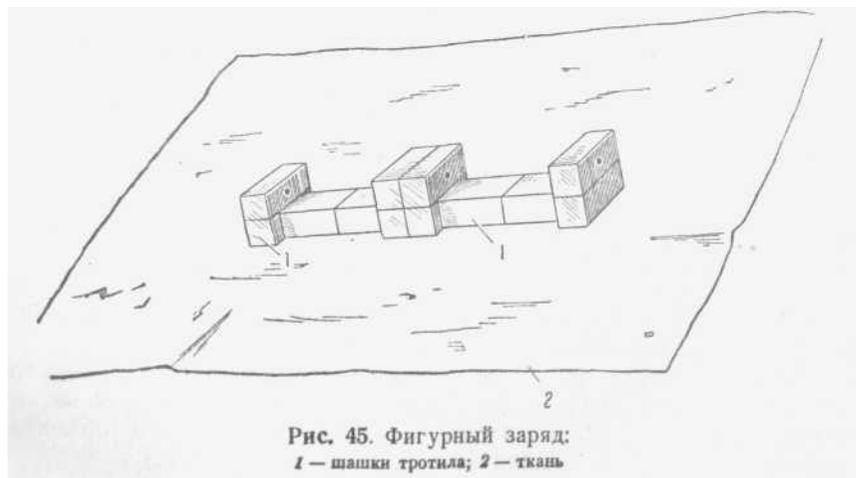


Рис. 45. Фигурный заряд:  
1 — шашки тротила; 2 — ткань

кретных видов взрывных работ. Подрывные патроны и заряды взрываются от капсулей-детонаторов или электродетонаторов.

Подрывные патроны, применяемые в ВМФ, имеют форму параллелепипеда и различаются по номерам от 1 до 4. Патроны имеют следующий вес: № 1 — 0,2 кг; № 2 — 0,4 кг; № 3 — 2,45 кг и № 4 — 7,4 кг.

Патроны имеют металлическую оболочку, окрашенную в черный цвет. На одной из граней оболочки имеется надпись, указывающая номер патрона и год изготовления. В качестве ВВ принят тротил. Для взрывания служит дополнительная шашка тетрила, помещенная внутри оболочки. Патрон № 1 имеет одну

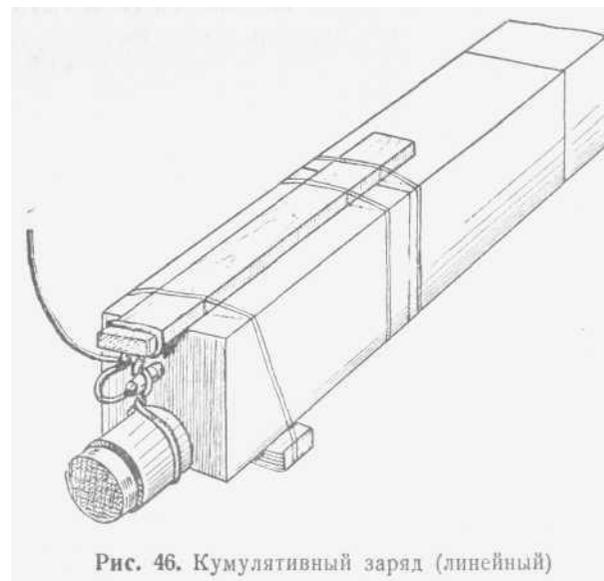


Рис. 46. Кумулятивный заряд (линейный)

шашку тетрила, патроны № 2, 3 и 4 по две; в каждой шашке сделаны углубления для взрывателей.

Дисковые заряды выполнены в виде двух низких конусов, сложенных вместе своими основаниями. Заряды изготовлены из прессованного тротила и применяются для рыхления грунта при дноуглублении. В вершине одного из конусов имеется отверстие для капсуля-детонатора (электродетонатора). Заряды не имеют оболочек; вес заряда от 1 до 5 кг.

Круглые заряды наполнены аммонитом, который помещается во внутреннем цилиндре. Для придания заряду отрицательной пловучести пространство между цилиндрами заполнено песком или гравием. Оболочка заряда сделана из картона, покрытого водоизолирующим составом; в верхнем доньшке оболочки имеется отверстие под капсулю-детонатор (электродетонатор). Вес круглых зарядов от 1 до 5 кг.

## § 22. Характеристика горных пород по воздействию на них взрыва

Взрывание грунтов и горных пород под водой получило широкое распространение при устройстве траншей для трубопроводов и кабелей, при расчистке и углублении фарватеров, рыхлении скалы, при дноуглублении и выполнении различного рода аварийно-спасательных работ. Взрываемые грунты и горные породы по-разному сопротивляются действию взрыва. Основными свойствами горных пород, влияющими на сопротивляемость взрыву, являются: крепость, вязкость и хрупкость. Ниже приведена краткая характеристика этих свойств.

**Крепостью** горных пород называется свойство сопротивляться проникновению в них другого, более твердого тела. Крепость породы определяется ее сопротивлением сжатию и проникновению в породу бура, лома, лопаты и других инструментов и является основным свойством горных пород, характеризующим их с точки зрения податливости разработке взрывным методом. Крепость породы непосредственно влияет на количество ВВ, необходимое для разрушения единицы объема породы.

**Вязкостью** породы называется способность оказывать сопротивление силам, стремящимся разъединить частицы. Более вязкая порода труднее поддается воздействию взрыва и требует большего количества ВВ.

**Хрупкостью** называется способность породы легко разбиваться на части при ударе или взрыве. Хрупкая порода легче поддается воздействию взрыва и требует относительно меньшего количества ВВ.

В зависимости от этих основных свойств грунты и горные породы подразделяются на категории от I до XVI. Грунты и породы V—XVI категорий относятся к особо плотным и скальным и требуют для своей разработки взрывного метода. Общепринятая классификация грунтов и горных пород приведена в приложении 9. По этой классификации к каждой категории отнесено от двух до тринадцати наименований различных пород, для каждой из них приведен средний вес  $1 \text{ м}^3$  и допускаемые способы разработки.

## § 23. Действие взрыва заряда

При взрыве заряда ВВ в однородной среде, например в воздухе, образуется большое количество газообразных продуктов, нагретых до нескольких тысяч градусов. От быстрого повышения температуры газы расширяются и стремятся распространиться во все стороны с большой (сверхзвуковой) скоростью. Предметы и преграды, которые попадают в зону действия движущихся масс сжатого воздуха, воспринимают это как удар.

Явление скачкообразного изменения давления, распространяющегося в среде с большой скоростью, называется ударной волной.

По мере удаления от места взрыва давление в движущейся массе сжатого воздуха будет падать за счет расширения его объема и на некотором расстоянии станет равным нормальному атмосферному давлению: С этого расстояния ударная волна уже не действует на окружающие предметы.

Если заряд В В поместить в более плотную однородную среду (например, в грунт) на такую глубину, чтобы действие взрыва заряда не могло преодолеть сопротивление его верхнего слоя, то образующаяся ударная волна произведет удар и распространится во все стороны на одинаковое расстояние. По мере удаления от центра заряда действие взрыва будет постепенно уменьшаться, охватывая таким образом объем, имеющий форму шара.

Внутренние слои среды, непосредственно соприкасающиеся с зарядом, подвергаются сильному сжатию и полностью измельчаются. Эта область имеет также форму шара и носит название **сферы сжатия** или **измельчения**. Расстояние от центра заряда до границ этой сферы называется **радиусом сферы сжатия**. Вокруг этой сферы располагаются слои среды, в которой взрывная волна производит дробление и отбрасывание отдельных частей. Эта область называется **сферой выброса**. Расстояние от центра заряда до границ этой сферы называется **радиусом сферы выброса**.

Далее от центра идет **сфера разрыхления** и **трещинообразования**. В пределах этой сферы взрывная волна уже не в состоянии отбросить в сторону раздробленную среду и действие ее ограничивается лишь образованием трещин.

Объем, включающий все три сферы, носит название **сферы разрушения**, а расстояние от центра заряда до границ этой сферы — **радиусом сферы разрушения** или **радиусом действия взрыва заряда**.

Величина радиуса действия взрыва зависит от величины заряда, силы взрывчатого вещества и характера взрываемой среды и не зависит от глубины заряда.

При взрывных работах используется действие взрыва в пределах сферы разрушения. Сфера сжатия используется только при взрывании малых зарядов для образования в горных породах пустот (котлов), в которые затем помещают большие заряды. Объем сферы сжатия больше объема ВВ примерно в 200—300 раз. Сфера выброса и разрыхления используется для выброса и рыхления (иногда только для рыхления) горных пород; сфера разрушения — для перебивания элементов стальных, бетонных и железобетонных конструкций как в надводных, так и в подводных условиях.

Далее сферы разрушения взрывная волна уже не в состоянии нарушить взаимную связь частиц среды и ее действие выражается лишь в сотрясении этих слоев. Эта область носит название **сферы сотрясения**. За пределами сферы сотрясения сооружениям и конструкциям не грозят никакие повреждения, и

потому радиус сферы сотрясения называют радиусом безопасности.

Величина радиуса безопасности зависит главным образом от веса заряда, рода ВВ и местоположения заряда.

#### § 24. Безопасные расстояния

Для защиты людей, зданий и сооружений от поражающего и разрушительного действия воздушной ударной волны между местом взрыва и людьми или охраняемыми объектами должны соблюдаться расстояния, обеспечивающие их безопасность.

Безопасные расстояния для человека, зданий и сооружений, в случае если заряд углублен в грунт не менее чем на всю свою высоту, принимаются по формуле

$$r = (10 - J - 50) \sqrt{C} \text{ м}, \quad (3)$$

где  $C$  — вес заряда в кг.

Если заряд лежит на поверхности грунта, то коэффициент перед корнем принимается в пределах от 50 до 150, т. е.

$$r = (50 \text{ H} - 150) \sqrt{C} \text{ м}.$$

Безопасное расстояние для плавсредств и гидротехнических сооружений от действия гидравлического удара (при взрывании зарядов под водой) принимается по формуле

где  $h$  — глубина погружения заряда в воду в м.

Безопасное расстояние от склада с детонаторами до оклада ВВ принимается по формуле

$$r = 0,06 \sqrt{n} \text{ м}, \quad (5)$$

где  $n$  — число детонаторов в окладе в шт.

Безопасное расстояние между складом ВВ и сооружениями или зданиями при открытом расположении хранилищ с ВВ принимается по формуле

$$r = (10 - n50) \sqrt{C} \text{ м}. \quad (6)$$

Примеры. 1. Определить безопасное расстояние для людей от действия воздушной ударной волны при взрывании заряда весом 16 кг, углубленного в грунт на 45 см.

Безопасное расстояние определяется по формуле (3) при коэффициенте, равном 50.

$$z = 50 \sqrt{16} = 200 \text{ м}.$$

2. Определить безопасное расстояние для гидротехнических сооружений и судов от действия гидравлического удара при взрывании заряда весом 16 кг на глубине 4 м.

Безопасное расстояние определяется по формуле (4).

$$z^2 \sqrt{AVT} = 50 \text{ м}.$$

3. На какое расстояние от поселка следует отнести место подрыва подлежащих уничтожению 50 кг ВВ, если взрывание производится в зимнее время?

Принимая, что подрыв производится в яме, коэффициент может быть взят равным 50, следовательно:

$$z = 50 \sqrt{1/50} \text{ я } 350 \text{ м}.$$

Безопасное расстояние при взрывании металлических конструкций над водой или на глубинах воды до одного метра принимается не менее 1500 м. Для взрывников должны устраиваться прочные укрытия на расстоянии не менее 100 м от места взрыва.

#### § 25. Воронки взрыва

При взрыве заряда ВВ, помещенного в грунте, образуется конусообразное углубление, так называемая воронка взрыва (рис. 47).



Рис. 47. Воронка взрыва

Воронка имеет следующие элементы:

— диаметр  $D$  — расстояние между противоположными краями воронки по поверхности грунта;

— радиус  $z$  — величина, равная половине диаметра;

— радиус разрушения  $R$  — расстояние от центра заряда (вершины конуса) до поверхности грунта, измеренное по образующей конуса;

— глубина воронки  $T$  — кратчайшее расстояние от центра заряда до поверхности грунта.

Выброшенный за пределы воронки грунт частично располагается на поверхности вокруг воронки, образуя гребень воронки. Частично этот грунт после взрыва осыпается на дно и стенки воронки и образует видимую воронку взрыва, в результате чего получается уменьшение глубины  $T$  и воронка принимает вид

усеченного конуса. Глубина этой воронки называется видимой глубиной воронки.

Кратчайшее расстояние от центра заряда до обнаженной поверхности среды называется линией наименьшего сопротивления  $h$  (сокращенное обозначение ЛНС).

Размеры воронки взрыва зависят от сопротивления горной породы. При одной и той же глубине закладки заряда большая воронка будет получена от большого заряда и, наоборот, меньшая воронка — от меньшего заряда. При одном и том же весе заряда, но при различных заглублениях большая воронка будет получена от заряда, который располагается ближе к поверхности грунта, и меньшая воронка — от заряда, который будет расположен глубже.

Увеличивая заглубление заряда в грунт, можно дойти до такой глубины, при которой на поверхности грунта не будет образовываться воронка и действие взрыва проявится только внутри грунта. Такой заряд называется зарядом внутреннего действия или «камуфлетом».

Классификация воронок взрыва. Видимое действие взрыва в грунте характеризуется отношением радиуса воронки  $z$  к линии наименьшего сопротивления  $h$ , т. е.  $n = z/h$ . Это отношение носит название показателя действия взрыва  $n$ .

Если при взрыве заряда, заглубленного в грунт, радиус воронки будет равен ее глубине, т. е.  $z = h$ , и, следовательно, показатель действия взрыва  $n$  будет равен 1 ( $n = z/h = 1$ ), то такая воронка называется воронкой нормального выброса. В этом случае угол между образующими воронку радиусами разрушения будет равен  $90^\circ$ .

Если при взрыве заряда образуется воронка, радиус которой будет меньше ее глубины, т. е.  $z < h$ , и, следовательно, показатель взрыва  $n$  будет меньше 1 ( $n = z/h < 1$ ), то такая воронка называется воронкой уменьшенного выброса. Угол при вершине воронки будет меньше  $90^\circ$ .

Наконец, если радиус воронки  $z$  больше ее глубины  $h$ , т. е. при  $z > h$ , то показатель взрыва  $n$  будет больше 1 ( $n = z/h > 1$ ) — такая воронка называется воронкой усиленного выброса.

Угол при вершине воронки будет больше  $90^\circ$ .

## § 26. Классификация зарядов В В по их действию в грунте

Заряды ВВ, дающие при взрыве в грунте воронку нормального выброса (при  $n=1$ ), называются зарядами нормального выброса; заряды, дающие воронку уменьшенного выброса (при  $n < 1$ ). — зарядами уменьшенного выброса, а заряды, дающие

воронку усиленного выброса (при  $n > 1$ ), — зарядами усиленного выброса.

Заряды уменьшенного выброса при  $n = 0,75$  и менее не образуют на поверхности грунта воронки, грунт только разрыхляется и поверхность его выпучивается. Заряд, производящий такое действие, называется зарядом рыхления.

При дальнейшем углублении заряда, т. е. уменьшении показателя взрыва  $n$ , поверхность среды окажется в зоне сотрясения. На поверхности среды действие такого заряда скажется лишь в колебании частиц среды без нарушения связи между ними. Действие такого заряда приведет к образованию внутри среды камеры, соответствующей сфере сжатия. Такой заряд называется зарядом сжатия.

Заряды уменьшенного выброса применяются для рыхления грунта в случае опасности повреждения близлежащих сооружений осколками. Если разлет осколков вообще недопустим, применяются заряды уменьшенного выброса с показателем действия взрыва  $n = 0,75$ . При этом происходит рыхление грунта в пределах конуса рыхления без образования воронки взрыва.

Заряды сжатия применяются в случае, когда их действие должно сказаться не на поверхности среды, а внутри нее, например, при проходе минных галерей под сооружениями, при образовании в среде камер для закладки в них больших зарядов ВВ, для завала породой нефтяных скважин при тушении пожаров нефти и т. п.

Заряды усиленного выброса применяются при необходимости получения выброса разрыхленного грунта на значительное расстояние, когда можно пренебречь опасностью при разлете частиц. Такие заряды служат для разрушения различных объектов, устройства траншей, каналов, удаления отдельных препятствий и т. д.

Значение показателя  $n$  действия взрыва принимается не более 3, большие его значения в современной практике взрывных работ не применяются.

## § 27. Расчет зарядов

Разрушительное действие взрыва зависит от величины заряда, рода взрывчатого вещества и сопротивляемости среды (для горных пород от их крепости). Практикой определено количество ВВ, необходимое для взрывания  $1 м^3$  различных горных пород. Чтобы определить количество ВВ, необходимое для взрывания некоторого объема горной породы, требуется умножить количество взрывчатого вещества, затрачиваемое на взрывание  $1 м^3$ , на количество кубических метров, подлежащих рыхлению, т. е.

$$C = KV k_2, \quad (7)$$

где  $C$  — вес заряда ВВ в кг;

$K$  — количество ВВ, необходимое для рыхления  $1 м^3$  данной горной породы в кг;  $V$  — объем взрываемой породы в  $м^3$ .

Если взрывается заряд нормального выброса (при  $n = 1$ ), то радиус воронки  $r$  будет равен линии наименьшего сопротивления  $h$  и объем взорванного грунта составит

где  $h$  — линия наименьшего сопротивления в м.

После подстановки вместо  $r$  равного ему значения  $h$  получим

Подставляя это значение в формулу (7), имеем

$$C = K \cdot h \text{ кг.} \quad (8)$$

Практикой установлено, что формула (8) полностью применима и для зарядов рыхления. Однако в этом случае значение  $K$  должно быть в 3,2 раза меньше, чем при определении величины заряда нормального выброса.

Значения этих коэффициентов для зарядов нормального выброса и рыхления приведены в табл. 1.

При наличии в породе трещин значение  $K$  уменьшается в 1,5—2 раза.

Таблица 1

Наименование грунтов и пород	Значение $K$			
	для зарядов нормального выброса		для зарядов рыхления	
	для аммонитов	для тротила	для аммонитов	для тротила
Свеженасыпанная рыхлая земля . . .	0,50	0,43	0,37	0,32
Желтоватая песчаная земля . . . . .	0,95	0,82	0,40	0,34
Земля с песком и гравием . . . . .	0,98	0,85	0,40	0,35
Плотный чистый песок . . . . .	1,20	1,03	0,42	0,37
Влажный песок . . . . .	1,27	1,10	0,43	0,37
Крепкий песок или туф . . . . .	1,29	1,11	0,45	0,39
Земля с камнями . . . . .	1,36	1,17	0,47	0,40
Крепкая синяя глина и песчаная глина . . . . .	1,37	1,18	0,51	0,44
Сыпучий песок . . . . .	1,44	1,24	0,52	0,44
Каменистый грунт, глина с песком	1,50	1,29	0,59	0,51
Синяя глина с голышами . . . . .	1,64	1,41	0,67	0,58
Песок с твердыми комьями супеска	1,65	1,42	0,81	0,70
Чрезвычайно крепкая глина . . . . .	1,90	1,64	0,33	0,29
Скала известковая . . . . .	2,15	1,87	0,47	0,41
Скала гранитная гнейсовая . . . . .	2,58	2,25	0,67	0,58
Старая каменная кладка . . . . .	1,06	0,94	0,88	0,77
Каменная кладка средней крепости	1,50	1,30	1,09	0,97
Крепкая новая каменная кладка . . .	2,15	1,87		
Каменная кладка из естественного камня . . . . .	2,82	2,45		
Хороший цементно-гранитный бетон	3,59	3,12		

Примеры. 1. Определить вес заряда нормального выброса, т. е.  $n = 1,0$ , для устройства воронки глубиной 2 м, диаметром 4 м во влажном песке.

Решение производится по формуле (8).

Значение  $K$  принимается по табл. 1 для влажного песка ( $C = 1,1$  — для тротила и 1,27 — для аммонита). После подстановки в формулу имеем:

$$C_1 = 1,1 \cdot 2^3 = 8,8 \text{ кг (тротил); } C_2 = 1,27 \cdot 2^3 = 10,2 \text{ кг (аммонит).}$$

Для устройства воронки глубиной 2 м и диаметром 4 м необходимо взять заряд весом 8,8 кг из тротила или 10,2 кг из аммонита.

2. Определить вес заряда из тротила для рыхления известковой скалы на глубину 1 м (при условии заглубления заряда также на 1 м).

Значение  $K$  по табл. 1 для рыхления известковой скалы равно 0,58.

$$C = 0,58 \cdot 1^3 = 0,58 \text{ кг.}$$

Для рыхления скалы на глубину 1 м необходимо взять заряд из тротила весом 0,58 кг, поместив его также на глубину 1 м.

Исследования показали, что с возрастанием  $n$  величина заряда должна возрасти и наоборот. Таким образом величина заряда находится в прямой зависимости от значения показателя взрыва  $n$ . Эту зависимость теоретически исследовал и практически проверил русский военный инженер М. М. Боресков, предложив в 1869 г. формулу для расчета заряда усиленного выброса

$$C = K h^n (0,4 + 0,6 l^3) \text{ кг,} \quad (9)$$

где  $K$  — коэффициент, принимаемый по табл. 1;

$h$  — линия наименьшего сопротивления в м;

$n$  — показатель действия взрыва.

Выражение  $0,4 + 0,6 l^3$  называется функцией показателя действия взрыва, и для упрощения его вычисления в табл. 2 приведены числовые значения этой функции для некоторых величин. Формула Борекова и теперь является основной при расчетах сосредоточенных зарядов усиленного выброса.

Таблица 2

Формула	Числовые значения функции показателя действия взрыва при $l$ , равном:														
	0	0,25	0,50	0,75	0,80	0,90	1,00	1,25	1,50	1,76	2,00	2,25	2,50	2,76	3,00
$0,4 + 0,6 l^3$	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,57	2,43	3,62	5,20	7,30	9,78	12,8	16,6
	0	1	8	5	0	4	0							8	0

Пример. Определить вес заряда усиленного выброса для устройства воронки глубиной 2 м, диаметром 6 м во влажном песке (при заглублении заряда на 2 м).

Решение выполняется по формуле (9)

$$C = KIz^3 (0,4 + 0,6n^3) \text{ кг. Предварительно}$$

найдем значение показателя  $n$  действия взрыва

$$.-4 \sim \text{Y} - ' \gg$$

При  $n = 1,25$  по табл. 2 находим числовое значение функции показателя действия взрыва, которое равно 1,57.

По табл. 1 для влажного песка находим  $/C = 1,1$ .

После подстановки известных величин в формулу (9) имеем

$$C = 1,1 \cdot 2^8 \cdot 1,57 = 13,8 \text{ кг.}$$

Для устройства воронки глубиной 2 м, диаметром 5 м необходимо взять тротиловый заряд весом 13,8 кг.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется зарядом ВВ, какие бывают заряды по форме и расположению на взрываемом объекте?
2. Чем отличается кумулятивный заряд от обычного?
3. Какие вы знаете стандартные подрывные патроны и заряды?
4. Что называется крепостью, вязкостью и хрупкостью горных пород?
5. Что относится к основным элементам воронки взрыва?
6. Что называется линией наименьшего сопротивления (ЛНС)?
7. Что называется зарядом нормального, уменьшенного или усиленного выброса?
8. Как определить вес заряда нормального выброса и заряда рыхления?  
У. Как определить вес заряда усиленного выброса?

## ГЛАВА V ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ ПОД ВОДОЙ

### МЕТОДЫ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ § 28.

#### Метод накладных зарядов. Понятие о забойке

Накладные, или наружные, заряды размещают непосредственно на поверхности разрушаемого объекта. Эти заряды на подводных работах широко применяются для перебивания металлоконструкций, бетона, железобетона, рыхления плотных грунтов, выделки траншей, съемки винтов, уничтожения мин и в других случаях.

К достоинствам этого метода относится простота размещения зарядов на перебиваемых объектах или на грунте, минимальные затраты времени на производство водолазных работ и достаточная эффективность зарядов в подводных условиях. Метод накладных зарядов является единственно возможным при перебивании металла, железобетона и т. п., т. е. когда внутреннее размещение зарядов практически исключено, а также при отсутствии механизмов для устройства шпуров или скважин при разработке плотных грунтов.

К недостаткам метода относится увеличенный расход **ВВ** по сравнению с внутренними зарядами (примерно в 10—20 раз). Это объясняется тем, что образующиеся при взрыве газы имеют возможность расширяться вверх и в стороны, не встречая на своем пути значительного сопротивления. Если же заряд будет помещен в закрытую камеру или засыпан сверху каким-нибудь материалом, то действие его на перебиваемую преграду увеличится. Дополнительный материал, укладываемый на заряд ВВ с целью увеличения эффекта взрыва, называется **з а б о й к о й**. На подводных работах роль забойки выполняет вода, окружающая заряд.

#### § 29. Конструкция зарядов из пироксилинового пороха

Подводные заряды из пироксилинового пороха могут иметь любую практически необходимую длину и состоятся из от-

На объектах работ по устройству траншей под водой применялись пороховые заряды непрерывной длиной 1100 и 1150 м, общим весом по 17 т. Заряды взрывались одной тротиловой шашкой весом 400 г.

дельных коротких зарядов, удобных для изготовления и переноски. Рекомендуемая длина коротких зарядов 1,5—2,0 м. Поперечные размеры зарядов зависят от размеров перебиваемой преграды или глубины рыхления грунта и определяются расчетом.

Предназначенный для зарядов порох насыпают в полотняные мешочки, из которых затем составляют участки заряда длиной до 50 м. Мешочки привязывают друг к другу и к стальному тросу диаметром 6—10 мм шпагатом или прядями пенькового троса. Концы мешочков должны перекрывать друг друга на 10—15 см. Изготовленные участки заряда погружают на грунт со льда или с плавсредств. При устройстве траншей водолазы укладывают участки заряда по заданной трассе также с перекрытием концов. Для перебивания металлоконструкций или затонувших судов длина участков выбирается в зависимости от мест укладки зарядов, но с обязательным условием плотного касания концов отдельных зарядов между собой.

На одном из концов или в любом другом месте составного заряда помещается промежуточный детонатор (дополнительный заряд) для возбуждения взрыва.

Пороховые заряды применяются главным образом для разработки подводных траншей, перебивания корпусов затонувших судов и взрывания объектов, мешающих судоходству.

### § 30. Условия взрываемости пороха в зарядах большой длины

Порох взрывается под водой в негерметической упаковке при наиболее полном смачивании его водой (когда между отдельными зернами пороха и в каналах зерен находится вода). Применяемый для взрывания дополнительный заряд укладывают на пороховой заряд в любой его точке и привязывают к нему шпагатом либо помещают под заряд и плотно прижимают порохом зарядом (рис. 48).

Для взрывания порохового заряда большой длины необходимо, чтобы на всем своем протяжении он был непрерывным. Разрыв между отдельными составными частями удлиненного заряда, равный одному сантиметру, или неплотное касание концов составных зарядов приводит к прекращению детонации в этих местах.

Как уже указывалось, аммониты, порошкообразный тротил и ВВ пониженной мощности для инициирования под водой пороховых зарядов непригодны. Тэн, тетрил и гексоген, как ВВ повышенной мощности, дают хорошие результаты и могут быть рекомендованы для промежуточных детонаторов.

Длительность пребывания порохового заряда под водой (от момента укладки до момента взрыва) на взрываемость пороха и на его бризантные свойства практически влияния не оказывает.

При укладке порохового заряда на глубине до 0,5 м необходимо руками уминать заряд в воде, чтобы содействовать выходу из него воздуха и лучшему смачиванию.

Минимальный диаметр порохового заряда большой длины, при котором детонация распространяется без затухания при инициировании тротиловой шашкой весом 200 г, составляет 3—4 см; в зарядах меньшего диаметра порох не взрывается.

Наиболее пригоден для подводных работ винтовочный пироксилиновый порох. Удлиненные заряды из этого пороха могут иметь диаметр 3 см и более и безотказно взрываются от тротиловой шашки весом 200—400 г. Мелкозерненный артиллерийский

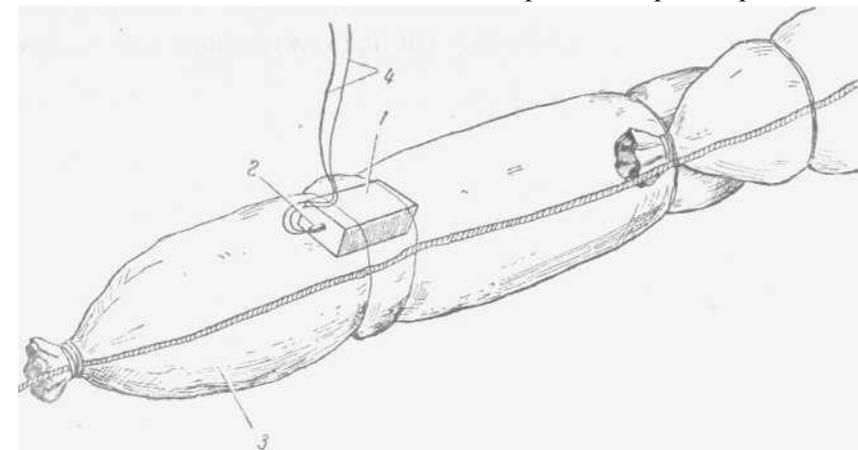


Рис. 48. Промежуточный детонатор для взрывания порохового заряда: 1 — шашка; 2 — электродетонатор; 3 — мешок с порохом; 4 — проводники

порох (размер зерен до 5 мм в поперечнике) рекомендуется применять для зарядов диаметром от 6 см, так как в зарядах меньшего диаметра он не взрывается. Крупнозерненный артиллерийский порох (размер зерен более 5 мм в поперечнике) можно применять для зарядов диаметром более 12 см. Артиллерийский порох следует смешивать с винтовочным.

Заряды из крупного артиллерийского пороха взрываются тротиловым зарядом из 8—10 шашек весом по 400 г или дополнительным зарядом из винтовочного пороха, к которому прикрепляется одна тротиловая шашка весом 400 г.

### § 31. Испытание пороха на взрываемость

В случае применения пороховых зарядов большого веса и большой длины, а также марок пороха, не указанных в приложении 2, необходимо произвести пробное взрывание заряда длиной 5 м, диаметром 3—4 см, составленного из 2—3 мешочков. Мешочки связывают шпагатом в один заряд, перекрывая концы на 3—5 см. Заряд укладывают на грунт на глубине до 0,5 м.

Инициирование заряда выполняется тротиловой шашкой весом 200 г, приложенной к одному из его концов. Результаты взрывания считаются удовлетворительными, если заряд будет взорван на всей длине и не будет разбрасывания зерен пороха. Для более удобного наблюдения за взрывами заряд рекомендуется укладывать вблизи берега.

Возможны следующие причины отказа зарядов пироксилинового пороха:

- недостаточный диаметр заряда;
- разрыв и неплотности между отдельными мешочками составного заряда вследствие неудовлетворительной укладки его водолазами;
- недостаточная мощность ВВ промежуточного детонатора и его малый вес.

### § 32. Метод шпуров

Методом шпуров называют такой метод ведения взрывных работ, при котором заряды ВВ помещают в цилиндрические углубления — шпуры глубиной до 4—5 м, диаметром до 75 мм.

В надводных условиях шпуровой метод применяют для отбойки пород на открытых и подземных горных разработках, для вторичного дробления крупных кусков и в других случаях.

На подводных работах шпуровым методом разрыхляют грунты и горные породы от III категории и выше на глубину до 2 м, разбивают отдельные камни, мешающие судоходству, или взрывают скальные участки при снятии судов с мели. Диаметр шпуров 45—50 мм. Ввиду незначительного диаметра шпуров этот метод мало эффективен и для рыхления грунта применяется в тех случаях, когда нет необходимого оборудования для бурения скважин большого диаметра и при объемах земляных работ до 200—250 м<sup>3</sup>.

Для рыхления грунтов шпуры располагают в один ряд или в несколько рядов в шахматном порядке. Расстояние между шпурами в ряду принимается до 2 h, а между отдельными рядами до 1,5 h, где h — линия наименьшего сопротивления или глубина рыхления грунта. Глубину шпуров берут на 10—15% больше требуемой глубины рыхления h.

Каждый шпур водолазы заполняют взрывчатым веществом примерно на  $\frac{2}{3}$  его глубины (рис. 49); верхняя часть шпура остается открытой. В качестве ВВ применяют тротилловые буровые шашки, аммонит или порох, патронированные в оболочке, а также порох россыпью. При зарядании шпура необходимо стремиться к плотному размещению ВВ, боевик (часть заряда с электродетонатором или детонирующим шнуром) помещается сверху, доньшко электродетонатора должно быть обращено в сторону заряда. При взрывании детонирующим шнуром концы его, выходящие на поверхность, поддерживаются на поплавках; при взрывании электродетонаторами взрывная сеть укладывается по гунту.

Шпуровые заряды разрешается взрывать электрическим или бескапсюльным способами.

Расчет подводных шпуровых зарядов и указания по производству водолазных работ при шпуровом взрывании приведены ниже (см. § 64).

В условиях надводных работ перед заряданием шпуры очищают специальными ложками от пыли и попавшего грунта. Для уплотнения ВВ пользуются забойником, представляющим собой деревянный стержень диаметром 2—2,5 см; его длина должна превышать глубину шпура на 30—35 см. ВВ уплотняют через каждые 10—15 см по глубине шпура. После зарядания шпура примерно на  $\frac{2}{3}$  от принятой высоты заряда в шпур опускают боевик (элек-трдетонатор или капсуль-детонатор) и дозаряжают остальным количеством ВВ. Уплотнять ВВ в шпуре после укладки боевика не разрешается.

Всю оставшуюся незаполненную часть шпура засыпают песком или смесью песка с глиной (в пропорции 3:1), как наиболее подходящим забоечным материалом. Забойку надо вводить осторожно, чтобы не повредить шнур или провода. Первую порцию забойки не уплотняют и только после окончания засыпки забоечного материала устье шпура (верхнюю его часть) плотно утрамбовывают.

Шпуровые заряды в надводных условиях взрывают огневым, электрическим или бескапсюльным способами.

Техника безопасности производства работ. Если при зарядании шпура подготовленный заряд будет пересыпан грунтом, то шпур необходимо дозарядить и взорвать. Разбирать взорванную породу следует осторожно, учитывая, что при взрыве может быть разбрасывание засыпанного заряда. Обнаруженные остатки заряда собирают и уничтожают.

После ввода в шпур боевика дозаряжать шпур необходимо осторожно, чтобы не вызвать преждевременный взрыв или не повредить взрывную сеть. Радиус опасной зоны при шпуровом взрывании не менее 200 м.

### § 33. Метод скважин

Методом скважин (иногда его называют методом колонковых зарядов) называют такой метод взрывных работ, при котором заряды ВВ (колонковые заряды) помещают в цилиндриче-

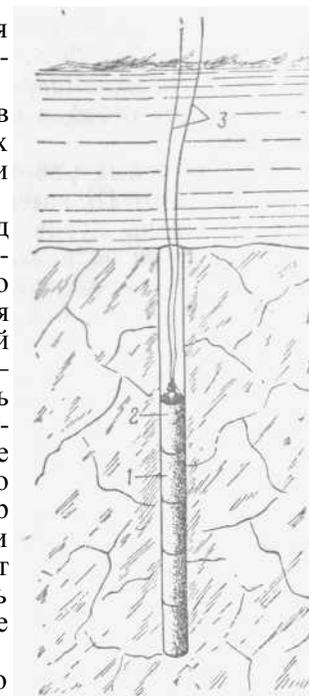


Рис. 49. Шпуровой заряд: 1 — заряд; 2 — боевик; 3 — провода

ские углубления — скважины глубиной от 7 до 30—40 м и диаметром более 75 мм.

Метод скважин широко применяется на открытых горных разработках для отбойки ископаемых крепостью от IV категории и выше.

На подводных работах методом скважин выполняют рыхление грунтов от III категории и выше при толщине слоя от 1 до 6 л. Скважины бурят передвижными бурильными установками, размещаемыми на плавсредствах или на специально устроенных эстакадах. Чаще всего скважины делают диаметром 250—300 мм, глубиной от 1 м и более. В буровых работах принимает участие водолазная станция.

Так же как и при шпуровом методе, буровые скважины располагают в один ряд или в несколько рядов в шахматном порядке. Расстояние между скважинами в ряду принимается от 1 до 2,5  $h$ , между отдельными рядами от 1 до 2  $h$ , где  $h$  — ЛНС или глубина рыхления. Глубину скважин  $S$  берут несколько больше (на 10—15%), чем это требуется для рыхления данного участка, т. е.  $S = (1,10-7-1,15) h$ .

В случае необходимости рыхлить грунт на глубину более 6 м бурение и взрывание ведут послойно, т. е. после взрывания и уборки первого слоя толщиной 5—6 м приступают к взрыванию и уборке второго слоя.

Если скальный грунт покрыт слоем ила или песка, рекомендуется применять защитные трубы из кровельного железа. По окончании бурения в скважину на всю ее глубину вставляют трубу, верхний конец трубы поднимается над грунтом на 0,4—0,5 м. Диаметр трубы берется на 10—20 мм меньше диаметра скважины. Трубы извлекают после заряжания скважины.

Скважины заряжают так же, как и шпур. Пироксилиновый порох можно помещать в скважины без упаковки (россыпью), укладывая в середину порохового заряда инициирующий заряд из тротиловой шашки весом 400 г.

Заряды в скважинах разрешается взрывать электрическим или бескапсюльным способом.

Расчет подводных зарядов в скважинах и указания по производству водолазных работ приведены ниже (см. § 66).

### § 34. Методы котловых и камерных зарядов

Методом котловых зарядов называют такой метод ведения взрывных работ, при котором на дне скважины или шпура взрывом предварительного малого заряда так называемой прострелкой делают особую полость (рис. 50) — котел для основного заряда ВВ большого веса.

Камерными зарядами называют заряды большого веса (от нескольких тонн до десятков и сотен тонн), помещаемые в специальные горные выработки — камеры для выполнения массовых обрушений горных пород. Применение таких зарядов для

отбойки пород называется взрыванием методом камерных зарядов.

Указанные два метода на подводных взрывных работах не применяются ввиду сложности выделки и заряжания «отлов и камер».

В условиях надводных работ их применяют для отбойки горных пород максимальной крепости (до XVI категории) при глубине выработки порядка 10—12 м.

Заряды рассчитывают по формуле (8), принимая коэффициент  $K$  по табл. 3 и уточняя его значение в процессе работ.

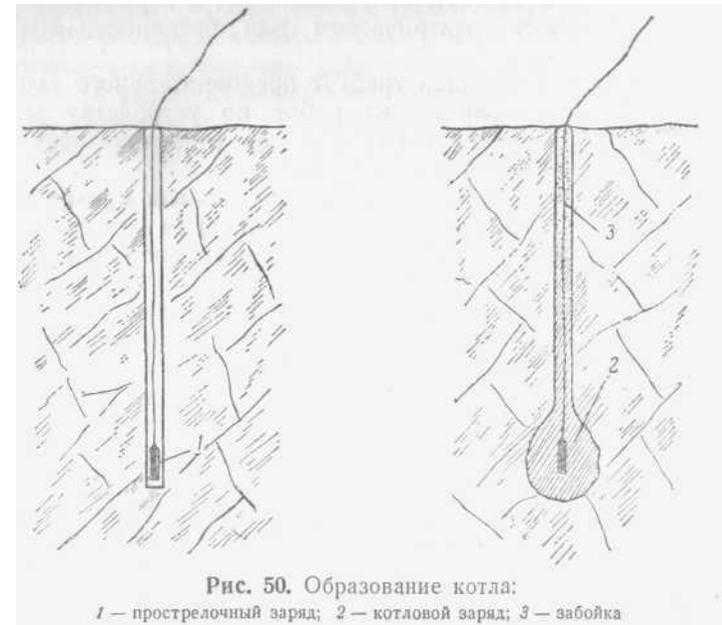


Рис. 50. Образование котла:  
1 — прострелочный заряд; 2 — котловой заряд; 3 — забойка

Котловые заряды помещают в котлы, а также частично в шпур и скважины, являющиеся продолжением котлов. Когда весь заряд будет размещен, шпур (скважину) заполняют забоечным материалом и осторожно уплотняют. Взрывать основной заряд разрешается электрическим или бескапсюльным способом.

Таблица 3

Категория породы	Значение $K$	Категория породы	Значение $H$
V - VI	0,40	XII	0,56
VII—VIII	0,43	XIII	0,60
IX X XI	0,46	XIV	0,64
	0,50	XV	0,67
	0,53	XVI	0,70

Разновидностью камерных зарядов являются так называемые малокамерные заряды, представляющие собой горизонтальную или слегка наклонную выработку — рукав, в основание которой помещают заряд.

Малокамерные заряды применяют при высоте уступа до 6 м. • Поперечное сечение рукава до 0,5 X 0,5 м, длина до 5 м. Для зарядания рукава перед устьем его укладывают дооку длиной 5—6 м, на конец которой помещают заряд; затем доску осторожно продвигают вместе с зарядом к основанию рукава. Сняв заряд с доски забойником, дооку и забойник вынимают наружу, а провода или ДШ от заряда присоединяют к взрывной сети.

Заряды взрывают электрическим или бескапсюльным способом.

Метод камерных зарядов требует предварительного выполнения некоторых подготовительных работ по устройству минных штолен, шурфов, штреков и самих камер (описание этих работ приведено в специальной литературе).

Минной штольной называется горизонтальный проход (выработка), ведущий к зарядной камере, а шурфом — вертикальный проход, соединяющий шурф или штольню с одной или несколькими камерами.

Форма и объем зарядной камеры зависят от количества помещаемого в нее ВВ. Обычно камерам придают форму куба высотой до 2—2,5 м, а минные штольни располагают в виде буквы Т или им придают другую форму, чтобы затруднить выход газов при взрыве и максимально использовать энергию ВВ.

Камерными зарядами производят взрывы на обрушение, выброс и сброс. При взрыве на обрушение образуется вруб, а лежащая над ним порода при падении дробится на куски под силой собственной тяжести. При взрывании на выброс порода не только разбивается на куски, но и отбрасывается на некоторое расстояние. В результате взрыва образуется выемка (траншея или котлован) предусмотренного профиля. Сброс является разновидностью выброса, когда взорванная порода отбрасывается в сторону и попользуется для устройства перемычки, плотины или дамбы.

Взрывы на выброс и сброс позволяют экономить большое количество физического труда, времени и технических средств при выполнении трудоемких работ по строительству различных земляных сооружений.

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАРЯДОВ

Как уже указывалось, подводные заряды из аммонитов и других ВВ, имеющих в своем составе растворяющуюся в воде аммиачную селитру, необходимо помещать в герметическую упаковку. Заряды из негигрокопичных ВВ (тритила, мелинита, гексогена и тэна) не требуют герметической упаковки и могут применяться без оболочек. Наконец, заряды из пироксилинового по-

роха необходимо помещать в упаковку, которая пропускает воду, чтобы все зерна пороха находились в воде и были смочены ею. Только в этих условиях порох взрывается как бризантное ВВ.

Для изготовления герметической упаковки зарядов применяют водостойчивую бумагу пик, ткань, картон, резину, ящики из досок, металлические банки, старые шланги, трубы, бидоны, бутылки и т. д. Так как аммониты имеют удельный вес меньше единицы и заряды из них плавают в воде, необходимо применять балласт из мелкого камня, гравия или песка, который обычно также помещают в оболочку. После упаковки ВВ и балласта заряд тщательно изолируют горячей смесью (при температуре не выше 60°) битумов № 3 и № 5, взятых поровну, и перевязывают шпагатом или хозяйственной веревкой (для удобства подачи водолазу и переноски под водой). Провода от электродетонатора или ДШ со слабиной прикрепляют к шпагату или веревке. Готовый заряд должен быть погружен в воду для проверки балластировки.

### § 35. Заряды в оболочках из бумаги пик

Бумага пик водостойчива; после 8-часового пребывания в воде на глубине 10 м бумага слабо размокает, не теряет своей эластичности и прочности.

Бумага пик применяется для упаковки зарядов весом до 20 кг, помещаемых на глубину до 10—12 м. Порядок упаковки следующий. Заряд ВВ обертывают тремя — четырьмя слоями обычной бумаги (или помещают в готовые пакеты из обычной бумаги) и аккуратно перевязывают шпагатом так, чтобы получился прочный и плотный пакет прямоугольной формы. Провода от детонатора или детонирующий шнур выводят из середины одной из сторон (рис. 51). После этого пакет обертывают в два или три слоя бумагой пик, тщательно склеивают края бумаги горячей смесью битумов, перевязывают шпагатом, а затем все швы пакета и место прохода проводов или ДШ дополнительно заливают смесью битумов.

Если необходимо изготовить большое количество зарядов, то для упрощения работы рекомендуется применять деревянные бол-

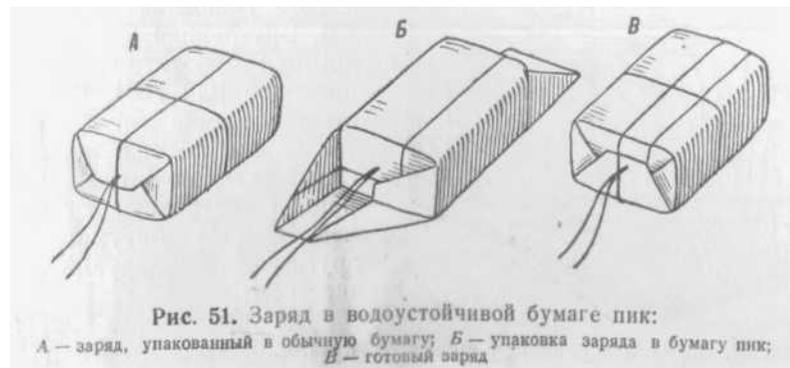


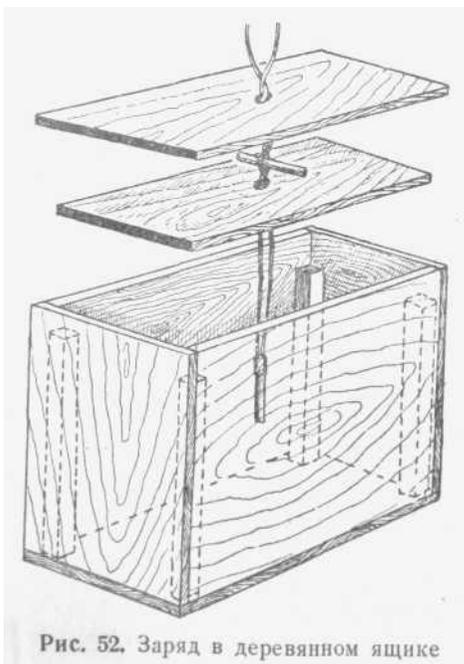
Рис. 51. Заряд в водостойчивой бумаге пик:  
А — заряд, упакованный в обычную бумагу; Б — упаковка заряда в бумагу пик;  
В — готовый заряд

ванки, сделанные по размерам зарядов. Болванку обертывают обычной бумагой, а затем бумагой пик, оставляя открытой верхнюю часть, через которую вынимают болванку, после чего основание и боковые стороны тщательно оклеивают и промазывают горячей смесью битумов. Подготовленные пакеты заполняют взрывчатим веществом и балластом, верхние края бумаги завертывают и оклеивают битумом, обращая особое внимание на изоляцию ввода проводов или шнура.

### § 36. Заряды в оболочках из бумажных мешков

Для упаковки зарядов ВВ применяются выпускаемые промышленностью специальные пакеты (мешки) из прочной и плотной бумаги, пропитанной водоустойчивыми составами. Пакеты состоят из 4—5 отдельных мешков, помещенных друг в друга и склеенных (или прошитых нитками) по краям. После засыпки в мешок ВВ и балласта свободные верхние края пакета завертывают, а швы тщательно заливают горячей смесью битумов. Провода или шнур выпускают через верхние края пакета, завертывая некоторую их длину вместе с краями мешка. Готовый заряд перевязывают шпагатом, к которому со слабиной привязывают провода или ДШ. Вес зарядов в пакетах принимается до 20 кг, глубина погружения до 10 м.

### § 37. Заряды в деревянных ящиках и бочках



В некоторых случаях заряды упаковывают в деревянные ящики или бочки.

Деревянные ящики (рис. 52) изготовляют из сухих, чисто остроганных досок по размерам заряда с балластом. Высота ящика должна быть на 2 см больше, чем высота укладываемого в него ВВ. Внутренняя и наружная крышки имеют отверстия для проводов или ДШ. Щели в стенках ящика изнутри тщательно конопатят и заливают горячей смесью битумов. Снаружи ящик покрывают горячей смесью битумов или другим водоизолирующим веществом.

ВВ прижимают нижней крышкой так, чтобы заряд

не перемещался внутри ящика, затем прибивают крышки, тщательно герметизируют каждую из них и особенно места ввода проводов или ДШ. Герметизировать ввод можно пробками, поставленными на горячем битуме. Готовый ящик перевязывают веревкой.

Вес зарядов в деревянных ящиках принимается до 50 кг, глубина погружения до 10 м. Балластировка проверяется предварительным погружением в воду одного из зарядов.

Деревянные бочки можно использовать для герметизации зарядов, погружаемых на глубину до 3 м. Герметизация выполняется так же, как и при применении деревянных ящиков, устройством внутренней и наружной крышек, с тщательной конопаткой щелей и сплошной заливкой горячей смесью битумов. Для удобства переноски бочки обвязывают веревкой.

### § 38. Заряды в металлической таре

До помещения зарядов в металлическую тару (банки, бидоны, бочки и т. п.) ее проверяют на герметичность наливанием воды. Для ввода и герметизации проводов или ДШ к крышкам или верхним стенкам тары припаивают трубки диаметром 3—5 см и длиной 5—10 см.

Глубина погружения зарядов в металлической таре определяется ее прочностью. Вес зарядов зависит от емкости тары. Пайка или подварка швов после заполнения взрывчатым веществом категорически запрещается.

### § 39. Заряды в тканевых мешках

Тканевые мешки могут быть применены для герметической упаковки зарядов весом до 10 кг при погружении их на глубину до 5 м. Порядок герметизации следующий. Мешок набивают опилками или каким-либо другим материалом и поверхность его покрывают горячим водоизолирующим составом из смолы и песка, взятых примерно поровну. Когда состав остынет и затвердеет, мешок опорожняют и помещают в него половину или две трети предусмотренного количества ВВ, после чего укладывают запальную шашку и досыпают остаток ВВ. Концы проводов выводят наружу, а мешок уплотняют и завязывают сверху шпагатом. Собранный горловина мешка тщательно изолируется снаружи, внутрь ее наливают некоторую



Рис. 53. Заряд в тканевом мешке:  
1 — заряд ВВ; 2 — электродетонатор;  
3 — льняные концы; 4 — изолирующая смесь; 5 — провода

количество изолирующего состава и вторично завязывают шпагатом. Для удобства переноски тканевые мешки обвязывают веревкой. Образовавшиеся трещины в изоляции на поверхности мешка повторно покрывают слоем изолирующей смеси перед погружением заряда на грунт.

На рис. 53 показан общий вид заряда в тканевом мешке.

#### § 40. Заряды в резиновых мешках

Резиновые мешки, а также мешки из прорезиненной ткани применяются для зарядов, весом до 50 кг при глубине погружения до 10 м. Мешки наполняют на  $\frac{2}{3}$  порошкообразным ВВ, помещают в них запальные шашки или патроны-боевики, затем засыпают оставшуюся треть ВВ.

Проводам электродетонатора или огнепроводному шнуру дается слабина, и свободный конец их выводится варужу с угла горловины мешка.

Предварительно та часть проводника или огнепроводного шнура, которая будет находиться в горловине мешка обматывается изоляционной лентой и смазывается резиновым клеем.

Ткань горловины мешка с внутренней стороны также смазывается резиновым клеем на длине до 10 см. После этого края горловины складывают вместе и разглаживают руками. Склеенную горловину собирают в гармошку и обвязывают шпагатом.

Горловину можно не заклеивать, а залить теплой смолой или солидолом. Поверх залитого слоя горловина мешка перевязывается.

#### § 41. Заряды в шлангах и металлических трубах

Для оболочек зарядов иногда применяют отрезки старых шлангов, металлические трубы и пожарные рукава. Заряды в таких оболочках погружают на глубину до 10 м (при использовании металлических труб глубина погружения может быть больше). Концы шлангов (труб) забивают пробками, герметизируемыми горячим битумом, детонатор помещают примерно в середине заряда, провода пропускают через пробку и привязывают со слабиной к шлангу (трубе). Заряд балластируют камнями или отрезками металла, привязывая их снаружи шланга.

Парусиновые непрорезиненные рукава необходимо снаружи покрывать изолирующим составом. Пробки, забитые по концам рукавов и шлангов, закрепляются бензелями.

#### § 42. Заряды из негигроскопичных В В

Заряды из прессованных ВВ весом до 5 кг можно изготавливать без оболочек, связывая шашки между собой шпагатом. Заряды большого веса помещают в полотняную, бумажную или картонную упаковку и связывают шпагатом или веревкой. Концы про-

водов от электродетонатора или ДШ со слабиной привязывают к заряду.

Удлиненные заряды из шашек собирают на доске или рейке длиной до 3 м, привязывая каждую шашку шпагатом (см. рис. 44). Такой заряд укладывают взрывчатым веществом «а перемываемый объект».

Заряды из порошкообразного и плавленного ВВ весом до 20 кг помещают в бумажную, полотняную или картонную упаковку. Для зарядов большого веса рекомендуется делать ящики из досок, перевязывая их веревками для удобства подачи водолазу, переноски под водой и установки на объекте. Как правило, такие заряды не имеют электродетонаторов и их взрывают боевиками, которые водолазы дополнительно укладывают перед выполнением взрыва.

#### § 43. Заряды из пироксилинового пороха

Для упаковки пороховых зарядов применяют хлопчатобумажную ткань, пропускающую воду. Заряды диаметром до 6—8 см, укладываемые на глубинах до 3—4 м, при отсутствии течения можно помещать в мешочки из технической марли. Для зарядов диаметром более 8 см, а также при наличии течения применять паковочную ткань, бязь, тонкую парусину или другую ткань.

Удлиненные заряды помещают в узкие мешки длиной 1,5—1 м для удобства изготовления и переноски, ширину мешков берут по расчету. Зная вес 1 м заряда, диаметр заряда можно определить по формуле

$$rf = 3,85/C \text{ см}, \quad (10)$$

где  $C$  — вес 1 м заряда в кг (см. формулу 12).

Ширина ткани для мешка будет равна

$$£ = 3,14 \cdot rf + 2 \text{ см}. \quad (11)$$

При расчете потребного количества материала для мешков должен быть учтен запас на их пошивку (на продольные и поперечные швы), связывание по концам шпагатом и т. п. Величина запаса принимается порядка 10% от значения, найденного по формуле (11). Для наполнения мешков порохом рекомендуется применять простейшее бункерное устройство, показанное на рис. 54. В качестве бункера можно использовать металлическую банку из-под пороха, у которой вырезано днище, а к горловине припаян патрубок с задвижкой. Наполняемые мешки не должны быть слишком туго набиты, так как из-за этого при переноске и укладке зарядов на грунт возможны разрывы мешков и потери пороха, а при укладке зарядов на глубинах до 1 м порох будет недостаточно смачиваться водой.

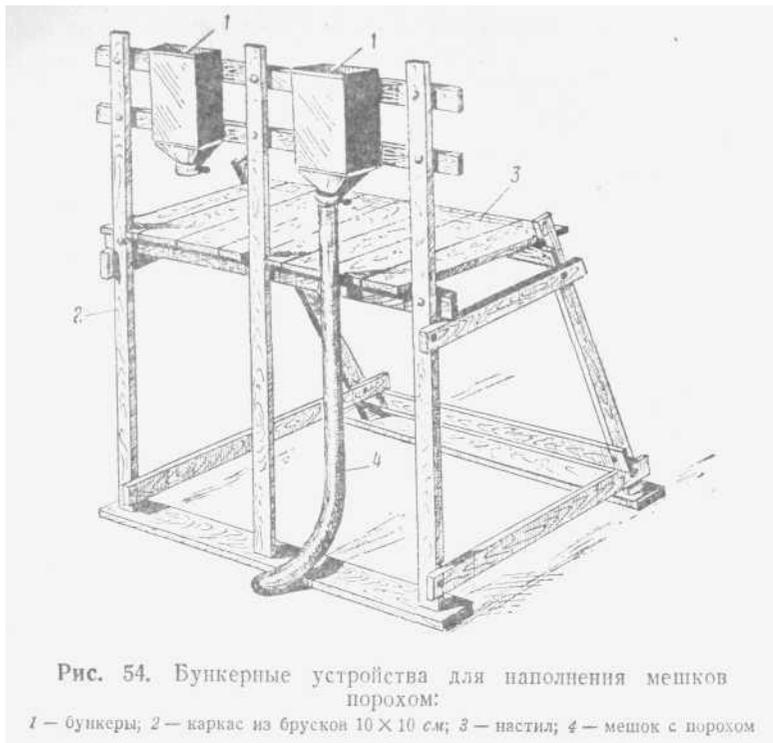


Рис. 54. Бункерные устройства для наполнения мешков порохом:

1 — бункеры; 2 — каркас из брусьев 10 X 10 см; 3 — настил; 4 — мешок с порохом

#### § 44. Изготовление боевиков

При использовании на взрывных работах зарядов большого веса средства инициирования нецелесообразно размещать в общей массе заряда, так как переноска, установка на объекте и крепление зарядов становятся более опасными. В этих случаях для взрывания зарядов применяют боевики, представляющие собой отдельно подготовленные части зарядов с помещенными в них капсюлями-детонаторами, электродетонаторами или детонирующим шнуром.

Боевики изготовляют из порошкообразных ВВ и из шашек (рис. 55). Боевики из порошкообразных ВВ, имеющие диаметр 3—4 см и длину 20—25 см (вес ВВ 200—300 г), называют патронами, а боевики, состоящие из одной шашки весом 200 или 400 г, — запальными шашками.

Если для боевиков применяют гигроскопичные ВВ, их необходимо тщательно изолировать от попадания воды. Изоляция боевика составами, требующими подогревания, производится на расстоянии не ближе 50 м от склада ВВ или 100 м от места изготовления боевиков с соблюдением правил безопасности, изложенных ниже. Изоляция горячим составом запрещается, если боевик снаряжен детонирующим или огнепроводным шнуром.

Боевики изготовляют только на объекте работ. Зажигательные трубки или электродетонаторы в боевики помещают перед взрывом зарядов; заблаговременная заготовка и снаряжение боевиков запрещаются. Если отверстие в тротиловой шашке не соответствует диаметру гильзы, его разрешается рассверлить бронзовой разверткой. Электродетонатор, вставленный в гнездо шашки, следует закрепить шпагатом. Привязывать электродетонатор его же проводами запрещается. Проводники электродетонатора со слабиной привязываются шпагатом к шашке.

Готовые боевики переносят на руках по одному или на носилках с бортиками, причем общий вес ВВ не должен превышать 25 кг. На шлюпке боевики укладывают в кормовую часть, общий вес их не должен превышать 40 кг. Шлюпка должна быть исправной, иметь три весла, три уключины, руль с румпелем и три спасательных пояса. Во время перевозки боевиков в шлюпке могут находиться взрывник и гребцы. Курить в шлюпке запрещается.

Под водой водолаз-взрывник устанавливает боевик после окончательного размещения основных зарядов. Для лучшей детонации боевик необходимо укладывать по возможности ближе к центру основного заряда.

Если по окончании рабочего дня останутся неиспользованными несколько боевиков, их уничтожают взрыванием или разряжают. Разряжать боевики разрешается только старшему взрывнику или руководителю взрывных работ.

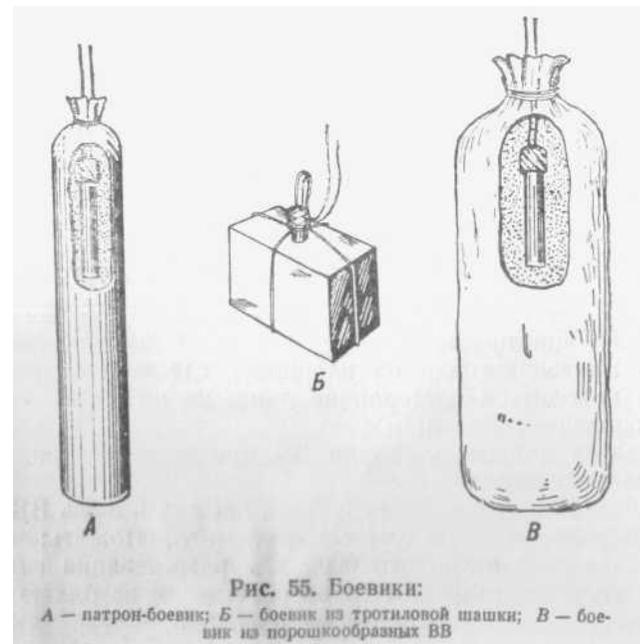


Рис. 55. Боевики:

А — патрон-боевик; Б — боевик из тротиловой шашки; В — боевик из порошкообразных ВВ

## § 45. Дублирование взрывных сетей

Для безотказного взрыва группы зарядов ВВ на наиболее важных объектах работ взрывные сети дублируют, т. е. устраивают две сети: одну электрическую и вторую из ДШ. В отдельных случаях (при отсутствии ДШ и применении достаточно мощного источника тока) вторая взрывная сеть может быть сделана также электрической. Каждая сеть передает импульс взрыва зарядам самостоятельно при помощи электродетонаторов, капсюлей-детонаторов или ДШ.



Рис. 56. Дублирование электровзрывной сети:  
1 — электровзрывная сеть; 2 — сеть из ДШ

Выведенные на поверхность воды взрывные сети соединяют вместе для включения в источник тока. В случае применения электрической сети и ДШ одновременность передачи импульса достигается электродетонатором, помещенным в начале линии ДШ.

На рис. 56 показано дублирование электровзрывной сети детонирующим шнуром. Взрывание ДШ выполняется электродетонатором, который последовательно включен в общую электровзрывную сеть.

Дублирующие сети монтируют на берегу, затем целиком погружают со шлюпки или с борта к месту установки зарядов.

## § 46. Правила техники безопасности при изготовлении и герметизации зарядов

При изготовлении и герметизации зарядов необходимо выполнять следующие правила:

- в помещении или на площадке, где ведутся работы, не должны находиться посторонние лица, не имеющие отношения к изготовлению зарядов;

- нельзя допускать потери ВВ при взвешивании, упаковке или переноске зарядов;

- обрезки шнуров, зерна пороха, крошки и пыль ВВ по окончании рабочего дня следует собирать и уничтожать;

- разведение открытого огня для разогревания гидроизолирующих составов разрешается на расстоянии не ближе 100 м от места изготовления зарядов и их изоляции;

- у котлов с изолирующей смесью должны находиться щиты для закрытия котла в случае воспламенения смеси; составные части изоляции необходимо засыпать в котел до его разогревания;

- температура изоляции при нанесении ее на оболочку заряда ВВ не должна быть выше 60°;

- опускать заряд в котел с изолирующей смесью, находящейся на огне, не разрешается (даже если температура смеси не превышает 60°);

- на площадке вблизи печи или костра, где разогревается изоляция, во избежание пожара должна быть удалена растительность;

- запальные шашки следует изготовлять отдельно от основных зарядов, выполняя эту работу непосредственно перед установкой зарядов на место;

- — дополнительных детонаторов («оживителей») в заряд помещать нельзя;

- гильзу детонатора, вставленного в гнездо, необходимо привязывать нитками к шашке; привязывать детонатор его же проводами не разрешается;

- провода от детонатора со слабиной привязывают нитками или шпагатом к заряду ВВ.

Подготовленные заряды складывают в безопасное место в помещении, запирающемся на замок, не ближе 100 м от построек, сооружений и дорог и не ближе 200 м от места взрывных работ. Помещение охраняется вооруженными часовыми.

Зажигательные трубки разрешается временно хранить в водном помещении с ВВ, но только в отдельном запирающемся ящике. Одновременно можно хранить не более 1 т взрывчатого вещества, 1000 штук капсюлей-детонаторов и 1000 м огнепроводного шнура.

При производстве взрывных работ на реках, каналах или у берега моря изготовлять заряды можно под открытым небом на берегу на расстоянии не менее 200 м от склада взрывчатых материалов. Место для патронирования должно быть выбрано ровное и сухое. Зажигательные трубки разрешается изготовлять на расстоянии не менее 25 м от места заготовки зарядов. Патронирование зарядов и изготовление боевиков в шлюпке, на водном боте и на других самоходных судах не разрешается.

## КУМУЛЯТИВНЫЕ ЗАРЯДЫ

### § 47. Основные понятия

Кумулятивными зарядами называются такие заряды, у которых в обращенной к взрываемому объекту грани сделана специальная выемка, облицованная металлической оболочкой. Выемка и оболочка способствуют увеличению действия взрыва этого заряда в направлении взрываемого объекта за счет некоторого

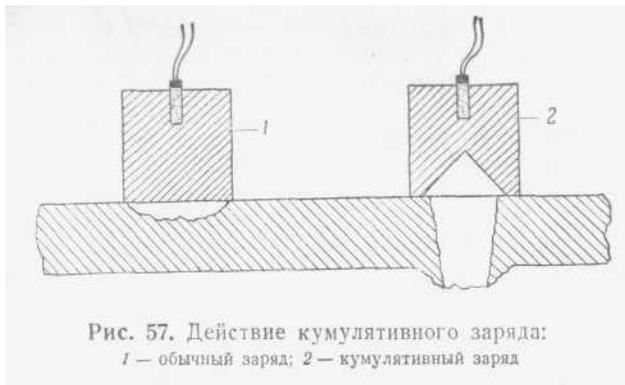


Рис. 57. Действие кумулятивного заряда:  
1 — обычный заряд; 2 — кумулятивный заряд

снижения взрывного действия в остальных направлениях. Таким образом, кумуляция представляет собой концентрацию действия взрыва заряда по заданному направлению. При взрыве металлическая оболочка под действием продуктов взрыва интенсивно сжимается и металл оболочки под влиянием высокого давления течет, как жидкость. В результате из оболочки и продуктов взрыва выбрасывается тонкая струя с огромной скоростью (12—16 км/сек), способная пробивать броню значительной толщины.

Действие кумулятивного заряда можно пояснить следующим примером. Если взять стальной лист и на нем установить два одинаковых по размерам заряда, у одного из которых будет выемка, а другой будет без выемки (рис. 57), то после взрыва заряд с выемкой пробьет стальной лист, а заряд без выемки сделает только углубление.

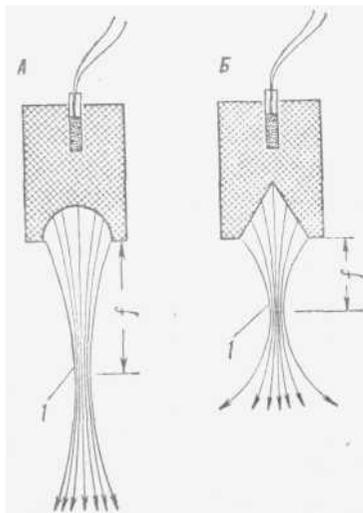


Рис. 58. Схема действия кумуляции:  
А — длиннофокусный заряд; Б — короткофокусный заряд;  
1 — фокус кумуляции; f — фокусное расстояние

Продукты взрыва и металлическая оболочка кумулятивного заряда собираются в тонкую плотную струю, которая называется кумулятивной струей. На некотором расстоянии от нижней грани заряда струя имеет минимальное сечение, в этой точке она обладает максимальной плотностью и большим пробивным действием. Эта точка струи называется фокусом кумуляции, а расстояние от заряда до нее — фокусным расстоянием. Величина фокусного расстояния у различных зарядов неодинакова и зависит от формы и размеров кумулятивной выемки (рис. 58). Чем глубже выемка, тем короче фокусное расстояние и наоборот. Пробивное

действие заряда увеличивается, если заряд удален от перебиваемого объекта на величину фокусного расстояния.

Если кумулятивная выемка не имеет металлической оболочки, пробивное действие заряда несколько снижается. Поэтому кумулятивную выемку необходимо облицовывать оболочками. Их изготавливают из железа, меди, дюралюминия и т. д. Лучшие результаты дают дюралевые оболочки.

Несмотря на то, что явление кумуляции известно более ста лет, широкое использование оно получило лишь перед второй мировой войной и особенно в период войны. Советская армия применяла кумулятивные снаряды и заряды ВВ для борьбы с вражескими танками и укрепленными сооружениями.

#### § 48. Упрощенные кумулятивные заряды, применяемые на подводных работах

На подводных работах применяют линейные и кольцевые кумулятивные заряды упрощенных конструкций для перебивания стальных листов по заданному направлению и для выбивания в стальных листах круглых отверстий диаметром порядка 200—250 мм. Наибольшая толщина перебиваемых листов 30 мм.

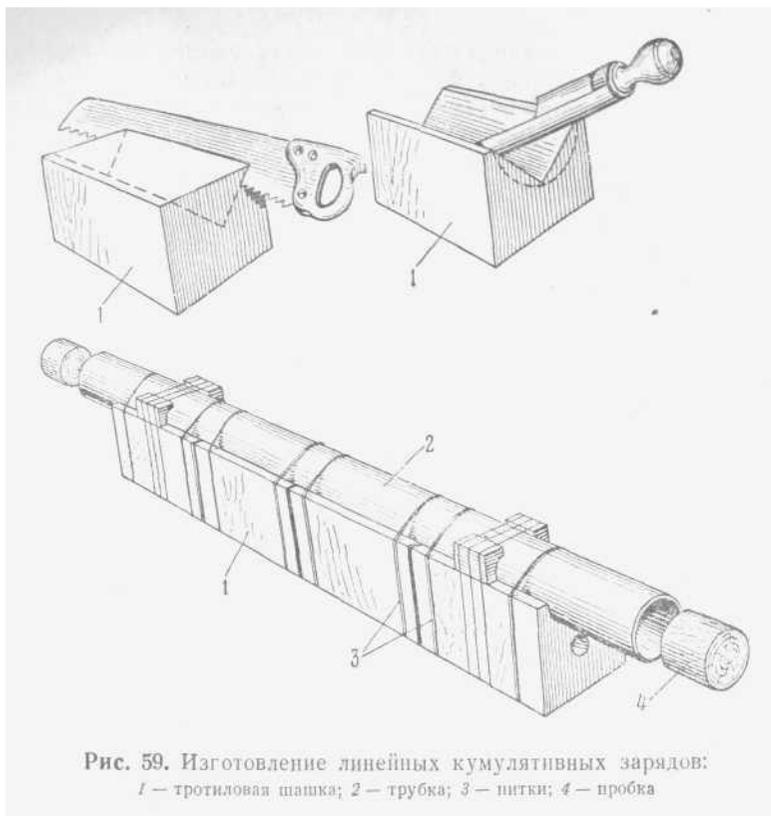
Применение кумулятивных зарядов под водой позволяет уменьшить вес зарядов примерно в четыре раза по сравнению с обычными и перебивать металл по заданному направлению. Кроме того, кумулятивные заряды дают рез с относительно небольшими заусенцами и неровностями, примерно равными толщине перебиваемого металла.

На подводных работах эти заряды применяются главным образом при необходимости вырезать в борту или палубе затопленного корабля проход для водолаза или небольшое отверстие для закладки болванки от стропы, для перебивания элементов упавших в воду мостовых и крановых ферм, перебивания шпунтового ряда и в других случаях.

Упрощенные кумулятивные заряды делают из тротильных шашек, вырезая в них полуцилиндрические выемки и помещая в эти выемки оболочки из готовых трубок. Порядок изготовления зарядов следующий.

Л и н е й н ы й к у м у л я т и в н ы й з а р я д (см. рис. 46) может быть сделан из шашек весом 75, 200 или 400 г. Общая длина заряда принимается равной 1—1,5 м (для удобства переноски и установки на объекте). Заряд собирается на трубке, длина которой должна быть примерно равна длине заряда. Концы трубки герметически закрывают пробками на мастике.

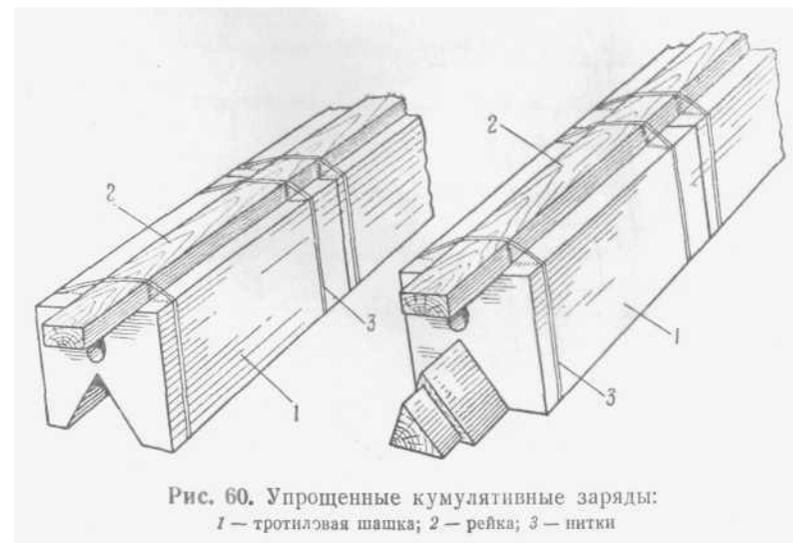
Выемки в шашках сначала вырезают ручной ножовкой, а затем выбирают скребком, придавая им полуцилиндрическую форму. Вырезать и обрабатывать выемку необходимо осторожно, чтобы не повредить грани шашек. Готовые шашки укладывают на рабочий стол по прямой линии выемками кверху и в них помещают дюралевую трубку, нагретую до температуры 60—70°.



Расплавляющийся при этом тротил обеспечивает плотное прилегание трубки к выемкам и скрепляет ее с шашками. Кроме того, трубку прочно привязывают к шашкам суровыми нитками. Для скрепления шашек между собой швы между ними заливают расплавленным тротилом. Дополнительно шашки можно скрепить нитками, уложив поверх шашек небольшую реечку.

На рис. 59 показан порядок изготовления линейных кумулятивных зарядов. Заряд устанавливают на перебиваемый стальной лист. Чтобы заряд занимал устойчивое положение, рекомендуется прикреплять к нему подставки из кусочков металла или дерева толщиной, равной половине диаметра трубки. Подставки помещают через 3—4 шашки по длине заряда. В торце заряда просверливают отверстие для электродетонатора. Поверх заряда привязывают реечку для предохранения детонатора и прикрепления его к заряду.

При отсутствии трубок можно применять заряды с упрощенными оболочками в виде треугольной призмы из кровельного железа, а также без оболочек (рис. 60). Хотя такие заряды показали менее удовлетворительные результаты, чем заряды, снабженные трубками, но все же они могут считаться достаточно эффективными и, главное, они менее сложны в изготовлении. За-



ряды без оболочек примерно в 1,5 раза эффективнее обычных тротильных и рекомендуются для подводных работ.

Кольцевой кумулятивный заряд делают из шашки, срезая у них торцы под некоторым углом. Обрабатывают шашки ручной ножовкой и скребком. Электродетонатор помещают в дополнительной шашке на кольцевом заряде. Металлическая трубка в виде кольца укладывается в выемки шашек и прочно привязывается нитками, как это принято для изготовления линейного заряда. Трубка должна быть герметически закрыта пробками.

#### § 49. Расчет зарядов

Поперечное сечение упрощенных кумулятивных зарядов с трубками принимают в зависимости от толщины перебиваемых стальных листов или составных металлоконструкций (см. табл. 4). Длина зарядов берется по месту.

Таблица 4

Толщина перебиваемого металла в мм	Поперечное сечение заряда	Диаметр трубки в мм	Толщина стенки трубки в мм
5-12	Буровая шашка или половина 200-г шашки	10—12	1
13-18	Шашка весом 200 г и половина такой же шашки	15-20	1-1,5
19-30	Шашка весом 400 г	25	1,5-2

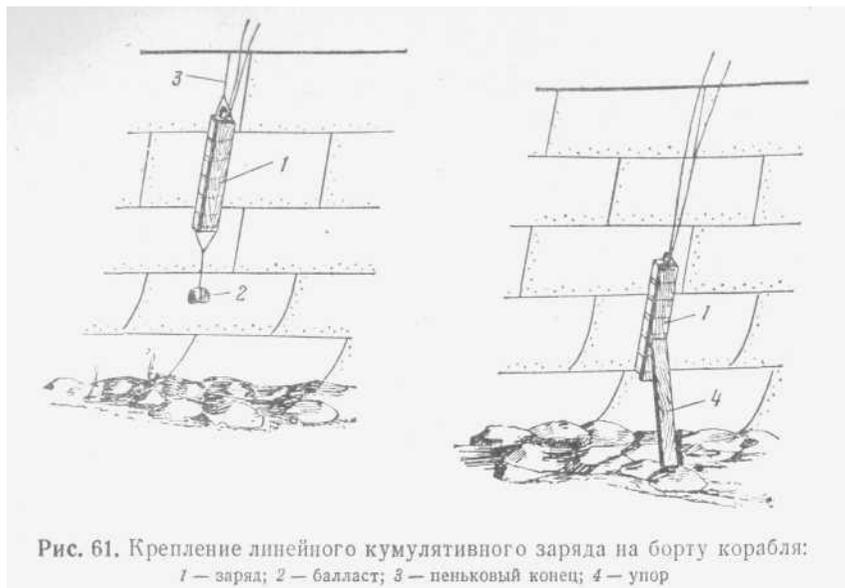


Рис. 61. Крепление линейного кумулятивного заряда на борту корабля:  
1 — заряд; 2 — балласт; 3 — пеньковый конец; 4 — упор

Упрощенные кумулятивные заряды с треугольными выемками рассчитывают по толщине перебиваемого металла [формула (17)].

Кумулятивные заряды необходимо устанавливать на объекте, плотно прижимая основание их к перебиваемой конструкции. При расположении заряда по борту корабля на некотором расстоянии от грунта его следует подвешивать на пеньковом конце, загружая балластом, или прижимать упорами (рис. 61). В районе скулы корабля длину отдельных частей заряда принимают не более 0,5 м, соединяя их между собой детонирующим шнуром. Кольцевые заряды можно подвешивать на пеньковых концах.

### § 50. Дополнительные правила техники безопасности

При изготовлении кумулятивных зарядов соблюдаются все требования техники безопасности, изложенные ранее. Дополнительно необходимо выполнять следующие требования:

- заряды изготовлять на чистом столе, покрытом линолеумом, листовым алюминием или медью;
- ручная ножовка, скребок и другие инструменты для обработки шашек должны быть из меди, латуни или бронзы (во избежание образования искры при ударе);
- плавить тротил для стыков шашек в металлической банке, погруженной в другую банку с кипящей водой;
- воду подогревать на закрытой электрической плитке; при открытом пламени не разрешается;
- готовые заряды водолаз должен осторожно переносить в руках по одному к месту их установки, закреплять на месте

пеньковыми концами, шпагатом, упорами или пригрузкой балластом;

— взрывать подводные кумулятивные заряды электрическим способом или детонирующим шнуром.

## БУРЕНИЕ ШПУРОВ ПОД ВОДОЙ

### § 51. Устройство бурильной машины

Для бурения шпуров под водой применяют пневматическую ручную бурильную машину **БМ-17Э** (рис. 62). Этой машиной можно сделать шпур в скале средней плотности глубиной до 2,5 м, диаметром 40—50 мм.

Бурильная машина **БМ-17Э** состоит из цилиндра, в котором помещается поршень-ударник, и ствола. В верхней части ствола расположен механизм поворота бура, а в нижней — нижняя и верхняя части поворотной буксы. Ствол соединен с корпусом поворотной буксы, на котором укреплен буродержатель. Сбоку цилиндра расположена воздухораспределительная коробка с дифференциальным золотником, регулирующим подачу воздуха в верхнюю или нижнюю часть цилиндра. Цилиндр сверху закрыт крышкой с ручкой для поддержания машины во время бурения.

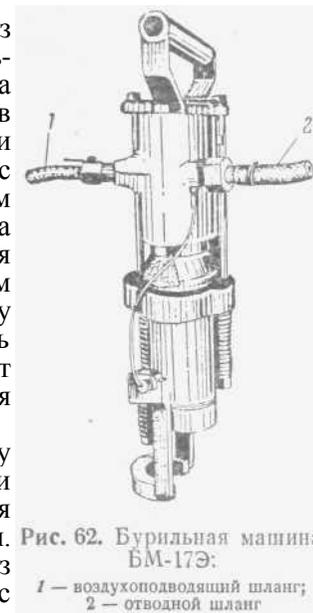


Рис. 62. Бурильная машина БМ-17Э:  
1 — воздухоподводящий шланг;  
2 — отводной шланг

Все части машины соединены между собой стяжными болтами с пружинами и гайками. Пружины служат для смягчения ударов при работе бурильной машины. Воздух к машине подводится через пусковой кран, ввернутый в корпус воздухораспределительной коробки.

Отработавший воздух отводится через специальный отводной шланг. Для уменьшения потерь сжатого воздуха из корпуса перед нижней частью поворотной буксы сделан отвод в выхлопную камеру.

Бурильная машина снабжена двумя поршнями-ударниками, один из которых имеет канал для продувания шпура и применяется для бурения на воздухе, другой — без канала применяется для бурения под водой.

Вес бурильной машины (без бура) 17,5 кг, расход свободного воздуха **1,8 м<sup>3</sup>/мин.**

### § 52. Работа бурильной машины. Уход за машиной

Сжатый воздух под давлением 5—6 атм подается от компрессора по шлангам к бурильной машине. При открытии пускового крана воздух поступает в воздухораспределительный механизм,

переходит в верхнюю часть цилиндра и двигает поршень вниз, при этом ударник наносит удар по хвостовику бура, вставленному в поворотную буксу. При движении вверх поршень-ударник делает вокруг своей оси неполный поворот и вместе с поворотной буксой поворачивает вставленный в нее бур.

Таким образом, поршень-ударник под действием сжатого воздуха совершает возвратно-поступательное движение и наносит непрерывные удары (1600 ударов в минуту) по хвостовику бура.

Каждое возвратное движение поршня сопровождается поворотом бура вокруг своей оси на некоторый угол. Бур, углубляясь от ударов в породу и вращаясь в ней, разрушает ее, образуя цилиндрическое углубление — шпур.

Перед началом работы машины необходимо проверить воздухоподводящий шланг и продуть его\*\* для очистки сжатым воздухом.

Машину смазывают перед началом работы и затем через каждые 2—3 часа непрерывной работы. Масло заливается через открытый кран воздухораспределительной коробки.

Прежде чем вставлять бур, необходимо убедиться в исправности его головки и торца хвостовика.

При работе не следует слишком сильно нажимать на машину для углубления в породу, нельзя также допускать излишней работы вхолостую.

Во время перерывов в работе или при замене бура машину следует класть на грунт таким образом, чтобы исключалась возможность ее падения или засорения грунтом.

После окончания работы машину разбирают, промывают все детали керосином, смазывают маслом, собирают и опробывают подачей сжатого воздуха. То же делают каждый раз перед перерывом в работе более чем на 1,5—2 часа.

Ремонт бурильных машин выполняется в мастерских.

### § 53. Неисправности бурильных машин, их причины и способы устранения

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
Уменьшилось число ударов по буру или стала слабее сила ударов	Упало давление воздуха вследствие неплотности в соединениях шлангов, повреждения или перегиба их	Проверить шланги и ликвидировать повреждения или неплотности. Поднять производительность компрессора до давления у бурильной машины не ниже 5—6 атм
Прекратилось поступление воздуха в бурильную машину	Зажат шланг, закупорилось отверстие в шланге оторвавшимся внутренним слоем резины	Освободить шланг. Заменить поврежденное колено шланга

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
Затруднен поворот бура. Уменьшилась скорость бурения	Затупился бур, в шпуре скопилось большое количество буровой муки	Заменить бур или продуть шпур при помощи поршня-ударника
Остановилась бурильная машина	В машину попала вода или твердые частицы	Выпустить воду из шлангов и продуть их. Сдать машину в мастерскую для проверки и ремонта
Заедает бур в корпусе поворотной буксы	Недостаточна смазка машины, износилась букса	Смазывать машину через 2—3 часа работы. Заменить буксу
Быстро изнашиваются и ржавеют движущиеся части машины	В машину попадает вода или сжатый воздух загрязнен примесями	После работы разбирать машину, промывать и смазывать ее части. На всасывающей трубе компрессора установить фильтры

### § 54. Буры для бурильных машин

Буры изготовляют из пустотелой буровой стали круглого или многогранного сечения толщиной 22, 25 и 32 мм.

Бур имеет головку, тело и хвостовик. Вдоль бура сделано отверстие для продувания шпура сжатым воздухом. Диаметр головки делается несколько больше диаметра тела бура для удобства работы и выемки бура.

На подводных работах могут применяться цельные буры, а также буры со съемными головками. Съемные головки изготовляют из легированной стали и на резьбе соединяют с телом бура. Иногда режущие поверхности головок имеют пластинки из твердого сплава. В этом случае головки бурое называются армированными и применяются для бурения шпуров в крепких породах.

Головки буров бывают однодолотчатые, двухдолотчатые и крепостные. Первые применяются для бурения в плотных породах, вторые и третьи — в породах средней плотности.

### § 55. Указания по производству работ

Бурение шпуров выполняют водолазы после предварительной разбивки участка буровых работ. Перед началом работы водолаз проверяет бурильную машину на воздухе и подбирает необходимый комплект буров. Количество буров в комплекте зависит от глубины бурения. Начинают бурение так называемым забурником (буром длиной 0,5 м). Пробував шпур на 0,5 м, меняют забурник на бур длиной 1,0 м. Пробував еще 0,5 м, меняют бур

на другой, имеющий длину 1,5 м, и т. д. Разница в длине сменяемых буров на подводных работах берется не более 0,6 м. Головки буров подбираются таким образом, чтобы каждая последующая была меньше предыдущей на 2—3 мм. Так, например, если диаметр головки забурника равен 50 мм, то следующий бур длиной 1,0 м следует брать с головкой диаметром 47—48 мм, затем бур длиной 1,5 м — с головкой диаметром 45—46 мм и т. д. Это ускоряет работу водолаза, исключает дополнительную выработку шпуров и застревание буров.

Подготовленная к работе бурильная машина подается водолазу на пеньковом конце, а при глубине до 3 м — на шланге. Буры подают по одному в том порядке, какой принят водолазом для бурения шпура.

Место бурения очищают от ила, песка, гальки и т. д. В начале бурения, пока бур не углубится в породу на 2—3 см, пусковой кран бурильной машины открывают не полностью. Затем открывают кран до упора и работают на всю длину бура.

При бурении водолаз должен сохранять принятый угол наклона шпура, в противном случае снижается скорость бурения и возможна поломка машины или бура.

При замене бура следует закрыть кран, открыть буродержатель, снять с бура машину и положить ее на грунт. Затем вынуть бур из шпура, вставить в него очередной бур, установить на хвостовик бурильную машину, закрыть буродержатель и открыть пусковой кран.

Если бур от руки не вынимается, его надо вынимать вместе с машиной, работающей на холостом ходу. Пусковой кран должен быть при этом открыт не полностью.

Готовые шпуры закрывают конусообразными пробками, чтобы их не замыло грунтом. Иногда для обозначения шпуров с поверхности в них опускают отрезки арматурного железа диаметром 12—19 мм.

## **БУРЕНИЕ СКВАЖИН НАД ВОДОЙ**

### **§ 56. Краткие сведения по бурильным установкам.**

#### **Указания по производству работ**

Бурение скважин (колонковое бурение) под водой выполняют специальными передвижными бурильными установками, размещенными на плавсредствах или на эстакаде. Бурильные установки монтируют на автомашинах или тракторах; они работают от двигателя автомашины (трактора). Наиболее пригодными для подводного бурения являются бурильные установки типа АВБ-3-100, УА-75, пловучий бурильный агрегат ПБА-2 и др., показавшие на работах в морских условиях хорошие результаты.

Бурильная установка АВБ-3-100 смонтирована на автомашине ЗИС-150, представляет собой бурильный станок вращательного действия и предназначена для бурения разведочных и эксплуатационных скважин. Установкой можно бурить скважины диа-

метром 250 мм на глубину до 100 м. Производительность установки на скальной известковой породе при работе долотом диаметром 250 мм составляет 5—6 м в час. В условиях подводных буровзрывных работ установка используется для бурения скважин на глубину до 6—7 м.

Характеристика других бурильных установок примерно соответствует приведенной выше.

По данным промеров глубин площадь дна, подлежащая рыхлению, разбивается на участки, отдичающиеся между собой глубиной рыхления на 0,5—1,0 м, с указанием местоположения каждой скважины. Для каждого участка определяют величину зарядов, которые располагают либо в один ряд, либо в несколько рядов в шахматном порядке. Участки и ряды скважин обозначаются на месте вешками или береговыми створными знаками. При бурении с плашкоута его устанавливают на четырех якорях вдоль крайнего ряда скважин и перемещают по мере готовности скважин. Вблизи берега в условиях малых глубин рекомендуется бурить скважины и заряжать их ВВ с временных эстакад. По окончании заряжания эстакады убирают и все скважины взрывают одновременно.

Работы по бурению скважин выполняются при участии водолазной станции.

### **§ 57. Разработка скважин водолазами**

В плотных глинистых и других поддающихся размыву грунтах водолазы делают скважины на глубину до 1 ж с помощью напорной струи воды. В образовавшееся углубление водолаз шестом погружает заряд, концы проводников на поплавке поднимаются на поверхность.

В такие же грунты заряды могут быть погружены с помощью трубы диаметром 2—3", длиной до 4 м. Нижний конец трубы закрыт деревянной пробкой, верхний — остается открытым и выходит на поверхность. С плашкоута или шлюпки трубу забивают в грунт на 0,5—0,7 м, после чего арматурным стержнем диаметром 12—19 мм из нее выталкивают пробку и в трубу осторожно погружают заряд. Когда заряд достигнет дна, трубу медленно поднимают, а пробка и заряд остаются в грунте. Провода от заряда перепускают через трубу и затем со шлюпки соединяют в общую взрывную сеть.

Рыхление грунта зарядами с помощью трубы выполняют на глубинах воды до 2,5—3 м.

## **ВЗРЫВАНИЕ ГРУНТОВ ПОД ВОДОЙ**

Накладные заряды являются эффективным средством для разработки траншей, котлованов или дробления пород до VIII категории на глубину до 1 м. В отдельных случаях допускается рыхление скалы накладными зарядами на глубину до 2 м, но тогда взрывать необходимо послойно в два — три приема, убирая взорванную породу после каждого слоя рыхления.

Для взрывания грунтов применяют сосредоточенные и удлиненные накладные заряды. Первые — для дробления отдельных валунов, топляков и других препятствий, вторые — для рыхления площади дна и для устройства траншей.

### § 58. Взрывание камней накладными зарядами

Крупные камни (валуны) и каменные глыбы, объем которых не превышает  $15 \text{ м}^3$ , могут быть разбиты или отброшены в сторону накладными зарядами ВВ.

Количество тротила (пироксилинового пороха) для дробления камня под водой принимается из расчета  $5 \text{ кг ВВ}$  на  $1 \text{ м}^3$  камня средней крепости (VI—IX категорий). В случае применения аммонита расход его увеличивается на 20%.

При массовых работах, а также при изменении крепости породы расход ВВ на  $1 \text{ м}^3$  камня уточняется первыми пробными взрывами, после чего вес остальных зарядов соответственно корректируется.

Готовый заряд водолаз укладывает так, чтобы он плотно касался поверхности камня и его не смыло, на течении и волне.

Для отбрасывания камня в сторону на расстояние  $5—10 \text{ м}$  заряд следует помещать под камнем, предварительно отмыв грунт гидромонитором. Заряд берется из расчета  $5 \text{ кг ВВ}$  пониженной мощности (аммонита) на  $1 \text{ м}^3$  камня и изготавливается плоским, с большой площадью соприкосновения с камнем при относительно небольшой толщине.

### § 59. Взрывание грунтов групповыми зарядами

Групповые подводные заряды укладываются на грунт в один или несколько рядов в шахматном порядке.

Расчет зарядов ведется по формуле (8). Значение  $K$  для тротила принимают по табл. 5 (в случае применения аммонита вес зарядов увеличивают на 20%).

Таблица 5

Категория породы	Значение Я
Рыхлый песок и плавун .....	2,2 2,9
Гравелистые породы .....	4,6
Плотный песок с мелкой галькой .....	5,8
Крепкий, очень плотный песок или плотный песок с крупной галькой .....	7,2 8,2
Плотный суглинок . . . . .	11,2
Крепкая синяя глина . . . . .	22,5
Скальные породы мягкие с естественным разрушением .....	33,3
Скала известняковая (без трещин) и другие скальные породы средней крепости . . . . .	
Скала гранитная и другие крепкие скальные породы .....	

Расстояние между зарядами в одном ряду принимают  $(1,5—3) h$ , между отдельными рядами  $(1—2) h$ , где  $h$  — глубина рыхления грунта.

Глубина воды над накладными зарядами должна быть не менее  $2 h$ , если она окажется меньше, вес зарядов увеличивают согласно табл. 6.

Таблица 6

Отношение фактической глубины погружения заряда к необходимой (2ft)	Увеличение веса заряда в %
0,7 0,7—	25 25—
0,35	50

При расположении зарядов непосредственно на наносах, покрывающих скальный грунт, подлежащий дроблению, величина  $h$  принимается как сумма заданной глубины рыхления скального грунта и толщины слоя наносов.

Накладные заряды весом менее  $6 \text{ кг}$  для рыхления скалы применять не рекомендуется.

По данным работ на одном из морей для рыхления скального грунта средней крепости на глубину  $1 \text{ м}$  применялись накладные заряды из тротила весом по  $10 \text{ кг}$  каждый при расстоянии между ними  $1,5—2 \text{ м}$ . Рыхление на  $0,5 \text{ м}$  выполнялось зарядами весом по  $6 \text{ кг}$  при расстоянии между ними  $1—1,5 \text{ м}$ . Глинистый грунт может быть разрыхлен на глубину  $1 \text{ м}$  зарядами весом не менее  $6—7 \text{ кг}$  каждый, на глубину  $0,5 \text{ м}$  — зарядами весом не менее  $4 \text{ кг}$  каждый.

Разрыхленный взрывами грунт убирают многочерпаковыми дноуглубительными снарядами, грейферами, драгляями, одночерпаковыми снарядами или скреперными установками. Этими средствами можно убирать разрыхленные плотные глинистые, гравелистые и скальные грунты. Скреперные установки применяют при объеме работ до  $10\,000 \text{ м}^3$  и глубинах до  $15—20 \text{ м}$ . Работы по уборке грунта выполняются при участии водолазов.

### § 60. Расчет зарядов из пироксилинового пороха

Вес удлиненного порохового заряда рассчитывают на  $1 \text{ м}$  траншеи. Общее количество пороха на всю траншею определяется умножением полученного значения на длину траншей в метрах.

Вес  $1 \text{ м}$  заряда определяется по формуле

$$d = N \cdot k, \quad (12)$$

где  $\lambda$  — коэффициент, зависящий от категории грунта (его значение приведено в табл. 1);  
 $\mu$  — коэффициент, зависящий от глубины разрабатываемой траншеи  $h$  и глубины воды над зарядом  $H$  (его значение приведено в табл. 7);  $h$  — глубина разрабатываемой траншеи в метрах.

Таблица 7

Глубина воды над зарядом в м	значение коэффициента $\lambda$ для траншеи				
	0,5 м	1,0 м	1,5 м	2,0 м	2,5 м
0,5	7,85	7,50	8,90	10,00	9,20
1,0	9,60	7,50	8,40	8,80	7,15
1,5	12,00	7,85	8,10	8,20	6,15
2,0	16,00	8,50	8,30	8,05	5,75
2,5	20,80	9,55	8,70	8,05	5,55
3,0	25,80	11,00	9,25	8,05	5,45
3,5	31,00	12,60	9,90	8,25	5,45
4,0	37,00	14,50	10,65	8,45	5,50
5,0	52,00	18,60	12,30	9,05	5,65

При первой возможности значения  $K$  и  $t$  уточняются пробными взрывами. Формула (12) учитывает категорию грунта, глубину траншеи, глубину воды над зарядом, а также частичное оползание откосов траншеи, которое наблюдается сразу же после взрыва.

Зная вес заряда на 1 м траншеи, по формуле (10) определяют диаметр заряда и затем по формуле (11) — ширину ткани для мешка.

Удлиненные пороховые заряды дают наиболее удовлетворительные результаты при разработке траншей глубиной до 1,5 м в не скальных грунтах. Если требуется получить более глубокую траншею, рекомендуется взрывать последовательно два заряда: первым зарядом разрабатывается траншея глубиной — 1 — 1,5 м, на дно ее укладывается второй заряд, взрыв которого производит дальнейшее углубление.

Если траншею разрабатывают на глубинах воды до 0,5 м, желательно предварительно сделать небольшую канавку для заряда, чтобы над ним было 0,5 м воды. На глубинах более 0,5 м заряд можно укладывать либо непосредственно на грунт, либо в небольшую траншею, которая предварительно может быть сделана пороховым зарядом.

**Пример.** Определить вес и диаметр удлиненного порохового заряда для устройства траншеи глубиной 1,5 м в суглинистом грунте. Глубина воды над зарядом 1,0 м. Длина траншеи 800 м.

Расчет заряда производится по формуле (12).

По табл. 1 для суглинка находим  $K = 1,18$ .

По табл. 7 для глубины воды  $H = 1,0$  м находим  $\lambda = 8,40$ .

Вес заряда на 1 м траншеи

$$C_1 = K \lambda^2 = 1,18 \cdot 8,40 \cdot 1,5^2 = 22,3 \text{ кг.}$$

Общий вес заряда на всю траншею

$$C = C_1 L = 22,3 \cdot 800 = 17900 \text{ кг,}$$

Диаметр заряда находим по формуле (10)

$$d = 3,85 \sqrt{C} = 3,85 \sqrt{17900} = 18,2 \text{ см.}$$

Ширину ткани для мешка находим по формуле (11)

$$B = 3,144 \sqrt{C} + 2 = 3,144 \cdot 18,2 + 2 \approx 60 \text{ см.}$$

Общее количество ткани на весь заряд

$$S = 1,1 \lambda^2 C = 1,1 \cdot 800 \cdot 0,60 = 528 \text{ м}^2.$$

## § 61. Проверка коэффициентов $K$ и $t$ в формуле (12)

Перед началом взрывных работ по разработке траншей производят опытный взрыв удлиненных зарядов для уточнения коэффициентов  $K$  и  $t$  в формуле (12) с целью корректировки расчета.

Для испытания берут пороховой заряд расчетного диаметра длиной 5 м и взрывают его под водой в условиях, близких к фактическим условиям работ на объекте. Глубину полученной траншеи замеряют с точностью до 5—10 см. Если полученная глубина не соответствует расчетной, определяют значение произведения  $Kt$  из формулы

$$Kt = \frac{C}{h^2}$$

где  $C$  — вес 1 м опытного заряда в кг;

$h$  — замеренная глубина траншеи в м.

Необходимый вес заряда определяют по формуле (12) после подстановки в нее нового значения  $Kt$ .

Для большей достоверности опытные взрывы повторяют дважды.

## § 62. Укладка удлиненных зарядов на грунт

В летнее время отдельные участки зарядов длиной по 50 м собирают на палубе плашкоута (баржи), с которого предполагается укладывать их на грунт. Заряды стравливают с кормы плашкоута, буксируемого на трассе разработки. При этом следят за целостью мешков и их прямолинейной укладкой на грунте. Во избежание разрывов, заряд должен быть привязан к стальному тросу таким образом, чтобы растягивающие усилия воспринимались не тканью мешков, а тросом.

При укладке зарядов в зимнее время со льда на прибрежном участке, где водолаз не может пройти подо льдом, должна быть сделана майна (прорубь) на всю длину участка. Заготовленный у края майны заряд погружают на грунт без водолаза. На участке, где водолаз может пройти подо льдом, во льду пробивают отдельные майны размерами 1,5X1,5 м, которые сначала используют для водолазного обследования грунта, а затем для укладки заряда. При водолазном обследовании от майны к майне подо льдом протягивают стальные тросы-проводники, которые

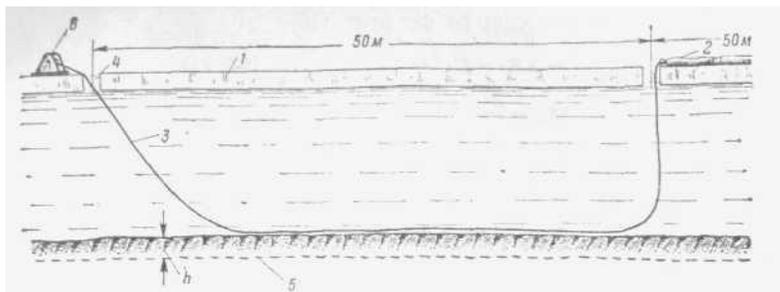


Рис. 63. Схема организации работ при укладке пороховых зарядов со льда:  
1 — лед; 2 — заряд; 3 — трос; 4 — майна; 5 — дно разрабатываемой траншеи; 6 — лебедка

затем используют для проводки участков заряда. Заряды протягивают вручную или с помощью лебедок. При этом следят за тем, чтобы мешки не рвались и порох не высыпался.

На рис. 63 показана схема организации работ при укладке заряда со льда..

Уложенный на грунт заряд должен быть тщательно обследован водолазами на всем протяжении. Обнаруженные разрывы в стыковании мешков или частичные потери пороха необходимо устранить, укладывая на эти места дополнительные короткие заряды.

При водолажном обследовании обращается внимание на соблюдение следующих условий:

- заряд должен быть уложен по заданной трассе и иметь на каждом отдельном участке необходимый расчетный диаметр;
- заряд должен быть непрерывным на всем протяжении.

В незащищенных от волнения районах моря траншеи быстро замываются грунтом. Если траншеей нельзя воспользоваться сразу после взрыва, на дно ее рекомендуется укладывать второй заряд, береговой конец которого выводится на откос (предложение А. П. Персианова). Замытый грунтом заряд взрывают перед использованием траншеи. Такой заряд дает лучшие результаты, чем уложенный по поверхности дна.

### § 63. Взрывание пороховых зарядов

Для взрывания пороховых зарядов служат следующие промежуточные детонаторы (дополнительные заряды):

а) тротиловая шашка весом 200 или 400 г с вставленным электродетонатором или капсюлем-детонатором (см. рис. 48); она применяется для инициирования пороховых зарядов из винтовочного и мелкозерненного артиллерийского пороха;

б) тротильный заряд весом 2—4 кг, составленный из нескольких шашек с помещенным в одну из них электродетонатором или капсюлем-детонатором; применяется для инициирования порохо-

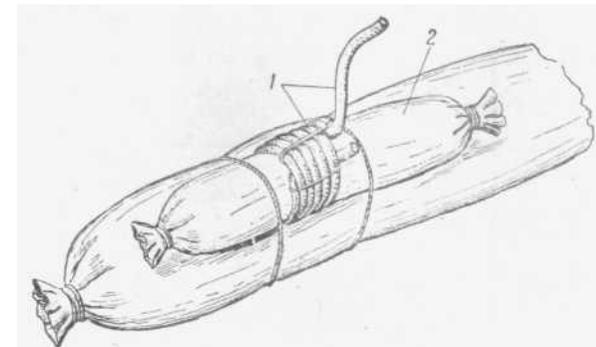


Рис. 64. Бескапсюльные заряды:  
1 — ДШ; 2 — мешок с порохом

вых зарядов из крупнозерненного артиллерийского пороха или смеси разных марок пороха;

в) беокапсюльный заряд из тротиловой шашки весом 200 или 400 г, вокруг которой навито 6—8 витков детонирующего шнура; к концу шнура, выходящему на поверхность, взрывник со шлюпки (или с берега) прикрепляет электродетонатор или капсюль-детонатор; заряд применяется для инициирования пороховых зарядов из винтовочного или мелкого артиллерийского пороха; если заряд состоит из нескольких шашек тротила общим весом 2—4 кг, его можно применить для взрывания пороховых зарядов из крупнозерненного артиллерийского пороха или смеси разных марок пороха;

г) беокапсюльный заряд из мешочка с винтовочным порохом весом 5—8 кг с намотанными на поверхности мешочка 6—8 витками детонирующего шнура (рис. 64); применяется для инициирования зарядов из винтовочного пороха.

Два последних типа зарядов не имеют детонаторов и сравнительно безопасны при обращении с ними под водой.

Взрывать пороховые заряды рекомендуется при минимальном уровне воды (при отливе или при сгоне), так как в этом случае глубина траншеи будет наибольшей.

При взрывании заряда большой длины следует учитывать возможность неполного взрыва его, т. е. взрыва только некоторой части длины. Для взрывания оставшейся части заряда необходимо иметь в готовности дополнительный пороховой заряд длиной 5—6 м. Водолаз после осмотра сохранившейся части заряда и конца траншеи укладывает между ними дополнительный заряд и затем взрывник взрывает его.

### § 64. Расчет зарядов в шнурах

Расчет подводных шпуровых зарядов ведется по формуле (8). Значение  $K$  для тротила в зависимости от категории взрывающей породы принимают по табл. 8.

Категория породы	Значение $K$	Категория породы	Значение $K$
II III	0,45	IX X	-0,66
IV V—VI	0,50	XI	0,72
VII—VIII	0,52	XII	0,78
	0,55		0,84
	0,60		

При массовых взрывах вес принимаемых зарядов уточняется предварительными пробными взрывами. Зная вес зарядов и глубину разработки грунта, дальнейшими, расчетами определяют расстояния между шпурами в каждом ряду ( $a$ ), расстояния между рядами шпуров ( $B$ ), глубину бурения шпуров ( $S$ ) и количество зарядов в ряду ( $n$ ). Полученные данные сводятся в таблицу. Пример расчета зарядов и определения этих величин для аналогичных зарядов в скважинах приведен ниже.

Для ориентировочного определения веса шпуровых зарядов при небольшом объеме работ можно пользоваться следующими опытными данными. Считается достаточным принимать 1 кг тротила (пироксилинового пороха) для дробления 2—2,5 м<sup>3</sup> сплошного скального грунта средней крепости.

Размеры шпура должны быть такими, чтобы полученный по расчету заряд занимал не менее  $\frac{2}{3}$  его глубины.

Заряжают шпуры водолазы, принимая отдельные заряды от взрывника. Для удобства работы водолазов мелкие шпуровые за-

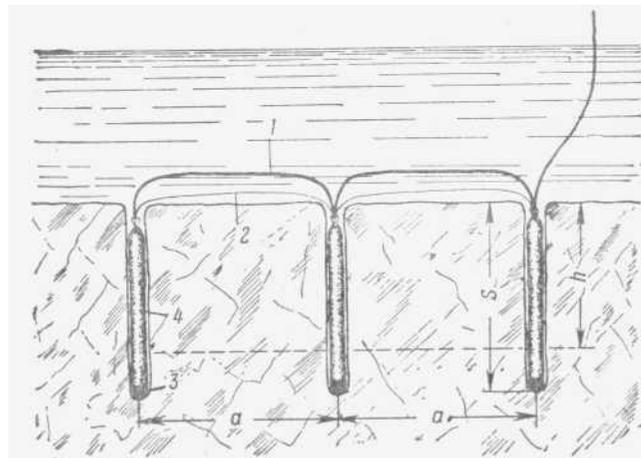


Рис. 65. Заряжание шпуров под водой:  
1 — ДШ; 2 — пеньковые концы; 3 — груз; 4 — заряды

ряды рекомендуется подавать под воду в специальной корзине с ячейками, в которые взрывник вместе с водолазом предварительно укладывает в определенном порядке заряды на поверхность. Это значительно упрощает работу водолазов в условиях плохой видимости и в течении.

На рис. 65 показано заряжание шпуров под водой.

### § 65. Взрывание камней шпуровыми зарядами

Отдельные камни объемом до 10 ж<sup>3</sup> можно разбить под водой на крупные части одним шпуровым зарядом, помещенным примерно в середине камня. Для дробления камня на мелкие куски необходимо заряд поместить в двух — трех шпурах, расстояния между которыми принимают равными глубине шпура (или несколько больше). Заряды взрывают одновременно.

Вес заряда для взрывания отдельного камня рассчитывают по формуле (8), принимая  $K$  по табл. 8 (приближенное определение веса зарядов для одиночных камней в зависимости от их объема дает завышенные результаты).

**Пример.** Определить вес шпурового заряда из пироксилинового пороха для дробления отдельного гранитного камня объемом 5 м<sup>3</sup>. Средний линейный размер (диаметр) камня 2 м.

Располагая заряд ВВ примерно в середине камня, имеем линию наименьшего сопротивления  $h = 1,0$  м. По классификации горных пород (см. приложение 9) гранит может быть отнесен к XI категории, т. е.  $K = 0,78$  (см. табл. 8).

Вес заряда определяется по формуле (8).

$$C = K \cdot M^2 = 0,78 \cdot 1,0^3 = 0,78 \text{ кг.}$$

Вес заряда принимается равным 800 г.

### § 66. Расчет зарядов в скважинах

Расчет подводных зарядов в скважинах ведется по формуле (8). Значение  $K$  для тротила так же, как и в случае взрывания грунтов шпуровыми зарядами, принимают по табл. 8. При массовых работах рекомендуется вес зарядов уточнять предварительными пробными взрывами в условиях, близких к условиям работы на объекте.

Расчетом определяют следующие данные: вес зарядов ( $C$ ), расстояние между зарядами в ряду ( $a$ ), расстояние между рядами ( $B$ ), глубину бурения скважин ( $S$ ) и количество зарядов в ряду ( $n$ ). Полученные данные сводятся в таблицу.

**Пример.** Определить вес заряда для рыхления под водой крепкого глинистого сланца (VII кат.) на участке разработки, приведенном на рис. 66. Рыхление выполняется накладными зарядами при  $L < 1,0$  м и зарядами в скважинах при  $L > 1,0$  м.

Площадь разработки разбивается на 6 участков (см. профиль по I—I), отличающихся глубиной рыхления, через 0,5 м.

Расчет зарядов в скважинах. Участки I—5 взрываются зарядами в скважинах, которые рассчитываются по формуле (8) при  $K = 0,60$  (см. табл. 8).

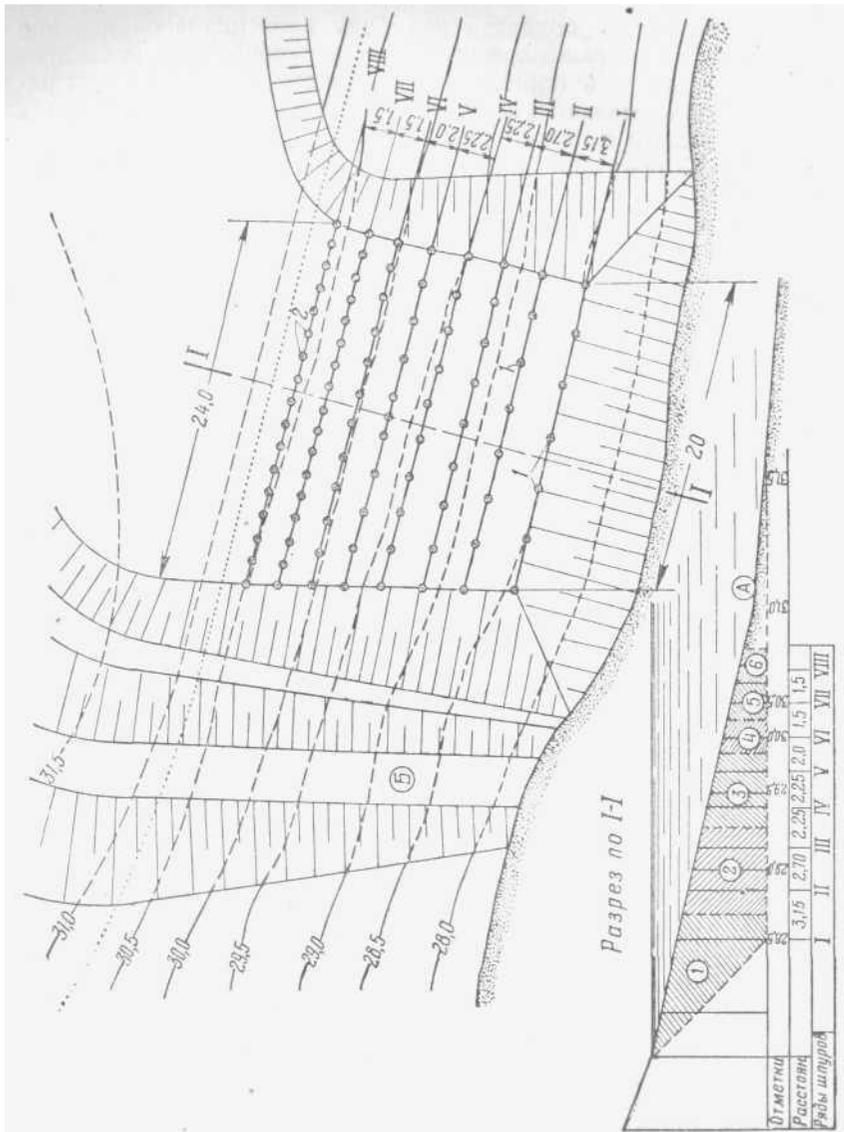


Рис. 66. Разбивка буровых скважин и накладных зарядов для рыхления грунта.  
 А — участок грунта, на пробуруемый рыхления; Б — мол.; / — буровые скважины; 2 — накладные заряды; / — 6 — участки рыхления (на профиле); I-VIII — ряды штуров (зарядов)

Участок / имеет ряд скважин / при линии наименьшего сопротивления А], равной 3,5 м.

Вес заряда для этого ряда

$$C^{\wedge}O.60-3.6'-г3,? кг.$$

Расстояние между зарядами

$$a, = 1,0Л, = 3,5 м.$$

Число зарядов в ряду л, = ~ + 1 = 6,7 (принимается 7 зарядов при расстоянии между зарядами  $a_i = 3,3 м$ ).

Расстояние между I и II рядами

$$b_i = 0,9"i = 3,15 м.$$

Глубина бурения скважин

$$5, = 1,1-3,5 — 3,85 м.$$

Аналогичные расчеты выполняются для участков 2—5, результаты расчетов приведены в табл. 9.

Расчет накладных зарядов. Ввиду незначительной ширины участка 6, равной примерно 2—3 м, целесообразно накладные заряды разместить в один ряд, приняв глубину рыхления грунта  $h = 1,0 м$ . Вес накладных зарядов определяется по формуле (8) при  $K = 11,2$  (см. табл. 5). Заряды укладывают через 1,5 м (VIII ряд)

$$C_c = 11,2-1,0^3- 11,2 кг.$$

Число зарядов в ряду

$$nc = TУ + 1 = 17 шт.,$$

Таблица 9

участков	рядов	Глубина рыхления в м	Глубина бурения в м	Вес зарядов в кг	Количество зарядов в ряду в шт.	Расстояние между рядами в м	Расстояние между рядами в м
1	I	3,5	3,85	25,7	7	3,3	3,15
2	II и III	3,0	3,Е0	16,2	8+9.	3,0	2,70
3 4	IV и V	2,5	3,00	9,4 4,8	10+10	2,4	2,25
5 6	VI VII VIII	2,0	2,50	2,1	12 17 17	2,0	2,00
		1,5	2,00	11,2		1,5	1,50
		1,0				1,5	1,50

Общая площадь рыхления 330 м<sup>2</sup>, кубатура рыхления (в плотном теле) 742 м<sup>3</sup>.

## § 67. Ликвидация отказавших зарядов

Невзорвавшийся по какой-либо причине заряд называется отказавшим. Такие заряды представляют опасность для окружающих и должны быть найдены и ликвидированы.

Если отказавший заряд немедленно ликвидировать нельзя, водолаз-взрывник обязан выставить вблизи заряда буй или вежу и предупредить об этом руководителя взрывных и водолазных работ. Отличительные знаки должны быть хорошо видны как с поверхности, так и под водой. При плохой видимости в воде к установленному буйку прикрепляется ходовой конец.

Отказавшие заряды ликвидируют взрывом дополнительного заряда или подъемом на поверхность.

Вес дополнительного заряда берут порядка 25% от веса отказавшего заряда, но не менее 200—400 г. Заряд укладывают вблизи отказавшего или непосредственно на него. Если отказавший заряд находится в углублении, засыпан грунтом и приблизиться к нему трудно, вес дополнительного заряда может быть увеличен или вблизи отказавшего делают такое же углубление и в него помещают такой же заряд.

После взрыва водолаз-взрывник должен тщательно осмотреть место взрыва и, обнаружив остатки ВВ, собрать их для дальнейшего уничтожения.

Поднимать заряды на поверхность разрешается в случае невозможности взорвать их дополнительными зарядами. Поднимает заряды тот же водолаз, который укладывал их на объект. Подходить к заряду следует осторожно, ориентируясь по ходовому концу или по проводам, идущим к заряду. Водолаз осторожно освобождает заряд от крепления и выносит его на поверхность в руке, приняв необходимые меры защиты детонатора и заряда от ударов. По выходе из воды водолаз передает заряд взрывнику, который к этому времени должен находиться на шлюпке вблизи водолаза. Подъем заряда на проводах запрещается.

Отказавшие заряды ликвидируют по указаниям и под наблюдением руководителя взрывных работ.

## ВЗРЫВАНИЕ ДЕРЕВА ПОД ВОДОЙ

### § 68. Перебивание свай и бревен

Во время аварийно-спасательных, судоподъемных и подводно-технических работ иногда возникает необходимость в перебивании под водой отдельных свай, бревен, кустов свай, шпунтового ряда, ряжей и других деревянных конструкций. Для этого служат укладываемые водолазами преимущественно сосредоточенные накладные заряды, плотно прижимаемые к перебиваемым конструкциям. В отдельных случаях, когда накладной заряд большого веса может вызвать излишнее разрушение объекта, водолазы просверливают в дереве шпуров диаметром до 32 мм и закладывают в них шпуровые заряды.

Вес накладных зарядов для перебивания под водой деревянных свай и бревен определяется по формуле

$$C = K \cdot d^2, \quad (13)$$

где  $K$  — коэффициент, зависящий от крепости породы дерева и свежести его рубки (для тротила принимается по табл. 10);  $d$  — диаметр перебиваемого дерева в см.

Таблица 10

Породы дерева	Толщина дерева			
	до 4 см		более 40 см	
	давшей рубки	свежей рубки	давшей рубки	свежей рубки
Слабые породы: осина, ольха и др.	0,4	0,5	0,6	0,75
Породы средней крепости: сосна, ель, кедр и др. ....	0,75—1,0	1,1—1,5	1,1—1,5	1,65—2,25
Крепкие породы: дуб, бук, ясень, клен, береза и др. ....				0,9 1Д

Для ВВ пониженной мощности значение  $K$  увеличивается вдвое.

Вес шпуровых зарядов принимается в 5 раз меньше веса накладных зарядов, вычисленных по формуле (13).

Примеры. 1. Определить вес заряда для перебивания под водой сосновой сваи давшей рубки диаметром 20 см.

Вес заряда определяется по формуле (13)

$$C = \pi r^2 = 0,5 \cdot 20^2 = 200 \text{ г.}$$

Для перебивания сваи принимается одна малая тротиловая шашка, которая привязывается к свае шпагатом, как показано на рис. 67.

2. Определить вес шпурового заряда для перебивания дубового бревна свежей рубки диаметром 50 см. Вес шпурового заряда принимается равным 76 от веса накладного заряда

$$C_{\text{ш}} = \frac{76}{100} \cdot C_{\text{н}} = \frac{76}{100} \cdot 825 = 627 \text{ г.}$$

Для перебивания бревна необходимо взять 825 г пироксилинового пороха, поместив заряд в один или в два шпура.

### § 69. Перебивание брусьев

Для перебивания брусьев заряд располагают по широкой стороне бруса, перекрывая всю его ширину (рис. 68). Вес заряда рассчитывают по формуле

$$C = K a b^2, \quad (14)$$

где  $K$  — коэффициент, принимаемый по табл. 10;  $a$  и  $b$  — ширина и высота бруса в см.

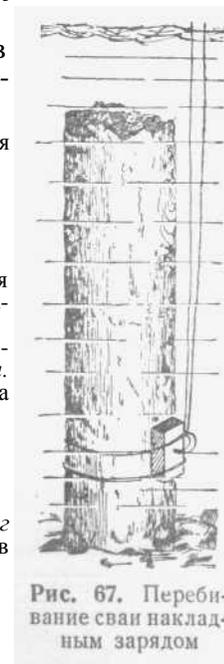


Рис. 67. Перебивание свай накладным зарядом





й зависимости от толщины бревен или брусьев разрушаемого ряжа принимают по следующим практическим данным:

бревен до 25 см — из одного ряда малых тротильных шашек, уложенных по длине; — при толщине бревен более 25 см — из одного ряда больших тротильных шашек, уложенных по длине.

### § 73. Взрывание группы свай

Группу свай толщиной до 40 см, отстоящих друг от друга на расстоянии до 2—2,5 м, можно перебить взрывом одного сосредоточенного заряда, помещенного в середине этой группы (рис. 70).

Вес заряда определяется по формуле (13)

$$C = l^2 g,$$

где  $K$ — коэффициент, зависящий от диаметра свай и удаления их от заряда (принимается по табл. 11);

$d$ —диаметр свай в см.

Т а б л и ц а 11

Удаление свай от заряда в м	Значение коэффициента $K$ при толщине свай		
	до 15 см	16-25 см	26—40 см
0,5	3	3	3 8
1,0	6	6	13
1,2	8	10	20
1,5	12	15	25
2,0	25		

в основании взрывааемых пней (топляков). Шпурсы для зарядов делают в древесине (иногда в грунте, между корнями пня) простейшими буровыми инструментами.

Вес зарядов, помещаемых в грунте между корнями пня, принимается из расчета 10—20 г тротила на 1 см диаметра пня. Для шпуровых зарядов берётся 3—4 г тротила на 1 см диаметра. При массовых взрывах вес зарядов необходимо уточнять первыми пробными взрывами.

Пример. Определить вес заряда для корчевки дубового пня диаметром 0,7 м. Заряд помещается между корнями пня.

Возьмем расход тротила 15 г на 1 см диаметра пня. Вес заряда

$$C = 15 \cdot 70 = 1050 \text{ г} = 1,05 \text{ кг.}$$

Заряд составляют из пяти тротильных шашек.

### § 75. Взрывание плотов

Плоты, состоящие из одного или двух рядов бревен, могут быть перебиты удлиненными зарядами, помещенными сверху плота по всей его ширине. Вес зарядов рассчитывают по формуле (16).

Плот полностью разрушается при взрывании сосредоточенного заряда весом 8—10 кг под серединой плота на глубине 1—1,5 м. Заряд погружают без водолаза на пеньковых концах или жердях.

### РАЗДЕЛКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАМИ

#### § 76. Перебивание стальных листов

Стальные листы под водой перебивают кумулятивными или обычными удлиненными зарядами, длина которых должна соответствовать размерам линии разреза листа (рис. 71).

Вес обычных накладных зарядов из ВВ нормальной мощности принимают по формуле

$$C = K/l, \quad (17)$$

где  $K$ — коэффициент, равный 20 при толщине перебиваемых листов до 25 мм;  $l$ — площадь сечения перебиваемых листов в см<sup>2</sup>.

р  
и  
т  
о  
л  
щ  
и  
н  
е

Пример. Определить вес сосредоточенного заряда для перебивания под водой 5 сосновых свай диаметром по 30 см каждая. Расстояние от заряда до самой отдаленной сваи 1,20 ж.

Вес заряда определяется по формуле (13). Значение  $K=13$  (см.табл. 11).

$$C = 13 \cdot 30^3 = 11700 \text{ г} = 11,7 \text{ кг. § 74.}$$

### Взрывание пней и топляков

Пни и топляки, мешающие судоходству и строительству оснований гидротехнических сооружений, взрывают накладными или шпуровыми зарядами ВВ, которые рекомендуется размещать



Рис. 71. Перебивание стального листа:  
L — заряд ВВ

При большей толщине перебиваемых листов величина  $K$  принимается равной толщине листа в сантиметрах, умноженной на 8.

За расчетную толщину пакетов из нескольких листов принимают общую толщину отдельных листов, включая водяные прослойки между ними и высоту заклепок, если заряд не может быть плотно уложен на перебиваемую конструкцию.

Для перебивания корабельных конструкций расчет зарядов выполняют по табл. 14, учитывающей толщину, местоположение и подкрепление перебиваемых элементов.

Коэффициент  $K$  в формуле (17) представляет собой количество  $ВВ$  нормальной мощности, необходимое для перебивания  $1 \text{ см}^2$  металла.

Размеры кумулятивных зарядов для различных толщин перебиваемых листов приведены ранее (см. § 55).

Помимо упрощенных подводных кумулятивных зарядов с трубками, для перебивания стальных листов применяют также кумулятивные заряды с оболочками из кровельного железа, выполненными в виде треугольной призмы, а также без оболочек (см. рис. 60). Эти заряды дают менее удовлетворительные результаты по сравнению с кумулятивными зарядами с трубками, но все же они достаточно эффективны и, главное, более просты в изготовлении. При расчете этих зарядов следует применять формулу (17) с коэффициентом 15—20.

Простейшие заряды изготовляют из тротиловых шашек весом по 200 или 400 г, делая на них выемки пилой-ножовкой и собирая, как показано на рис. 59- Водолазы устанавливают заряды на перебиваемую преграду кумулятивной выемкой.

Примеры. 1. Определить вес заряда для перебивания стального листа толщиной 20 мм, длиной 1,2 м. Площадь сечения листа

$$/ = 2 \cdot 120 = 240 \text{ уб}$$

Значение коэффициента  $K = 20$ .

Вес заряда определяется по формуле (17).

$$C = 20 \cdot 240 = 4800 \text{ г} = 4,8 \text{ кг.}$$

Принимается заряд из 12 больших тротиловых шашек общим весом 4,8 кг. Шашки укладывают по длине вплотную одна к другой.

2. Определить вес заряда для перебивания пакета из двух стальных листов толщиной, по 11 мм каждый при толщине водяной прослойки между ними 8 мм. Длина перебиваемых листов 50 см.

Общая толщина перебиваемого пакета с водяной прослойкой составляет 30 мм, = 3 см.

Площадь поперечного сечения по линии перебивания

$$/ = 3 \cdot 50 = 150 \text{ см}$$

Значение коэффициента  $K = 3$ :

$$/ ( = 3 \cdot 8 = 24.$$

Вес заряда  $C = 24 \cdot 150 = 3600 \text{ г} = 3,6 \text{ кг.}$

Заряд принимается из 9 больших тротиловых шашек, укладываемых по линии реза в 2 ряда по высоте; шашки верхнего ряда укладываются с промежутками в 3 см.

## § 77. Перебивание профильной стали

Профильную сталь (угольники, швеллеры, тавровые балки и т. п.) перебивают под водой фигурными зарядами из тротиловых шашек или пироксилинового пороха. Заряды из тротиловых шашек составляют непосредственно на месте, закрепляя отдельные шашки шпагатом или каболками пенькового троса. Заряды из пороха помещают в мешочки, которые водолазы укладывают на место, прижимая их к перебиваемым конструкциям.

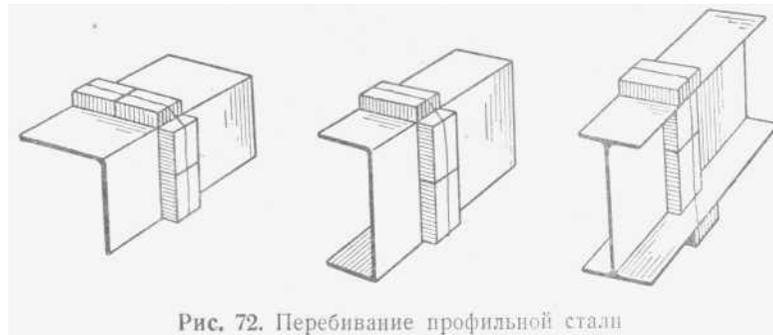


Рис. 72. Перебивание профильной стали

Заряды из шашек составляются и крепятся следующим образом. Вокруг перебиваемого профиля обводят два раза пеньковый конец и завязывают его со слабиной так, чтобы под него можно было подвести требуемое количество шашек  $ВВ$ . Затем под пеньковый конец водолаз помещает шашки и ставит распорки, прижимая ими шашки к профилю.

Заряды рассчитывают по формуле (17) для каждого перебиваемого участка.

На рис. 72 приведен общий вид зарядов для перебивания некоторых профилей и их крепление.

Пример. Определить вес заряда для перебивания швеллера № 24 (высота швеллера 240 мм, ширина полки 80 мм, толщина полки 12 мм, толщина стенки 9 мм).

Вес заряда определяется по формуле (17). Площадь поперечного сечения швеллера

$$/ = 24 \cdot 0,9 + 2 (8 \cdot 1,2) = 41 \text{ см}^2.$$

Подставляя это значение в формулу (17), имеем  $C$

$$- 20 \cdot 41 = 820 \text{ г} = 0,82 \text{ кг.}$$

Принимается заряд из четырех шашек весом по 200 г.

## § 78. Перебивание стальных валов и троса

Круглый прокат, сплошные стальные валы и тросы могут быть перебиты под водой сосредоточенными зарядами, составленными из двух частей. Заряды располагают с двух противоположных сторон перебиваемого элемента со сдвигом один отно-

сительно другого (рис. 73). Такое расположение зарядов называют «ножницами», а части ВВ — полужарядами.

Заряды прикрепляют к перебиваемому элементу и взрывают одновременно при помощи электродетонаторов или ДШ.

Общий вес зарядов рассчитывают по формуле

$$C = AV^S \text{ г}, \quad (18)$$

где  $A$  — коэффициент, принимаемый для тротила по табл. 12;

$r$  — радиус перебиваемого вала или троса в см.

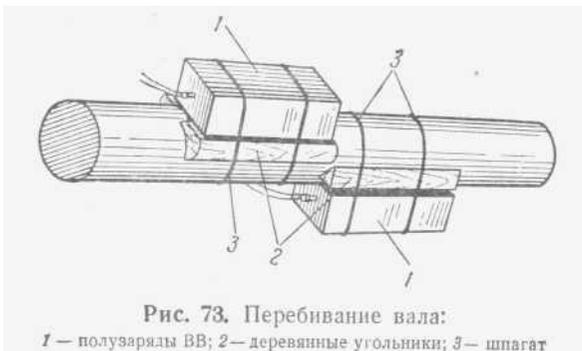


Рис. 73. Перебивание вала:

1 — полужаряды ВВ; 2 — деревянные угольники; 3 — шпагат

Полученный по формуле (18) вес ВВ делят пополам для изготовления двух зарядов.

Таблица 12

Наименование перебиваемых элементов	Значение $K$
Круглый прокат из обыкновенной стали .....	80
Сплошные валы и круглый прокат из специальной стали .....	100
Стальной трос диаметром до 40 мм	100
Стальной трос диаметром более 40 мм .....	200

**Примеры.** 1. Определить вес заряда для перебивания под водой сплошного стального гребного вала диаметром 200 мм. Вес заряда определяется по формуле (18).

$$C = 100 \cdot 3,1410^2 = 31400 \text{ г} = 31,4 \text{ кг.}$$

Вес каждого полужаряда равен 15,7 кг.

2. Определить вес заряда для перебивания под водой стального троса \* диаметром 32 мм.

Вес заряда определяется по формуле (18).

$$C = 100 \cdot 3,14 \cdot 1,6^2 = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг.}$$

Принимаются два заряда из 400-г тротильных шашек каждый.

## § 79. Перебивание якорной цепи

Якорные цепи с контрафорсами перебивают под водой сосредоточенными, зарядами, которые водолазы укладывают на контрафорс звена цепи.

Заряд прикрепляют к цепи шпагатом или каболками пенкового троса.

Вес заряда определяют по формуле

$$C = (50 - i - 80) r f^8 \text{ г}, \quad (19)$$

где  $d$  — диаметр звена (калибр) цепи в см.

**Пример.** Определить вес заряда для перебивания якорной цепи, имеющей толщину звена 28 мм.

Вес заряда определяется по формуле (19).

$$C = 50 - 2,8^2 \cdot 392 = 0,392 \text{ кг.}$$

Для перебивания цепи принимается одна тротильная шашка весом 400 г.

## § 80. Перебивание металлических труб

Металлические трубы, пиллерсы, а также пустотелые валы могут быть перебиты под водой зарядами ВВ в мешочках, охватывающих перебиваемый элемент не менее, чем на  $\frac{2}{3}$  длины окружности (рис. 74). Концы зарядов связывают шпагатом или каболками пенкового троса.

Вес заряда определяется по формуле

$$C = 20 i u^2 \text{ г}, \quad (20)$$

где  $d$  — наружный диаметр трубы в см;

$i$  — толщина стенки трубы в см.

**Пример.** Определить вес заряда для перебивания стальной трубы наружным диаметром  $d = 299$  мм при толщине стенки  $S = 12$  мм.

Вес заряда определяется по формуле (20).

$$C = 20 \cdot 3,14 \cdot 29,9 \cdot 1,2^2 = 2250 \text{ г} = 2,25 \text{ кг.}$$

Принимая заряд из пироксилинового пороха, можно определить диаметр заряда по формуле (10), считая, что его длина будет равна длине окружности трубы, т. е.

$$l = \pi d = 3,14 \cdot 29,9 = 94 \text{ см.}$$



Рис. 74. Перебивание трубы удлиненным зарядом

Диаметр заряд? при его длине  $J$  м.

$$d = 3,85 \sqrt{VC} = 3,85 \sqrt{J/2 \cdot 5} \text{ я } 5,8 \text{ см.}$$

Так как для перебивания трубы требуется заряд длиной не 1 ж, а 0,94 м, то диаметр заряда соответственно необходимо увеличить. Диаметр заряда при его длине 0,94 м (приблизенно)

$$d = \frac{d}{\mu} = 6,2 \text{ см.}$$

## РАЗДЕЛКА ПОД ВОДОЙ ЗАТОНУВШИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### § 81. Основные указания по разделке металлоконструкций

Работы по разделке под водой крановых и мостовых металлических ферм встречаются при расчистке морских фарватеров, русел рек и подходов к причалам. Выполняются они водолазами путем подводной резки ферм на отдельные части в сочетании с взрывами. Разделанные под водой части поднимают на поверхность плавкранами или буксируют волоком по грунту при помощи тракторов или лебедок, установленных на берегу.

Предварительно производится тщательное водолазное обследование упавших конструкций, намечаются линии разделки и способы подъема отдельных частей. Обследование устанавливает положение конструкций на грунте, размеры поперечных сечений отдельных элементов, подлежащих резке или взрыванию, определяются условия работы водолазов на объекте: скорость течения, видимость в воде, порядок остропки и подъема разделиваемых частей.

Успех работы во многом зависит от правильного выбора линий разделки. Этот выбор определяется следующими соображениями:

- места разделки должны быть доступны для работы водолазов;
- вес и габариты секций не должны превышать грузоподъемности крана, высоты подъема и вылета его стрелы или мощности тяговых средств;
- очередность разделки должна исключать возможность обвала конструкций и обеспечивать безопасность работ.

Линии разделки намечают не по узлам элементов фермы, а вблизи них, перебивая отдельные элементы одним взрывом группы зарядов. Разделку начинают с нижележащих элементов фермы и затем переходят к вышележащим, следя за тем, чтобы над водолазом не было разделанных или ослабленных конструкций фермы.

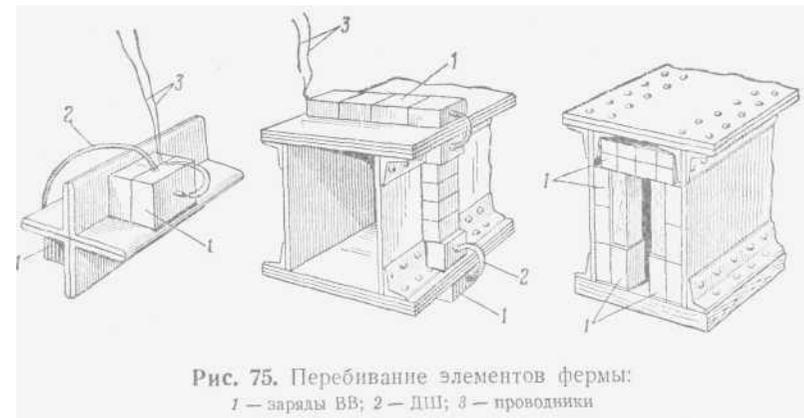
После взрывов водолазы обследуют состояние перебитых элементов и остропливают их для подъема наверх. Если отделенные взрывами части фермы вытаскивают на берег тракторами или лебедками, то разделку фермы начинают с концов ее, **рас-**

положенных ближе всего к берегу. Тяговое усилие тракторов принимают до 10 т (для трактора С-80). Увеличение усилий для вытаскивания частей ферм достигается применением гиней.

На течении свыше 0,5 м/сек укладку зарядов и работы по подводной резке следует вести, приняв меры по защите водолаза от течения. При плохой видимости необходимо применять подводное освещение.

### § 82. Расчет зарядов

Элементы фермы представляют собой составные сечения из листовой или профильной стали, соединенные между собой на заклепках или на сварке. Верхние и нижние элементы (так называемые пояса ферм) часто имеют форму коробчатых балок, раскосы и стойки — форму угольников или швеллеров.



Заряды для перебивания элементов ферм рассчитывают по площади поперечного сечения каждого элемента, помещая большее количество ВВ против наиболее мощных сечений. Расчет величины зарядов ведется по формуле (17). Заряды желательнее делить пополам и помещать на двух противоположных плоскостях перебиваемого элемента со сдвигом один относительно другого (см. рис. 73). Коробчатые балки перебивают фигурными зарядами, помещая ВВ внутри или снаружи балки.

На рис. 75 показаны заряды для перебивания коробчатых балок и способы их крепления.

Пример. Определить вес заряда для перебивания нижнего пояса мостовой фермы, размеры которой показаны на рис. 76. Заряд укладывается на заклепки, имеющие высоту 10 мм.

Вес заряда определяется по формуле (17).

Площадь поперечного сечения вертикальной стенки

$$F_v = 70,1,4 = 98 \text{ см}^2.$$

Вес заряда для перебивания стенки

$$G = 20 \cdot 98 = 1960 \text{ г} = 1,96 \text{ кг.}$$

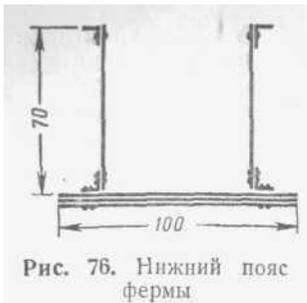


Рис. 76. Нижний пояс фермы

Толщина полки нижнего пояса  $8 = 42$  мм. Высота головок заклепок  $t = 10$  мм. Общая высота для расчета веса заряда

$$a = 8 + t = 52 \text{ мм. Площадь}$$

поперечного сечения полки  $1/2 = 5,2 \cdot 100 =$

$$520 \text{ см}^3.$$

Вес заряда для перебивания полки (при  $K = 41,6 \text{ а/см}^3$ )

$$C_1 = 41,6 \cdot$$

$$520 = 21630 \text{ г} = 21,6 \text{ кг. Площадь}$$

поперечного сечения четырех угольников

$$1/3 = 4 \cdot 28 = 112 \text{ см}^2.$$

Вес заряда для перебивания угольников

$$C_2 = 20 \cdot 112 = 2240 \text{ г} = 2,24 \text{ кг.}$$

Общий вес заряда

$$C = 2C_1 + C_2 = 43,84 \text{ кг.}$$

Принимается заряд из 69 больших тротильных шашек общим весом 27,6 кг. Заряд располагают таким образом, чтобы значительная часть его (21,6 кг) служила для перебивания нижней полки.

### § 83. Разделка железобетонных конструкций

Железобетонные конструкции и сооружения разделяют под водой с целью расчистки дна акваторий гаваней, портов и фарватеров для создания необходимых глубин. К таким сооружениям относятся упавшие или разрушенные железобетонные набережные, причальные стенки, пирсы, мостовые фермы, пловучие доки и т. д.

Технология разделки железобетонных конструкций имеет свои особенности. В результате действия взрыва на железобетон в первую очередь разрушается бетон, стальные стержни арматуры чаще всего получают изгиб и остаются неперебитыми. Увеличение расхода ВВ для перебивания бетона вместе с арматурой дает положительные результаты только до некоторого предела.

Практикой установлено, что железобетонные конструкции толщиной до 14 см могут быть полностью перебиты зарядами ВВ. При толщине более 14 см разрушается только бетон, арматура, как правило, остается неперебитой и ее требуется разрезать подводными резаками, перебивать дополнительными зарядами или разрывать стальным тросом диаметром 50—60 мм, выбирая его концы лебедкой плавкрана или килектора.

Расчлененные части конструкции разбрасывают силой взрыва по грунту, поднимают на поверхность плавкранами или подтаскивают к берегу по грунту.

Для перебивания железобетонных конструкций рекомендуется применять тротил в шашках. Из шашек изготовляют сосредоточенные или удлиненные заряды и плотно прижимают к переби-

ваемой конструкции. Пироксилиновый порох из-за повышенной фугасности дает большие разрушения бетона, место реза забивается обломками бетона, что затрудняет перебивание арматуры. Применение пороха по этим причинам не рекомендуется.

Место резов выбирают по наиболее слабым сечениям конструкции.

Вес зарядов для свай, колонн и других массивных сооружений определяют по формуле

$$C = 35 \cdot R^3 \text{ кг,} \quad (21)$$

где  $R$  — толщина конструкции в м.

Полученный по расчету заряд делят пополам и два полузаряда укладывают с двух противоположных сторон колонны, как указано на рис. 77. Взрыв выполняется одновременно. Неперебитую арматуру перерезают подводными резаками, разрывают стропом или перебивают дополнительными мелкими зарядами ВВ. Расчет этих зарядов ведется по формуле (18).

На вертикальной поверхности мостовых и железобетонных конструкций заряды закрепляют пеньковыми концами, мягкой отожженной проволокой или упорами, на горизонтальной — с помощью балласта.

Когда конструкция перебивается на уровне грунта, заряд укладывается непосредственно на грунт вплотную к конструкции. При перебивании в железобетоне обнаженной арматуры заряд крепится пеньковыми концами непосредственно к арматуре.

Для перебивания железобетонных плит (бортов и днищ судов, элементов пловучих доков, верхнего строения гидротехнических сооружений и т. п.) можно принимать расход тротила на 1 м реза в зависимости от толщины перебиваемой конструкции по следующим опытным данным (табл. 13).

Таблица 13

Толщина железобетонных плит в см	Расход тротила в кг/пог м	Толщина арматуры в мм	Перебиваемость арматуры
9—11	4 5—	6—8	То же
12—14	89—12	10 10—	То же
15—16	13	18 18—	То же
17—20		32	То же

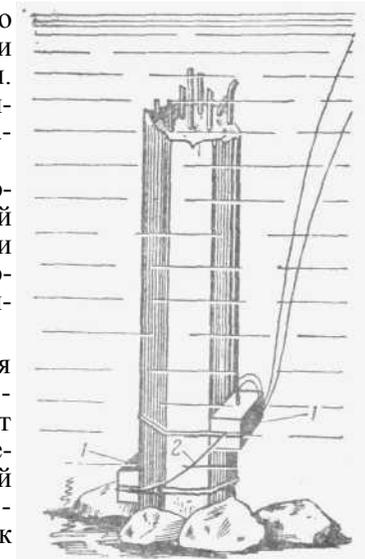


Рис. 77. Перебивание железобетонной сваи: 1 — полузаряды ВВ; 2 — ДШ

Заряды, рассчитанные по табл. 13, дают ширину реза до 2 л. Для окончательного отделения конструкций толщиной 15—20 см (табл. 13) требуется применение подводной резки арматуры.

**Пример.** Определить вес заряда для перебивания железобетонной сваи сечением 40x40 см.

Вес заряда определяется по формуле (21)

$$C = 35 - 0,4^3 = 2,24 \text{ кг.}$$

Принимается заряд из 12 малых тротильных шашек общим весом 2,4 кг. Заряд делится пополам и укладывается у противоположных сторон сваи вблизи грунта.

## РАЗДЕЛКА НА ЧАСТИ ЗАТОНУВШИХ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ §

### 84. Основные указания

Затонувшие корабли и суда в случае, если они непригодны для подъема и восстановления, разделяют под водой на части, поднимают частями на поверхность и поднятый металлолом вторично используют в промышленности. Подводную разделку кораблей (судов) выполняют посредством взрывов зарядов ВВ, подводной резки и взрывов зарядов в сочетании с подводной резкой.

Первые два средства как самостоятельные применяют при разделке барж, плашкоутов, буксиров и малых транспортов. Разделку линкоров, крейсеров, эсминцев, транспортов и других кораблей и судов выполняют взрывами зарядов ВВ при одновременном применении подводной электродуговой, электрокислородной или бензоксиородной резки. Простые по сечениям корабельные конструкции разделяют резкой, более сложные и недоступные для резки — перебивают зарядами ВВ.

Применение подводной резки имеет то преимущество, что на объекте одновременно могут работать несколько водолазных станций, разделка получается ровной и без значительных отклонений от намеченных линий. К недостаткам резки следует отнести невысокую производительность работ, особенно при толщине металлоконструкций более 15 мм.

Для выбора способа разделки затонувшего корабля необходимо иметь подробные сведения о его повреждениях, положении на грунте, данные о гидрометеорологических условиях района затопления. Эти сведения необходимы для составления проекта или схемы организации работ. Основными источниками сведений являются документальные данные, получаемые от владельцев кораблей (военно-морских баз, технических отделов флотов, пароходств, министерств и пр.), и водолазное обследование объекта.

Водолажным обследованием определяются или уточняются следующие вопросы:

— положение корабля на грунте;

- характер грунта в месте затопления;
- величина погружения корпуса корабля в грунт;
- глубина воды в характерных точках корабля;
- состояние корпуса и других корабельных конструкций, характер повреждений;
- наличие, род и количество топлива в трюмах и цистернах;
- возможность вскрытия емкостей для удаления жидкого топлива;
- наличие, род и количество артиллерийских и минно-торпедных боеприпасов;
- наличие и расположение в отсеках корабля наносов грунта и его объем;
- наличие и расположение груза в трюмах и прочих помещениях корабля.

Порядок проведения водолазного обследования изложен в специальной инструкции<sup>1</sup>.

К обследованию желательнее привлекать водолазов-взрывников, которым будет поручено выполнение дальнейших работ по разделке объекта.

В практике разделочных работ встречаются случаи, когда в трюмах, отсеках, цистернах и погребках имеются огне-взрывоопасные грузы и газы, способные под действием искры, удара или взрыва воспламениться или взрываться. Перед началом разделочных работ эти грузы должны быть удалены.

К огне-взрывоопасным грузам и газам относятся:

- оружие и боеприпасы — мины, торпеды, авиационные и глубинные бомбы, артиллерийские снаряды (унитарные патроны, снаряды и заряды к ним);
- взрывчатые вещества — тротил, динамит и др.;
- пары горючих материалов — мазута, нефти, керосина, бензина и т. д.

С целью поиска мин и боеприпасов следует произвести водолазное обследование дна акватории на площади вблизи корабля радиусом не менее 100 м. Если на корабле или вблизи него обнаружены огне-взрывоопасные грузы, руководитель работ подробно знакомит водолазов, которым будут поручены дальнейшие работы, с характеристикой этих грузов, их местоположением и правилами обращения с ними. При выгрузке грузов необходимо руководствоваться следующими указаниями. Мины, торпеды, глубинные и авиационные бомбы и артснаряды остропливают и поднимают только по указанию специалиста минно-торпедного оружия при строгом выполнении требований «Инструкции по водолазному поиску, подъему или уничтожению мин, торпед и других видов боеприпасов». Снаряды крупного калибра поднимают пеньковыми концами или в мягких сетках. Унитарные патроны переносят на руках, беря одной рукой за головку сна-

<sup>1</sup> «Инструкция по обследованию затонувшего корабля». Изд. АСС ВМФ, 1954 г.

ряда, а другой за дно гильзы. Поднимать их наверх разрешается в ящиках или в жестких корзинах (чемоданах).

Категорически запрещается подвергать боеприпасы ударам, кантовать или бросать ящики с ними, отвергивать головные или донные взрыватели, вскрывать укупорку.

Жидкое топливо удаляется открытием горловин и откачкой насосами, если топливные емкости расположены над водой. Остатки горючего могут быть удалены путем вентиляции помещения или заполнения его водой. Если корабль полностью погружен, остатки жидкого топлива удаляются открытием горловин, клапанов заполнения и вентиляционных трубопроводов. Если нельзя открыть приемные горловины, следует сделать отверстие взрывом заряда весом 200—400 г. Заряд должен быть уложен в наивысшей точке отсека или цистерны.

В переборках отсеков и цистерн, заполненных парами жидкого топлива, не разрешается прорубать, пробивать, вырезать или просверливать отверстия с участием водолазов.

Работы по разделке кораблей (судов) на металл под водой выполняются по техническим проектам или схемам организации работ.

#### § 85. Методика работ по разделке кораблей

Выбор способа и порядка работ по разделке на части затонувших кораблей и судов зависит от многих условий. Основными из них являются класс (тип) корабля, положение корабля на грунте, условия района затопления и грузоподъемность плавкранов, используемых для подъема секций.

Класс корабля определяет конструктивные особенности корпуса, расположение помещений, толщину элементов отдельных конструкций. Эти особенности оказывают существенное влияние на выбор средств разделки и способы их применения.

Положение корабля на грунте (на ровном киле, с креном или дифферентом, вверх килем, на борту и т. д.) определяет очередность работ по разделке. Основным принципом при разделке металлических кораблей и судов является разделка их в направлении снизу вверх. Такой порядок работ наиболее безопасен для водолаза, поскольку разделанные или ослабленные конструкции всегда будут находиться ниже, чем работает водолаз. При многоярусной разделке кораблей сначала разделяют и удаляют верхний ряд, а затем остальные. Однако и в этом случае перебивание элементов каждого ряда ведется в направлении снизу вверх.

К условиям района затопления относятся глубина над объектом, характеристика грунта, гидрометеорологические условия района, наличие вблизи объекта гидротехнических сооружений. Эти условия оказывают влияние на выбор веса зарядов, состав пловучих и технических средств, возможности укрытия плавсредств в случае шторма и т. д.

Грузоподъемность применяемых плавкранов, высота и вылет их стрел определяют вес и габариты отдельных секций. Исходя из опыта работ по разделке кораблей (судов), рекомендуется принимать вес секций в пределах до 70—80% от грузоподъемности применяемых плавкранов.

Выбор линий реза. При разделке корабля на части необходимо стремиться к уменьшению количества отдельных секций (в пределах грузоподъемности плавкранов), а линии резов принимать минимальной длины. Дополнительно при выборе линий резов следует руководствоваться следующими соображениями:

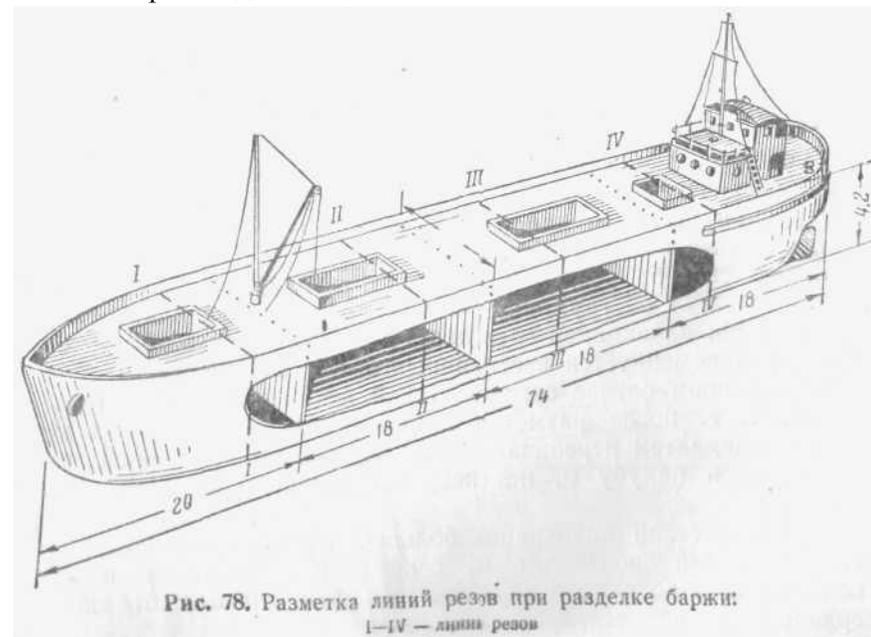
— места резов должны быть доступны для работы водолазов;

— секции должны иметь поперечные переборки или другие прочные связи, исключающие деформацию при подъеме;

— очередность выполнения резов должна обеспечивать безопасность водолазных работ.

Рекомендуется линии разделки выбирать по таким участкам, где имеются повреждения корабля (по рваным местам, разошедшимся или ослабленным швам, пробоинам и т. д.), принимая рез по наиболее короткому направлению. При необходимости водолазы намечают линию реза по обшивке корпуса заостренным металлическим предметом или ориентируются по какой-либо части корабля.

На рис. 78 приведена типовая разметка линий резов затопленной баржи водоизмещением 1500 т.



Разделка кораблей водоизмещением до 2000 т. К этой группе условно отнесены корабли и суда типа подводных лодок, катеров, буксиров, барж и малых транспортов водоизмещением до 2000 т, разделка которых на отдельные части выполняется преимущественно поперечными резами. Общее направление разделки принимают снизу вверх. Так, например, если корабль лежит на ровном киле, то сначала разделяют днище, затем борта и, в последнюю очередь, палубу. При положении корабля вверх килем разделку начинают с палубы и заканчивают днищем.

Этапы разделки кораблей водоизмещением 2000 т при положении их на ровном киле следующие:

- разметка линий резов по бортам и палубе;
- разделка днища взрывным способом;
- разделка бортов и палубы подводной резкой или взрывами;
- остропка и подъем плавкраном расчлененных секций.

Если корабль имеет крен, то во избежание сползания отделяемой секции в сторону наклоненного борта надлежит оставлять на палубе неперебранными несколько прочных связей. Эти связи перебивают одновременно взрывом зарядов в последнюю очередь.

В продольном направлении разделка ведется от одной оконечности к другой или от обеих оконечностей к миделю. К разделке последующей секции рекомендуется приступать, когда ранее отделенная секция уже убрана, в противном случае секция при дальнейших взрывах может сместиться и зацепиться за другие секции.

Разделка кораблей водоизмещением - более 2000 т. К этой группе кораблей отнесены линкоры, крейсера, миноносцы, средние и крупные транспорты. Основными конструктивными особенностями их являются большие размерения, прочные поперечные и продольные связи, несколько палуб, большое количество механизмов, устройств и трубопроводов, сложность конструкции двойного дна и для некоторых кораблей двойной борт, сложный набор и броня.

Выбор способа разделки кораблей этой группы в первую очередь зависит от грузоподъемности применяемых плавкранов. При наличии плавкранов грузоподъемностью порядка 250—350 т разделку рекомендуется вести поперечными резами. Схема разделки в данном случае остается такой же, как для малых кораблей, т. е. после разметки линий резов перебивают зарядами днище, затем перебивают или перерезают подводной резкой борта и палубу и, наконец, остропливают и поднимают секции.

При отсутствии плавкранов большой грузоподъемности разделку кораблей производят на секции, располагаемые в несколько рядов по высоте корабля, при этом сначала отделяют верхние части корпуса, а затем нижние.

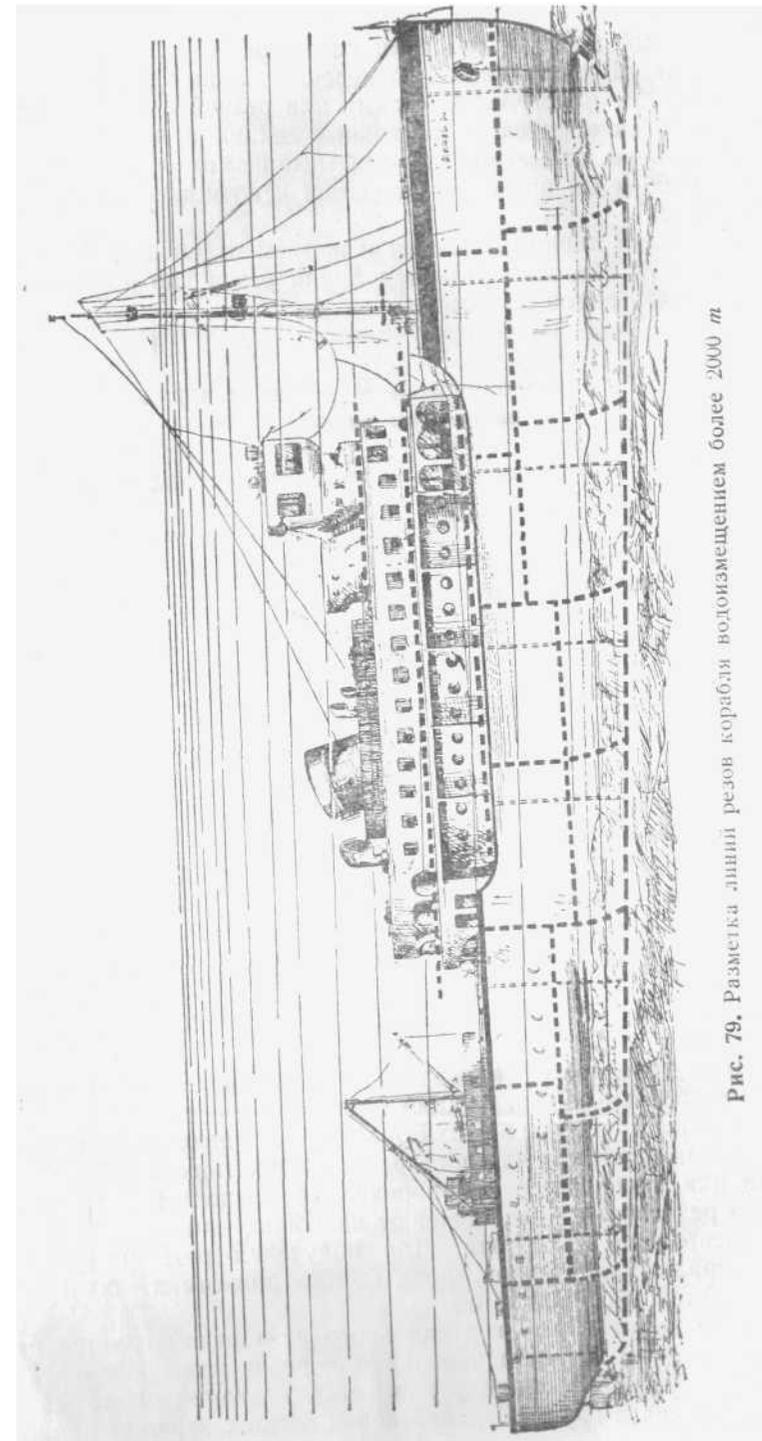


Рис. 79. Разметка линий резов корабля водоизмещением более 2000 т

Примерный порядок разделки следующий:

- разметка продольных и поперечных линий реза;
  - разделка надстроек взрывами или резкой и подъем их;
  - разделка корпуса на отдельные секции и подъем их;
  - отделение взрывами главных механизмов от фундаментов и подъем их (если подъем механизмов невозможен вместе с частями днища);
  - разделка днища взрывами и подъем отдельных частей.
- На рис. 79 показана разметка линий резов для разделки ковра на пять рядов по высоте.

#### § 86. Расположение и закрепление зарядов на корпусе корабля

Заряды, предназначенные для перебивания под водой корабельных конструкций, должны быть плотно приложены к перебиваемому металлу. Если металл покрыт грунтом, слоем ракушек или захламлен, то следует очистить место для заряда и при необходимости прижать заряд балластом.

Форма зарядов зависит от профиля перебиваемого элемента. Для разделки кораблей применяют главным образом удлиненные и сосредоточенные заряды. Фигурные заряды из-за неудобства их крепления к элементам набора корабля применяются сравнительно редко.

Способы укладки и крепления зарядов могут быть самыми разнообразными, они зависят от расположения перебиваемого элемента, формы заряда, условий и состояния конструкции в местах намеченного реза.

При разделке бортовой обшивки, днища или верхней палубы заряды не рекомендуется располагать внутри корпуса корабля, так как взрыв внутреннего заряда вызывает большие разрушения объекта и затрудняет дальнейшие работы. Внутренние заряды применяются для перебивания этих конструкций лишь тогда, когда по каким-либо причинам нельзя применить наружные заряды.

Краткое описание схем укладки и крепления зарядов к элементам корабельных конструкций приведено ниже.

**Бортовая обшивка.** - Бортовую обшивку разделяют удлиненными зарядами из тротильовых шашек, порошкообразного тротила или пироксилинового пороха. Для выполнения горизонтального реза заряды подвешивают на концах шпагата на некотором расстоянии от грунта. Для получения реза на уровне грунта заряда укладывают вдоль борта, прижимая их к обшивке грунтом или балластом.

Укладку зарядов для вертикального реза рекомендуется начинать от грунта. Заряд прикрепляют к рейке или доске, оставляя снизу свободный конец рейки (доски) длиной около 0,5 м для погружения в грунт. Верхний конец доски с зарядом прижи-

мают к борту упором (см. рис. 61). Следующий заряд крепят несколько выше получаемого после взрыва реза, закладывая в него кусок дерева (рис. 80).

Короткие заряды для перебивания бортов и палуб, можно укладывать по схеме, приведенной на рис. 81. Такая схема рекомендуется для случаев, когда из-за большого изгиба обшивки очередной заряд не может быть уложен точно по намеченной линии реза. В результате взрыва нескольких зарядов получается полное перебивание корпуса с некоторым отступлением от прямолинейного направления.

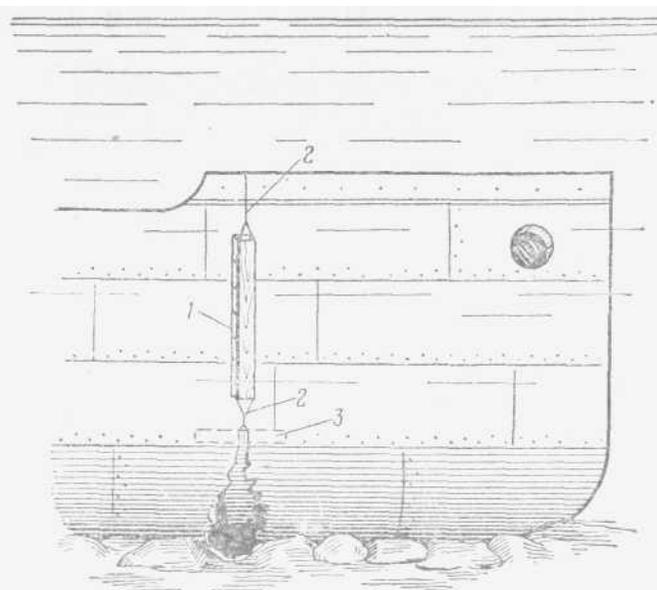


Рис. 80. Крепление вертикального заряда по борту:  
1 — заряд; 2 — пеньковый трос; 3 — брусок

Днище. Из всех конструктивных элементов корабля наибольшую сложность для разделки представляет днище. Порядок разделки днища зависит от его конструкции, положения корабля на грунте, плотности грунта и наличия груза на днище. В зависимости от сочетания этих условий рекомендуются следующие схемы разделки днищ.

При положении корабля на ровном киле, на грунте средней плотности и отсутствии у корабля внутреннего дна разделку днища ведут из котлована, отмытого гидромонитором на глубину 1—1,5 м с двух бортов корабля. В котлован под днище закладывают удлиненный заряд и взрывают его. В результате взрыва перебивается некоторая часть днища, удлиняется котлован и создается возможность разместить под днищем очередной заряд для перебивания следующего участка днищевой обшивки.

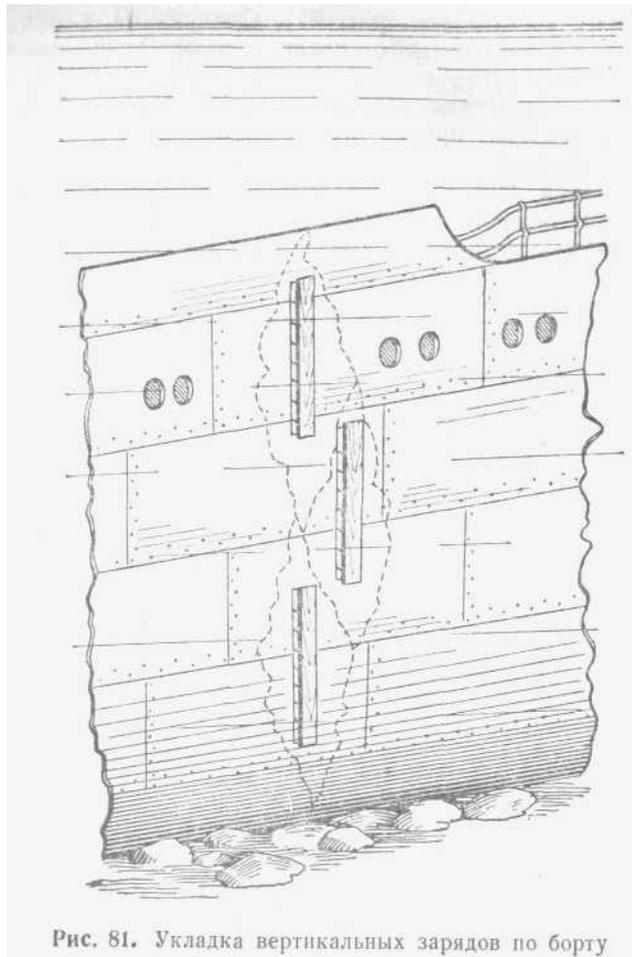


Рис. 81. Укладка вертикальных зарядов по борту

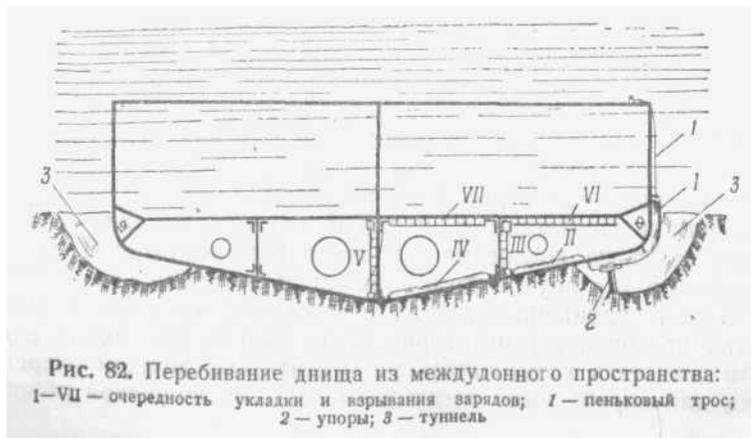


Рис. 82. Перебивание днища из междудонного пространства:  
 I—VII — очередность укладки и взрывания зарядов; 1 — пеньковый трос;  
 2 — упоры; 3 — туннель

Дальнейшие заряды укладывают в районе киля и в последнюю очередь перебивают киль.

Если корабль лежит на илистом или скальном грунте, разделку днища ведут удлиненными зарядами, укладываемыми изнутри корабля. Груз предварительно убирают.

Если корабль имеет двойное дно с высотой междудонного пространства до 1,2 м и лежит на грунте средней плотности, разделку его ведут удлиненными зарядами, укладываемыми снаружи под обшивку днища, перебивая наружное и внутреннее дно одним взрывом. Первые заряды укладывают в котлован, предварительно отмытый гидромонитором, последующие — без отмывки грунта.

При высоте междудонного пространства более 1,2 м разделять днище можно изнутри междудонного пространства (рис.82). Для первого удлиненного заряда отмыывают котлован в районе скуловой части корпуса и затем вырезают или пробивают взрывами зарядов лаз для прохода водолаза в междудонное пространство. В междудонном пространстве водолазы закладывают заряды для перебивания стрингеров, междудонных листов, наружной обшивки и в последнюю очередь киля. Такой же порядок принимается для перебивания днища с другого борта.

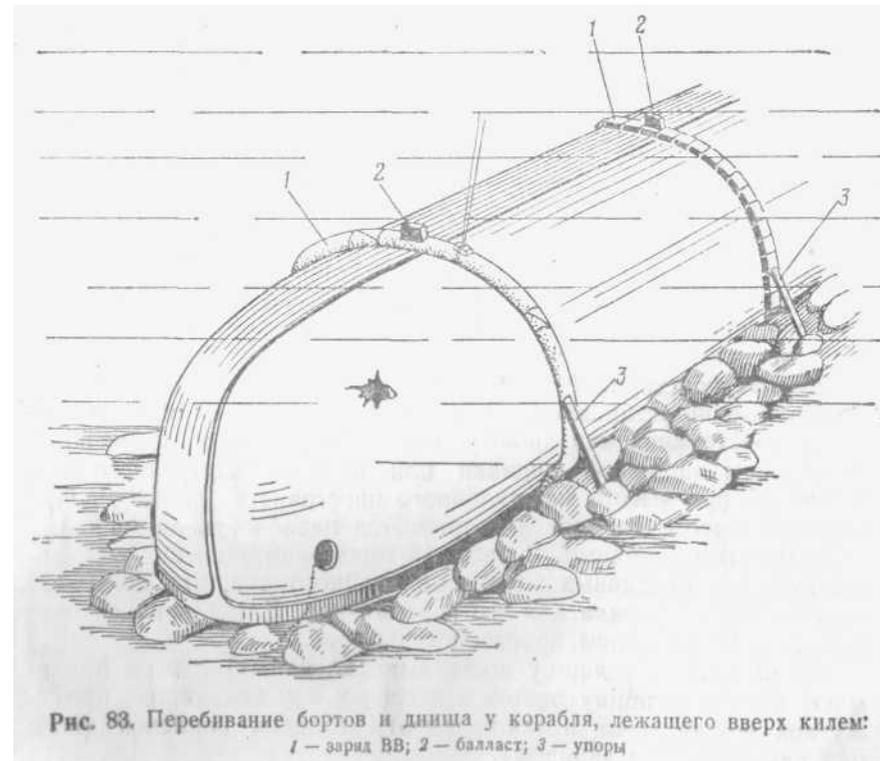


Рис. 83. Перебивание бортов и днища у корабля, лежащего вверх килем:  
 1 — заряд ВВ; 2 — балласт; 3 — упоры

Если корабль лежит вверх килем, то днище его перебивают удлиненным зарядом, изготовленным из тротильных шашек или пироксилинового пороха (рис. 83). Концы заряда прикрепляют пеньковым тросом к бортам или палубе корабля.

Палубы рекомендуется разделять накладными удлиненными зарядами, укладывая их сверху. Для плотного прилегания зарядов на них помещают балласт из камней или кусков металла. В случае засоренности палуб заряды помещают внутри корабля, придавая им положительную шовучесть деревянными брусками.

Кили, валы и пиллерсы перебивают сосредоточенными зарядами, рассчитывая вес заряда по толщине конструкции.

Элементы поперечного и продольного набора (шпангоуты, стрингеры и т. п.) перебивают сосредоточенными зарядами, форма которых принимается в зависимости от удобства крепления их к перебиваемым элементам.

#### § 87. Расчет зарядов для перебивания корабельных конструкций

Расчет зарядов для перебивания 1 м корабельных конструкций выполняется по формуле (17).

Вес зарядов для перебивания конструкций, состоящих из ряда связей, например, обшивки с набором, палубного настила с бимсами и т. д. определяется по формуле

$$C = KJ_l + K_j f_i + \dots + KJ_u z. \quad (22)$$

Значение коэффициента  $K$  в формулах (17) и (22) принимается по табл. 14. В таблице приведено значение  $K$  для различных положений перебиваемого металла относительно заряда. Наиболее мощные сечения, а также сечения, наиболее удаленные от заряда, имеют большее значение  $K$ , менее мощные и ближе расположенные к заряду — меньшее значение. Таблица составлена по данным практических работ по разделке под водой корабельных конструкций.

Практикой установлено, что перебивание по всему сечению таких конструкций как двойное дно одним зарядом, уложенным со стороны наружной обшивки или настила внутреннего дна, возможно при высоте междудонного пространства до 1,2 м. При большей высоте двойное дно требуется перебивать двумя самостоятельными зарядами. В табл. 14 приведено значение коэффициента для различных элементов двойного дна, что позволяет определить вес заряда для его перебивания. Длина зарядов принимается по условиям производства работ.

За расчетную толщину составных (клепаных) листов принимают общую толщину листов и водяных или воздушных промежутков между ними, а также высоту головок заклепок (если они находятся под зарядом).

Наименование перебиваемых конструкций	Толщина в мм	Расход ВВ в кг (K)
Наружная обшивка без набора	4—10 Более	20 25
То же . . . .	10	25—30
Наружная обшивка с набором ....	4—10 Более	20 25 1
Палубный металлический настил без набора . .	10 До 100	25—30
То же .....	До 15 До 12	25 30 40
Палубный деревянный настил без набора . . .	До 11	50 50 25
Палубный металлический настил с набором . .	До 10 До	100 50
Двойное дно, перебиваемое по всему сечению одним зарядом, уложенным с наружной стороны днища (вес заряда определяется по отдельным элементам):	12	25 25 60
обшивка наружного днища .....	До 15	100 30 50
набор, прилегающий к наружному днищу	Более 15	25 25 40
стрингеры, междудонный лист .....	До 10 До	12
набор, прилегающий ко второму дну . . .	12 До 16	100 40
настил второго дна .....	До 22	25 - 30
горизонтальный киль .....	До 40	25 - 30
брусковый киль .....	Свыше 40	25 25—
вертикальный киль .....		30
Двойное дно, перебиваемое по всему сечению одним зарядом, уложенным на настиле второго дна (вес заряда определяется по отдельным элементам):		50 50 100
обшивка внутреннего дна .....		
стрингеры, междудонный лист .....		
вертикальный киль .....		
брусковый киль .....		
обшивка наружного днища .....		
обшивка наружного днища .....		
Двойное дно, разделяемое по отдельным элементам из междудонного пространства подрывом последовательно серии зарядов:		
настил внутреннего дна (для прохода водолаза в междудонное пространство)		
стрингеры, междудонный лист .....		
вертикальный киль .....		
брусковый киль .....		
наружное дно .....		
Отдельные элементы набора:		
стрингеры, карлингсы, кильсоны . . . .		
бимсы .....		
пиллерсы .....		
шпангоуты .....		
Фундаменты главных механизмов .....		
Броня .....		
То же , , , .....		

Полученный по формулам (17) и (22) вес удлиненного заряда берется одинакового поперечного сечения по всей длине независимо от изменения площади перебиваемой металлоконструкции.

Ниже приведены примеры расчета величины зарядов для некоторых корабельных конструкций.

Примеры. 1. Определить вес заряда для перебивания шпангоута из швеллера № 24, имеющего площадь поперечного сечения

$$/ = 39 \text{ см}^2.$$

Расчет выполняется по формуле (17). Значение  $K = 25$  (см. табл. 14). Вес заряда

$$C = 25 \cdot 39 = 975 \text{ г}.$$

Принимается заряд из трех тротильных шашек: двух — по 400 г и одно — 200 г. Общий вес заряда 1 кг.

2. Определить вес заряда для перебивания палубного настила без на бора толщиной 12 мм.

Расчет выполняется по формуле (17) на 1 м настила. Значение  $/ = 25$  (см. табл. 14).

Площадь поперечного сечения перебиваемого металла

$$/ = 100 - 1,2 = 120 \text{ см}^2.$$

Вес заряда

$$C = 25 \cdot 120 = 3000 \text{ г} = 3 \text{ кг}.$$

Заряд может быть составлен из 15 тротильных шашек весом по 200 г. Шашки укладываются на участке длиной 1 м; пять шашек разрезают в продольном направлении и укладывают на двухсотграммовые шашки.

3. Определить вес заряда для перебивания палубного настила без на бора, состоящего из стального листа толщиной 10 мм и деревянного настила толщиной 65 мм.

Расчет выполняется по формуле (22) на 1 м настила. Значение  $K_i$  для стального листа равно 25, значение  $K_z$  для деревянного настила равно 1 (см. табл. 14).

Площадь перебиваемого металла  $/_1$  и дерева  $/_2$ :

$$/_{1} = 1,100 = 100 \text{ см}^2, /_{2} = 6,5 - 100 = 650 \text{ см}^2.$$

Вес заряда

$$C = K_i f_1 + K_z f_2 = 25 \cdot 100 + 1 \cdot 650 = 3150 \text{ г} = 3,15 \text{ кг}.$$

Принимается заряд из 16 малых тротильных шашек общим весом 3,2 кг. Шашки укладываются в два ряда по высоте; второй ряд шашек помещается с промежутками.

4. Определить вес заряда для перебивания бортовой обшивки с прилегающими к ней шпангоутами. Толщина обшивки 14 мм, шпангоуты выполнены из швеллеров № 27 (площадь поперечного сечения швеллера  $/ = 50 \text{ см}^2$ ). На 1 м обшивки приходится два шпангоута.

Расчет выполняется по формуле (22) на 1 м реза. Значение  $K$  для обшивки равно 30; для шпангоутов  $K_z = 30$ . Площадь сечения обшивки

$$/ = 1,4 - 100 = 140 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения шпангоутов

$$/_{1} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ см}^2.$$

Вес заряда

$$C = K f_1 + K_z f_2 = 30 \cdot 140 + 30 \cdot 100 = 7200 \text{ г} = 7,2 \text{ кг}.$$

5. Определить вес заряда для перебивания двойного дна с наружной стороны. Конструкция и размеры элементов двойного дна приведены на рис. 84.



Рис. 84. Схема днищевого набора, перебиваемого зарядами, укладываемыми снаружи

Расчет выполняется по формуле (22) на 1 м реза.

Площадь сечения обшивки

$$/_{1} = 1,5 - 100 = 150 \text{ см}^2$$

Площадь сечения угольника, прилегающего к обшивке днища:

$$/_{2} = 11,5 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения днищевого стрингера

$$/_{3} = 1,2 - 110 = 132 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения угольника, прилегающего к обшивке внутреннего дна:

$$/_{4} = 10 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения обшивки внутреннего дна  $/_5$

$$/_{5} = 1,2 - 100 = 120 \text{ см}^2.$$

Значения коэффициентов принимаются по табл. 14.

Вес заряда (на 1 л реза)

$$C = 25 \cdot 150 + 30 \cdot 11,5 + 40 \cdot 132 + 50 \cdot 10 + 50 \cdot 120 = 15875 \text{ г} = 15,9 \text{ кг}.$$

Принимается заряд весом 16 кг.

В случае применения в качестве ВВ пироксилинового пороха, диаметр заряда будет равен

$$d = 3,85 \sqrt[3]{V/T} = 3,851/15^{\wedge}9 \text{ я } 15 \text{ см}.$$

6. Определить вес заряда для перебивания двойного дна в районе вертикального кия зарядами, уложенными на внутреннем дне (рис. 85). Расчет выполняется по формуле (22) на 1 м реза.

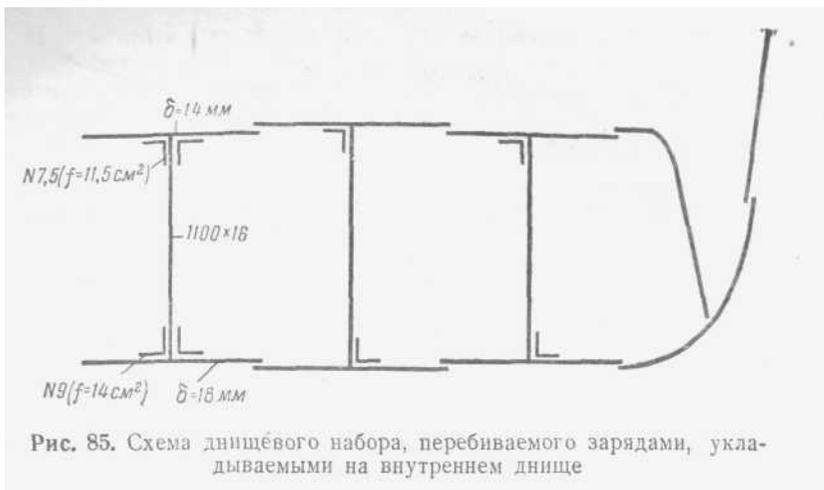


Рис. 85. Схема днищевой сборки, перебиваемого зарядами, укладываемыми на внутреннем днище

Площадь сечения обшивки внутреннего дна  $U =$

$$1,4 \cdot 100 = 140 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения угольников, прилегающих к обшивке внутреннего дна:

$$/_2 = 11,5 \cdot 2 = 23 \text{ см}$$

Площадь сечения листа вертикального кила  $/_8 =$

$$1,6 \cdot 110 = 176 \text{ см}^*.$$

Площадь сечения угольников, прилегающих к обшивке наружного дна:

$$/_j = 14 \cdot 2 = 28 \text{ см}$$

Площадь сечения обшивки наружного дна

$$/_{\text{н}} = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{ смЛ}$$

Значение коэффициентов принимается по табл. 14.

Вес заряда

$$C = 25 \cdot 140 + 30 \cdot 23 + 60 \cdot 176 + 50 \cdot 28 + 50 \cdot 180 = 25150 \text{ г я } 25,2 \text{ кг.}$$

Принимается заряд весом 25,2 кг.

При массовых взрывных работах рекомендуется полученное по формулам (17) и (22) значение веса зарядов уточнять пробными взрывами. Правильный выбор веса зарядов, помимо рационального расходования ВВ, дает возможность перебивать объект без значительных нагромождений металла, сохраняя прочными отдельные секции и весь корпус объекта. Если же величина заряда окажется завышенной, образуется много вмятин, корпус объекта расшатывается и усложняется его подъем. При правильно выбранном весе зарядов ширина реза составляет 40-50 см. \*

## § 88. Остропка и уборка расчлененных секций

Расчлененные секции корабля убирают плавкранами или килекторами. Кранами с достаточным выносом стрелы можно поднять секцию из воды и доставить ее на разделочную площадку для окончатальной разделки на более мелкие куоки, удобные для транспортировки на заводы. Килекторы не могут обеспечить необходимого выноса поднятой с грунта секции и используются лишь для-доставки секций на отмель или в порт, откуда их переносят на разделочную площадку плавкранами.

Расчлененные под водой секции водолазы остропливают тремя способами:

- заводкой стропов в отверстия в бортах или в палубе с закладкой в огоны стропов болванок;
- заводкой стропов под основание секции путем подъема ее оконечностей;
- заводкой стропов под основание секции через промытые туннели.

Для остропки секции первым способом в отверстия в бортах или палубе заводят огоны стропов (рис. 86), в которые водолазы вставляют болванки: отрезки металлических труб иши спиланные воздушные 40-л баллоны. Второй огон стропа принимается на гак крана или килектора. Для заводки стропов могут

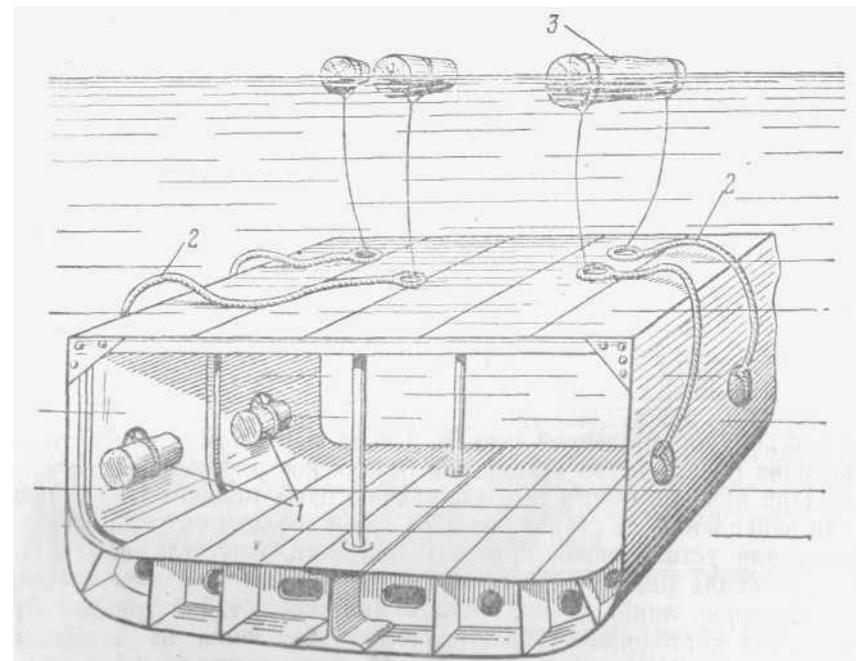


Рис. 86. Остропка секций при помощи болванок: 1 — болванки; 2 — стропы; 3 — поплавки

быть использованы иллюминаторы или другие отверстия. При отсутствии готовых отверстий их пробивают кольцевыми кумулятивными зарядами или вырезают подводной резкой. Отверстия рекомендуются делать на той стороне секции, которая наиболее удалена от остающейся части корабля; в этом случае при подъеме секции уменьшается возможность ее зацепления за остающуюся на грунте часть корабля.

Если прочность секции недостаточна, строп заводят под ее основание. Для этого вспомогательным стропом, который заводится в отверстие и закладывается болванкой, секцию приподнимают над грунтом и под ее основание подводят основной строп. В дальнейшем секция поднимается основным стропом и одним или двумя вспомогательными. Этот способ менее удобен, требует вспомогательных стропов и применяется сравнительно редко.

Промывка под секциями туннелей и проводка в них проводников и затем подъемных стропов применяется редко и только в том случае, когда секцию невозможно поднять первыми двумя способами. Если ширина секции невелика и грунт достаточно мягкий и не засорен, то строп подводят при помощи так называемой «иглы» — арматурного стержня, которым прокалывают грунт и затем проводят проводник и строп. Это несколько упрощает трудоемкие операции по промывке туннелей.

Остропленные секции поднимают и транспортируют на разделочные площадки для резки на более мелкие части.

#### § 89. Правила безопасности водолазных работ при острожке секций

При острожке под водой секций корабля водолаз должен внимательно следить, чтобы шланг или сигнал не были прижаты обтягиваемым стропом. В то же время водолаз, находящийся на телефоне, должен наблюдать за показанием манометра и периодически докладывать руководителю работ глубину нахождения водолаза. Когда обтяжка стропов будет закончена, водолаз проверяет прочность их закрепления и выходит наверх.

Только после выхода водолаза разрешается приступать к подъему остропленной секции. Перед подъемом все обслуживающие плавсредства отводят на безопасное расстояние.

При невозможности поднять секцию из-за наличия перемычек или зацепления ее стравливают на грунт и затем спускают водолаза для установления причины задержки. Спускать водолаза, когда секция находится в приподнятом положении, запрещается.

Проверка линии резов, а также острожка секций требуют от водолаза постоянного внимательного наблюдения за шлангом и сигналом. Шланг и сигнал должны быть чистыми и без лишней длины; стоящий на сигнале должен чувствовать по ним движение водолаза,

При зацеплении шланга или сигнала необходимо прекратить работы, освободить шланг и сигнал и только после этого продолжать работы. Особую осторожность необходимо проявлять на течении в условиях плохой видимости.

#### § 90. Особенности разделки железобетонных пловучих доков

Разделка под водой железобетонных пловучих доков имеет некоторые особенности по сравнению с разделкой металлических кораблей и судов. Основные из них приведены выше. Дополнительно при работе с доками необходимо иметь в виду следующее.

В отличие от рекомендуемого порядка разделки стальных кораблей разделка железобетонных доков ведется в направлении сверху вниз, т. е. сначала перебивают верхние элементы и конструкции, а затем нижние. Такой порядок дает возможность избежать загромождения линий реза и арматуры обломками бетона и более успешно провести работы по разделке.

Линии разделки доков принимаются по наиболее слабым сечениям (по разрушенным местам или трещинам), в обход переборок и узлов поперечных и продольных связей. Вес секций желательнее иметь не более 70—80% от грузоподъемности используемых плавкранов.

Для разделки доков рекомендуются удлиненные заряды из прессованного тротила. Длина зарядов принимается по условиям объекта.

Наиболее трудоемкой операцией является разделка днища понтона. Способы разделки днищ зависят от возможности промывки туннелей под доком. Если грунт позволяет промыть туннель, водолазы проводят в него удлиненный заряд, прижимают снизу упорами к днищу дока и затем заряд взрывается. До укладки заряда в туннель целесообразно уложить стальной контрольный трос. Полученные при взрыве обломки бетона осыпаются в туннель. Неперебитую арматуру отделяют подводной резкой или разрывают заведенным стальным тросом. Стапель-палубу перебивают удлиненными зарядами, которые укладывают изнутри дока. Днище следует стремиться перебивать удлиненными зарядами, изготовленными с таким расчетом, чтобы рез на всю ширину объекта был получен от взрыва одного заряда. Арматуру целесообразно резать, собирая ее в пучок контрольным тросом с помощью килектора или крана, что значительно упрощает работы по резке и дает гарантию чистоты реза.

На рис. 87 показано положение зарядов при разделке стапель-палубы, бортов и днища дока.

Если док лежит на плотном или скальном грунте, перебивание днища ведут сверху, со стапель-палубы. По мере разрушения стапель-палубы место реза очищают от обломков бетона и заряды укладывают на наружное дно дока.

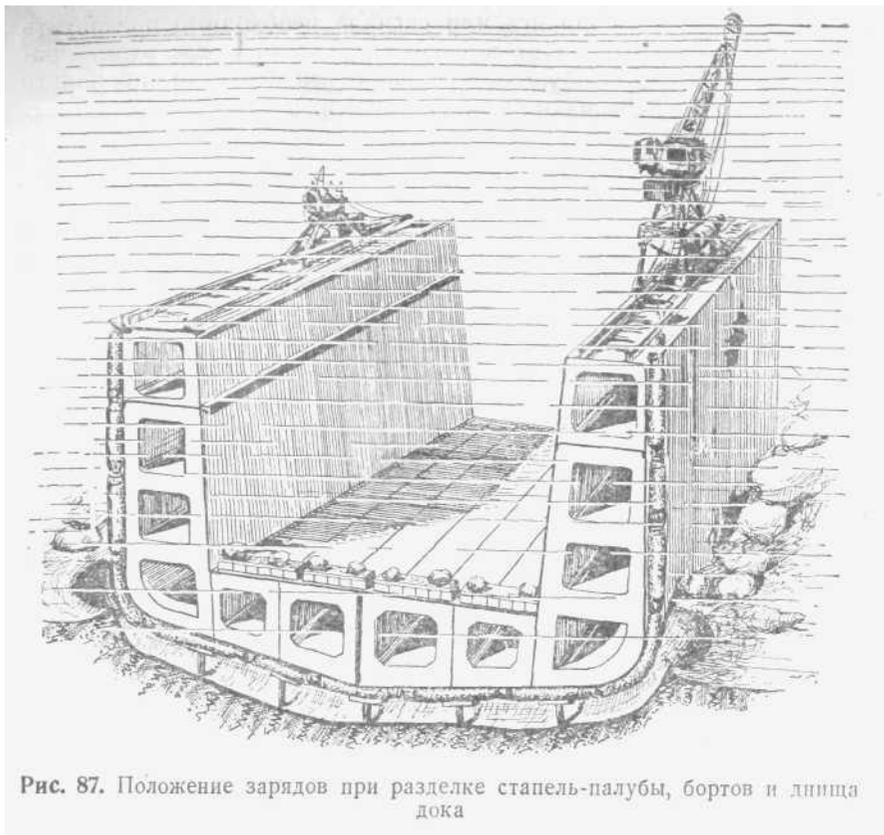


Рис. 87. Положение зарядов при разделке стапель-палубы, бортов и днища дока

Расчет зарядов для перебивания железобетонных конструкций пловучих доков выполняется по табл. 13.

## СНЯТИЕ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ ВЗРЫВАМИ §

### 91. Подготовительные работы

Гребные винты у кораблей и судов, находящихся на плаву, могут быть сняты при помощи взрывов небольших зарядов ВВ. Этот способ достаточно прост, безопасен для корпусов кораблей и потому получил распространение на флотах. Особое значение он приобретает в условиях, когда корабль не может быть поставлен в док, а ремонт или замена винтов должны быть выполнены в короткие сроки.

Впервые такой способ был применен в 1926 г. воентехником 1 ранга Правдиным при снятии у корабля двух винтов весом по 8 т каждый. В 1929 г. этим способом были сняты гребные винты у затонувшего линкора «Свободная Россия» и миноносца «Гаджибей». Снимали их одновременным взрывом двух тротильных зарядов весом по 200 г каждый. Заряды помещались между

кронштейном и ступицей гребного винта. Корпуса кораблей и гребные валы при этом не были повреждены. В период Великой Отечественной войны этот способ широко применялся на всех наших флотах.

Заряды ВВ для снятия гребных винтов применяют либо самостоятельно, либо в сочетании со специальными съемниками или клиньями; последними пользуются в тех случаях, когда одного усилия взрыва недостаточно для сдвига винта с места.

Усилия, необходимые для сдвига винта, зависят от веса винта, давности его посадки на конус гребного вала, материала винта и тщательности пригонки винта к конусу вала. Чем больше вес винта и чем дольше пробыл винт на валу, тем большее усилие необходимо для его сдвига. Стальные винты при прочих равных условиях снимаются легче бронзовых, а бронзовые — легче чугунных.

Снятию гребных винтов взрывным способом предшествуют следующие подготовительные работы. С корабля спускают две беседки, одна из них должна быть перед винтом, другая — позади него. Водолазы, работающие с беседок, снимают обтекатель<sup>1</sup> винта, отвертывают на 2—3 оборота гайку, стопорящую винт, и снимают защитные кольцевые кожухи.

Гайка, стопорящая винт, может быть отдана специальным ключом с удлиненной рукояткой. Для винта весом 5 т требуется ключ с рукояткой длиной не менее 1,5 м. Такие ключи поворачивают при помощи стального троса, заведенного на лебедку или шпиль корабля. Трос выбирают по указаниям водолаза, который по мере поворота гайки переставляет также ключ. Когда гайка будет отвернута на 2—3 оборота, ключ снимают, подают вверх и приступают к снятию защитных кожухов.

Защитные кольцевые кожухи представляют собой щитки, закрывающие пространство между ступицей винта и дейдвудом, и служат ограждением, предохраняющим от попадания туда троса. Крепятся они шпильками. Когда щитки будут сняты, водолазы заводят за лопасти винта два стальных троса, свободные концы которых подают на правый и левый борт кормовой оконечности корабля. Этими концами винт впоследствии поднимают наверх с помощью талей, шпиль или лебедки.

### § 92. Снятие винтов силой взрыва

По окончании подготовительных работ приступают к установке зарядов. Заряды помещают с двух противоположных сторон вала и взрывают одновременно. Для зарядов используют прессованный тротил или аммонит.

Вес зарядов из ВВ нормальной мощности для снятия корабельных винтов принимается в соответствии с данными, приве-

<sup>1</sup> Обтекатель закрывает концевую часть гребного винта и придает ему обтекаемую форму. Он закреплен болтами. Чтобы не потерять снимаемые болты, рекомендуется опускать их в подвешенное с беседки ведро.

денными в таблице величин зарядов для снятия гребных винтов (приложение 10) и в таблице предельного веса зарядов (приложение 11).

По приложению 10 подбирается общий вес зарядов и их количество в зависимости от веса и материала винта. По приложению 11 проверяется полученный ранее общий вес зарядов в зависимости от глубины их погружения, толщины обшивки корпуса корабля и расстояния между зарядами и корпусом. Из полученных двух значений принимается наименьшее.

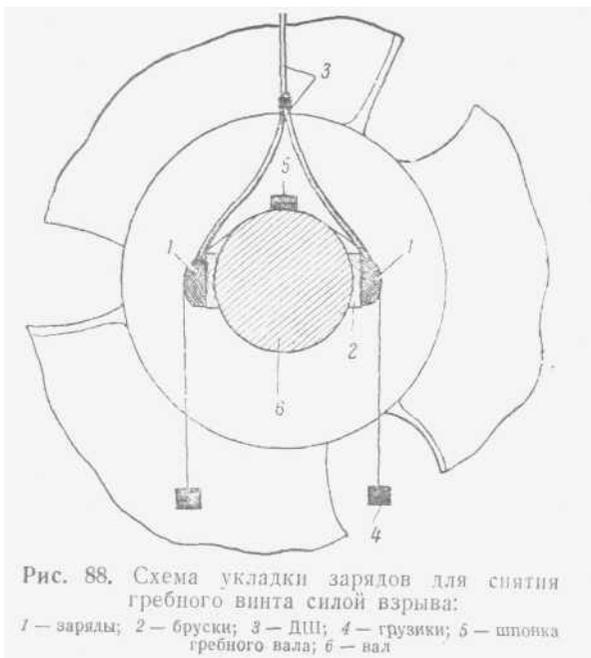


Рис. 88. Схема укладки зарядов для снятия гребного винта силой взрыва: 1 — заряды; 2 — бруски; 3 — ДИИ; 4 — грузики; 5 — шпонка гребного вала; 6 — вал

Пример. Определить вес и количество зарядов для снятия чугунного винта весом 1,9 т. Толщина обшивки корпуса корабля 7 мм, минимальное расстояние от обшивки до заряда 1,2 м, глубина погружения заряда 2 м.

По приложению 10 для снятия такого винта достаточно двух тротильных зарядов общим весом 146 г. По приложению 11 допустимый в этих условиях заряд не должен превышать 125 г. Для снятия винта должно быть принято общее количество тротила не более 125 г.

^Заряды делают из 200-г тротильных шашек, разрезая их ручной пилой-ножовкой с мелкими зубьями.

Полученные шашки привязывают нишами к дощечкам толщиной 2,5—3 см. Заряды вместе с дощечками прикрепляют к валу (рис. 88), этим предохраняется от повреждения гребной вал. Для правильного распределения сдвигающей силы заряды должны быть смещены относительно шпонки вала на четверть оборота.

Чтобы упростить установку зарядов, рекомендуется связать их между собой нитками или шпагатом, приняв расстояние

между ними равным половине окружности вала. Связанные заряды водолаз навешивает на вал, придвигая шашки вплотную к ступице винта. Дополнительно их привязывают шпагатом вокруг вала или навешивают на них конец шпагата с грузиками.

После взрывания зарядов водолаз отдает стопорящую гайку и затем с помощью заведенных ранее стальных концов винт стягивают с вала и поднимают наверх.

### § 93. Снятие винтов взрывами с применением дополнительных средств

Этот способ более громоздок, чем приведенный выше, поскольку, кроме зарядов, требуется применять стальные клинья или специальные съемники. Порядок работ в случае применения клиньев следующий.

По окончании подготовительных работ водолазы забивают два стальных клина между ступицей винта и дейдвудом. Клинья располагают с двух сторон вала. Заряд помещается напротив шпонки. Вес заряда принимается в зависимости от веса и материала винта. От упора клиньев и силы взрыва заряда винт смещается на некоторую величину, и после отвинчивания стопорящей гайки его снимают с вала.

В случае применения съемников тяговое усилие создается натяжением болтов или крючьев и силой взрыва одного или двух зарядов. Болты, крючья и планки водолазы ставят после окончания подготовительных работ. Отверстия для болтов имеются готовые (их делают при изготовлении винта); крючья заводят за лопасти винта. Затянув гайки на съемниках, устанавливают заряды и взрывают их. Дальнейшая подвижка винта выполняется натяжением болтов или крючьев.

Если после взрыва заряда предельного веса винт не сходит с места, рекомендуется между концом вала и планкой съемника поместить гидравлический домкрат. Это увеличивает стягивающее усилие, прикладываемое к винту.

При съемке винтов небольшого веса и размеров дополнительное тяговое усилие может быть создано также гинями. Подвижный блок гиней закрепляют тросом к винту, неподвижный — на причале. Трос обтягивают корабельной лебедкой или трактором, находящимся на берегу.

## ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ МИН §

### 94. Типы мин

Мины могут быть классифицированы по многим признакам: по степени подвижности их в районе постановки, по способам вызова взрыва, по конструктивным особенностям, количеству ВВ и другим признакам.

По степени подвижности мины разделяются на якорные, донные и плавающие. Якорные мины имеют положительную плавучесть, снабжены якорем и удерживаются в заданном месте минрепами. Донные мины не имеют якоря и минрепа и лежат на грунте. Плавающие занимают безразличное положение и могут перемещаться под действием течения.

По способу вызова взрыва мины бывают контактные и неконтактные. Первые взрываются при непосредственном соприкосновении с кораблем или каким-либо предметом, вторые — от других видов воздействия корабля. Якорные мины могут быть контактными и неконтактными, донные бывают только неконтактными.

Контактные мины взрываются также при касании к их антеннам металлических предметов.

Неконтактные мины взрываются от воздействия магнитного поля корпуса корабля или от звуковых колебаний (например, от шума, создаваемого винтами корабля). Первые из них называются магнитными, вторые — акустическими. Существуют так называемые магнитно-акустические мины, которые взрываются от воздействия магнитного поля корпуса корабля и от шума его винтов.

Работы по водолазному обследованию, подъему и уничтожению мин являются весьма ответственными, и потому ими должен руководить опытный специалист минного оружия, который должен до начала работ подробно ознакомить водолазов с типами и конструкциями мин, обратить внимание на способы их остропки и взрывания, предупредить об опасных местах на минах.

#### § 95. Остропка, подъем и уничтожение мин

По данным водолазного обследования специалист-минер определяет тип мины и принимает решение о способе и месте ее уничтожения. Чаще всего мины взрывают зарядами ВВ. Положение заряда на mine и способы его крепления к корпусу мины указывает минер. Заряд устанавливает водолаз-взрывник. Порядок работ по взрыванию мин следующий.

Водолазный бот подтягивают к буйке, обозначающему место затопления мины. С бота на грунт спускается водолаз и осматривает место для установки заряда, затем он поднимается наверх, принимает заряд от взрывника, находящегося на шлюпке, и спускается к mine.

Заряды прикрепляют к минам шпагатом, тонким растительным тросом или мягкой проволокой. В случае применения проволоки из нее делают крючок, которым заряд навешивается на рым или на колпак мины (рис. 89). Заряд должен плотно прилегать к корпусу мины. Если имеется течение, оно должно не относить заряд в сторону, а прижимать его к корпусу.

Установив заряд, водолаз выходит наверх, бот и шлюпку отводят на безопасное расстояние и после принятия необходимых

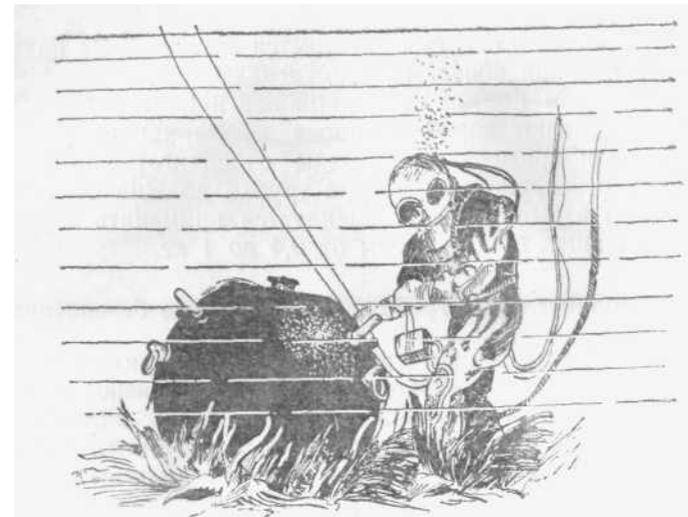


Рис. 89. Установка водолазом заряда на мину

мер предосторожности со шлюпки взрывают заряд и уничтожают мину. Если в данном месте мину взрывать нельзя, ее остропливают, поднимают на мягком пятитонном понтоне и отводят на другое место.

Замытую мину разрешается размывать напорными струями воды от гидромонитора под давлением не более 4 атм. Остропка ведется по указанию минера. Понтон продувают мотокомпрессором или ручной водолазной помпой. Перед продувкой за рым на mine закрепляется буюк, чтобы в случае потопления мины при буксировке ее можно было быстро обнаружить. Остропленную мину буксируют катером с минимальной скоростью. Длина буксирного конца должна быть не менее 250—300 м. При подходе к отмели буксирный конец с катера передают на шлюпку и даль-



Рис. 90. Установка заряда со шлюпки

нейшая буксировка к берегу выполняется шлюпкой. За поданный на берег со шлюпки конец мину вытягивают на отмель.

Перед взрывом понтон отстр�шшвают и на корпус мины со шлюпки укладывают заряд в районе ее зарядного отделения (рис. 90). Если применяются заряды с зажигательными трубками, длина огнепроводного шнура трубки должна быть не менее 3 м. Для взрыва мин рекомендуется применять заряды ив тротильовых шашек общим весом от 0,4 до 1 кг.

#### § 96. Дополнительные требования по технике безопасности

Работы по уничтожению мин взрывами выполняются в соответствии с указаниями «Инструкции по водолазному поиску, подъему или уничтожению мин, торпед и других видов боеприпасов». Эти работы являются весьма ответственными и требуют максимального обеспечения безопасности их проведения. Ниже приведены некоторые дополнительные требования по технике безопасности, учитывающие особенности этих работ.

Прежде всего водолаз-взрывник должен помнить, что успех работ по поиску и уничтожению мин возможен при хорошем знании взрывного дела, конструкций и типов мин и при умелом обращении с минами.

Водолазный бот, с которого ведутся взрывные работы, должен иметь на ноке реи, помимо сигнала о производстве водолазных работ (два нуля), сигнал «грузу боезапас» (красный флаг). Работы разрешается проводить при состоянии моря до двух баллов и только с размагниченных плавсредств. Размагничивание выполняют при полном укомплектовании плавсредств оборудованием и имуществом, необходимым для проведения работ. Если на плавсредства принимают дополнительные грузы, обладающие магнитными свойствами, производится повторное размагничивание.

При работах с неконтактными магнитными и магнитно-акустическими минами водолаз должен пользоваться немагнитным водолазным снаряжением. На шлеме не должно быть стальных деталей, галоши и грузы изготавливаются из свинца с медными кольцами, пряжками и шурупами. Ключи употребляются медные, кислородные баллоны — из немагнитного материала. Запрещается применять подводное освещение, спиральные шланги и стальные шланговые соединения. Водолаз должен работать без телефона. Перед спуском водолаза на грунт старшина станции лично убеждается, что у водолаза нет предметов, обладающих магнитными свойствами. Об этом он делает соответствующую запись в водолазном журнале.

При работах с антенными минами водолаз должен соблюдать особую осторожность, не допуская прикосновения к антенне сигнального конца, шланга или какого-либо другого предмета. Отмывать мины, имеющие «усы», струей гидромонитора, а также прикасаться к ним запрещается.

Плавсредства, с которых ведутся работы у места затопления неконтактных магнитных и магнитно-акустических мин, не должны иметь стальных или чугунных якорей и стальных якорных цепей.

Во время остр�пки и подъема мин не разрешается производить другие водолазные работы в радиусе двух миль. При взрывании мины водолаз, устанавливавший заряд, должен быть поднят на палубу бота. Стоять водолазу на трапе запрещается.

#### ВЗРЫВАНИЕ ЛЬДА § 97. Взрывание

льда для проводки кораблей

Для проводки кораблей в ледяных полях применяют одиночное и массовое взрывание зарядов. В зависимости от толщины льда заряды размещают либо в толще льда, либо подо льдом. В последнем случае эффект от действия зарядов значительно больше.

При массовом взрывании зарядов их располагают рядами (не в шахматном порядке), принимая расстояние между рядами и отдельными зарядами в ряду равным пятикратному заглублению зарядов. Заряды взрывают одновременно (электрическим способом).

Вес зарядов принимается в зависимости от толщины льда и глубины их погружения согласно табл. 15.

Т а б л и ц а 15

Толщина льда в м	Вес зарядов в кг при т? убыне ения заряда от ги льда на					
	1,0 м		1,5 м		2,0 м	
	тритил	аммонит	тритил	аммонит	тритил	аммонит
0,2—0,3	1,0	1,3	2,0	2,6	4,0	5,2
0,3—0,4	1,5	2,0	2,6	3,4	4,6	6,0
0,4—0,5	2,2	3,0	3,2	4,2	5,4	7,0
0,5—0,6	2,6	3,4	3,8	5,0	5,8	7,8
0,6—0,7	3,2	4,2	4,2	5,5	6,4	8,4
0,7—0,8	3,8	5,0	4,6	6,0	6,8	8,9
0,8—0,9	4,2	5,5	5,4	7,0	7,3	9,5
0,9—1,0	4,6	6,0	5,8	7,8	7,8	10,2
1,0—1,1	5Д	?о	6,4	8,4	8,4	10,9
1,1—1,2	6,0	7,8	6,8	8,9	8,8	11,5

Для погружения зарядов во льду делают пешнями или малыми зарядами лунки. Вес зарядов для устройства лунок подбирается опытным путем; «ориентировочно он может быть принят порядка 200—400 г для льда толщиной до 1 м. В готовые лунки погружают на пеньковых «отцах или на жердях заряды, предназначенные для дробления ледяного поля. Взрывная сеть монтируется на льду.

52» И— «ли шурф : одГ?, ГсЯеГоД атм^Ь од, "о<sup>е</sup>:

Корабли и суда, вмерзшие в лед МОГУТ бкгти\* ого льда устройством кольцевой Хны Расстояний<sup>В</sup> обоЖДеНЫ маины до корабля принимается ич vtZ™ Г от действия взрыва рилШается из Условия безопасности корабля мае™ по<sup>Р</sup>Х 1? УСТРОЙСТВа МайНЫ вблизи «>Рабля прини-

Т а б л и ц а 16

Заряды взрывают по одному; образующийся при взрыве пла<sup>^</sup> вающий лед погружают баграми под сохранившийся лед.

#### § 98. Взрывание льда при защите мостов

На многих наших реках ледоход представляет серьезную опасность для мостовых опор и гидротехнических сооружений, находящихся вблизи берегов. Движущийся лед может повредить опоры моста или сузить живое сечение реки, образуя так называемые ледяные заторы, что вызывает подпор уровня воды и затопление вышележащих районов.

Целью взрывных работ во время ледохода является равномерный пропуск льда по руслу реки. Достигается это дроблением льда взрывами до ледохода и разбиванием заторов в период ледохода.

Взрывные работы начинают примерно за 10 дней до начала подвижки льда. Сначала пешнями пробивают майны вокруг мостовых опор, затем взрывами по фарватеру взрывают лед ниже и выше моста так, чтобы образовался канал шириной, равной Уз—Ча ширины реки. Общая длина канала должна быть равна ширине реки на участке ниже моста и двойной ширине реки на участке выше моста.

Устройство канала начинают с низовой стороны, заряды располагают рядами против опор моста и ледорезов (рис. 91). Ближайший к сооружениям ряд зарядов должен находиться не ближе 15—20 м от них. Расстояние между зарядами в рядах и между рядами зарядов принимается равным 1,25—1,5 диаметра

майны, получаемой при взрыве одного заряда. Вес зарядов принимается по табл. 15. Дополнительно вес зарядов и диаметр майны проверяется первыми пробными взрывами

Ледяные заторы взрывают со шлюпки. На шлюпке должны быть: веревки, ломы, пешни, багры и спасательные круги. Заторы разбивают с низовой стороны. Взрывнику разрешается выходить на лед, если на опасных участках будут уложены доски для прохода и на шлюпке будут приняты меры для срочного снятия взрывника со льда в случае подвижки затора

Вес зарядов принимается от 5 до 30 кг в зависимости от мощности ледяного затора.

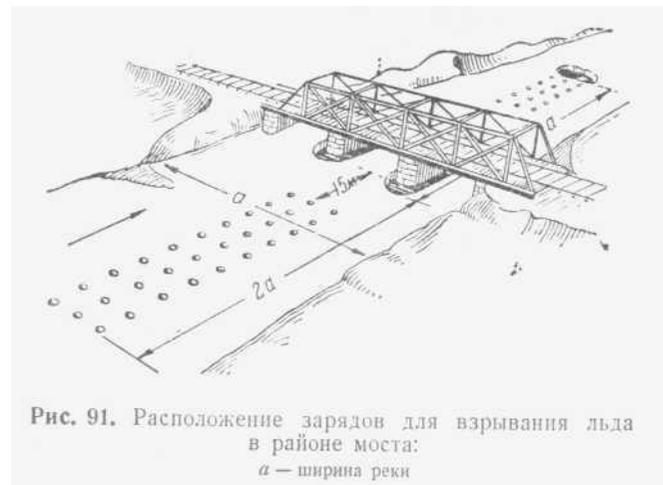


Рис. 91. Расположение зарядов для взрывания льда в районе моста: а — ширина реки

Бросать заряды на плывущие льдины и на заторы разрешается опытным взрывникам в особо исключительных случаях и только с берега. Длина огнепроводного шнура для таких зарядов должна быть не менее 15 и не более 25 см.

Радиус опасной зоны при взрывании льда должен быть не менее 100 м, а при разрушении ледяных заторов — 200 м.

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДВОДНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Подводные взрывные работы должны производиться в соответствии с настоящими указаниями. Правила получения, перевозки и хранения взрывчатых материалов, изготовления зарядов и способов их взрывания приведены в «Единых правилах безопасности при ведении взрывных работ» \ которыми для данных случаев и следует руководствоваться.

<sup>1</sup> «Единые правила безопасности при ведении взрывных работ», Металлургиздат, 1953.

К самостоятельному выполнению подводных взрывных работ допускаются водолазы-взрывники, прошедшие специальную подготовку, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и имеющие «Единую книжку взрывника».

Взрывание подводных зарядов, установленных водолазами, разрешается только электрическим способом или детонирующим шнуром.

Перед началом взрывных работ должны быть определены границы опасных зон как по берегу, так и по акватории и приняты меры к охране безопасности личного состава, плавсредств и береговых сооружений в границах этих зон. О предстоящих работах руководитель работ сообщает старшему начальнику данного района с указанием места и времени работ.

Личный состав, участвующий в работах, должен быть хорошо проинструктирован по вопросам техники безопасности работ и ознакомлен с применяемыми взрывчатыми материалами и принадлежностями для взрывания.

Подводные взрывные работы выполняются со шлюпки, с берега или со льда.

При выполнении работ со шлюпки в каждой шлюпке должны быть взрывник и один или два гребца. Взрывник должен находиться на корме. Присутствовать в шлюпке посторонним лицам запрещается.

В шлюпке может быть не более 10 зарядов общим весом до 40 кг. Заряды укладываются в кормовую часть шлюпки так, чтобы они не могли сместиться при перевозке. Заряды разрешается укладывать в шлюпку только взрывнику. Перевозить в шлюпку во время работы другие грузы запрещается.

Шлюпка с зарядами должна находиться не ближе 6 л от водолазного бота, ведущего работы, и только в момент подачи зарядов водолазу ее можно подводить ближе. Заряды водолазу подает взрывник. После подачи зарядов шлюпку отводят в сторону.

На шлюпке запрещается:

- — изготавливать или переделывать заряды;
- проверять электродетонаторы;
- — проверять пловучесть зарядов погружением их в воду;
- исправлять изоляцию зарядов или боевиков;
- разводить огонь и курить.

Вести взрывные работы с водолазного бота или с других самоходных плавсредств запрещается.

Водолаз, взяв заряд и опустившись на грунт, должен следить за тем, чтобы не ударить зарядом и не зацепиться проводами за какой-либо предмет, не прижать заряд шлангом или сигнальным концом и не нарушить положения детонатора.

Водолазу с зарядом разрешается спускаться по спусковому концу, закрепленному у места укладки заряда или вблизи него/ Подача зарядов водолазу по сигнальному или какому-либо другому концу запрещается. Заряды, не имеющие электродетонаторов или ДШ, разрешается подавать на пеньковом конце.

При спуске водолаза с зарядом необходимо вытравливать провода таким образом, чтобы они не могли перепутаться со шлангом или сигнальным концом. Провода и сигнальный конец со шлангом должны идти «враздрай».

Подавать водолазу в руки более одного заряда запрещается. При необходимости подать водолазу несколько малых зарядов (общим весом до 20 кг), их укладывают в корзину с гнездами.

Водолаз должен укладывать заряды в тех местах, которые ему будут указаны руководителем работ или взрывником. Способы крепления зарядов также указывает руководитель работ или взрывник. После установки заряда водолаз привязывает провода (со слабиной) за какие-либо выступающие предметы вблизи заряда.

Кумулятивные заряды необходимо устанавливать на переби- ваемый предмет металлической оболочкой, обеспечивая их устойчивое положение.

Уложив и закрепив заряд, водолаз должен проследить за тем, чтобы, отходя от него, не зацепиться за провода или за детонирующий шнур какими-либо частями своего снаряжения и не сместить заряд. После выхода водолаза на трап его осматривает водолаз, стоящий на сигнальном конце, и проверяет, не вынесены ли наверх провода от заряда или сам заряд.

При выполнении взрывных работ с берега или со льда соблюдаются эти же правила подачи, переноски и установки зарядов.

Заряды из пироксилинового пороха большой длины, не имеющие промежуточных детонаторов, разрешается погружать на грунт с кормы самоходных плавсредств по мере буксировки этих средств по трассе прокладки или протягивать подо льдом (при работе со льда).

Перед взрывом зарядов личный состав, находящийся на берегу или на льду, а также водолазный бот и шлюпка отходят на безопасное расстояние, которое заранее устанавливается руководителем работ или взрывником.

Безопасное расстояние выбирается с таким расчетом, чтобы силой взрыва не причинить ранений личному составу, не повредить бота и не вызвать детонации зарядов, находящихся на шлюпке.

О предстоящем взрыве с водолазного бота, ведущего работы, за 15 минут до взрыва извещают другие водолазные боты подъемом флага «Н». Взрывник не взрывает зарядов до тех пор, пока водолазные боты не ответят на него спуском своих флагов «00», что означает выход водолазов из воды.

Соединение участков проводов с магистральными выполняет взрывник на шлюпке (на берегу), после того как убедится в каждом отдельном случае, что их вторые концы отсоединены от клемм источника тока и замкнуты накоротко.

Взрывать заряды разрешается только взрывнику. Перед взрывом взрывник должен убедиться, что приняты все необходимые

меры по охране безопасности личного состава, плавсредств и сооружений. Работа водолазов и купание людей допускаются на расстоянии от места подводного взрыва:

- при весе заряда до 3 кг — не менее 2 км;
- при весе одиночных зарядов от 3 до 50 кг и массовых взрывах общим весом 50 кг — не менее 6 км;
- при весе одиночных зарядов и массовом взрыве зарядов общим весом от 50 до 250 кг — не менее 10 км.

При выполнении работ по разделке кораблей, на которых по имеющимся сведениям находятся боеприпасы, необходимо принять меры для защиты личного состава, отвода плавсредств и защиты сооружений от возможной детонации боеприпасов.

После взрыва зарядов провода должны быть отсоединены от источника тока, выбраны из воды и намотаны на вьюшку.

Если взрыва не последовало, спуск водолаза для осмотра заряда и дальнейших работ разрешается:

- через 5 минут после отключения проводов в случае применения электродетонаторов мгновенного действия;
- через 15 минут после отключения проводов в случае применения электродетонаторов замедленного действия.

Невзорвавшиеся заряды разрешается поднимать, приняв те же меры предосторожности, что и при спуске их в воду. Заряды выносятся водолазом в руках. Поднимать заряды на конце или на проводах запрещается. Заряды могут быть ликвидированы взрывом других зарядов, уложенных вблизи отказавших, если по условиям объекта разрешается взрывать большое количество ВВ.

Если отказавший заряд взорвать сразу нельзя, водолаз-взрывник обязан выставить вблизи заряда буй или вежу и предупредить о наличии заряда под водой руководителя взрывных и водолазных работ.

Количество спусков одного водолаза при взрывных работах за рабочий день не должно превышать:

На глубину до 6 м .....	8 спусков;
На глубину от 6 до 11 м .....	6 спусков;
На глубину „ 11 „ 17 м .....	4 спуска;
На глубину „ 17 „ 20 м .....	3 спуска;
На глубину „ 20 „ 25 м .....	2 спуска;
На глубину более 25 м .....	1 спуск.

При приближении грозы, тумана, обильного снегопада и дождя взрывные работы должны быть прекращены. Если в шлюпке осталось несколько зарядов, она должна быть отведена не менее чем на 60 м от водолазного бота и поставлена на бакштов. Личный состав со шлюпки переходит на бот.

Взрывные работы прекращаются при волнении свыше двух баллов или при ветре свыше 4 баллов, а также в темное время суток.

1. Какие заряды называются накладными и в каких случаях они применяются?
2. Что такое забойка заряда?
3. Какова конструкция зарядов из пироксилинового пороха и как их взрывают?
4. Как сделать заряд большой длины из пороха?
5. Каковы условия взрываемости пороховых зарядов?
6. В чем заключается метод шпуров?
7. В чем заключается метод скважин, котловых и камерных зарядов?
8. Как делают герметическую упаковку из бумаги пик и бумажных мешков?
9. Как выполняется герметизация зарядов в ящиках и бочках?
10. Как делают герметическую упаковку из резиновых мешков и прорезиненной ткани?
11. Как изготавливаются заряды из тротиловых шашек, тротила в порошке и плавленого и из пироксилинового пороха?
12. Как определить диаметр порохового заряда, зная его вес на 1 м длины заряда?
13. Каково назначение боевиков и как их крепят на объекте работ?
14. В каких случаях применяется дублирующая сеть, как она монтируется и взрывается?
15. Каковы требования техники безопасности при изготовлении и герметизации зарядов?
16. Что называется кумулятивным зарядом? Каковы основные отличия кумулятивного заряда от простого?
17. Какие имеются упрощенные типы кумулятивных зарядов и для каких целей они применяются на подводных работах?
18. Как сделать линейный и кольцевой кумулятивные заряды?
19. Для каких толщин металла применяют упрощенные подводные кумулятивные заряды?
20. Каковы основные требования техники безопасности при изготовлении к применению кумулятивных зарядов?
21. Как работает бурильная машина БМ-17Э?
22. Как подобрать необходимый бур для бурения шпуров?
23. В чем заключается работа водолазов при бурении шпуров?
24. Какие вы знаете типы бурильных установок, применяемых для бурения скважин под водой?
25. Как разрабатываются скважины водолазами в глинистых и поддающихся размыву грунтах?
26. Как погрузить заряд в грунт с помощью трубы?
27. Как определить вес подводных накладных зарядов для дробления отдельных камней или рыхления грунта при дноуглублении?
28. Как определить необходимый вес 1 м порохового заряда для разработки траншей?
29. Как укладываются на грунт удлиненные пороховые заряды с плавсредств и со льда?
30. Какова конструкция промежуточных детонаторов (дополнительных зарядов) для взрывания удлиненных пороховых зарядов?
31. Как определить вес шпуровых зарядов и зарядов в скважинах?
32. Как ликвидировать отказавшие заряды?
33. Как определить вес накладных зарядов для перебивания под водой деревянных свай, бревен, составных брусьев?
34. Какими зарядами можно перебить под водой шпунтовый ряд и как определить вес заряда?
35. Как определить вес зарядов для взрывания пней под водой?
36. Как определить вес зарядов для перебивания под водой стальных листов, составных сечений и профильной стали, стальных валов и троса?
37. Как укладываются заряды для перебивания стальных валов и троса?

39. Какие вы знаете основные способы разделки под водой железобетонных конструкций?
40. Как определить вес зарядов, необходимых для переобивания под водой железобетонных конструкций?
41. Как выбираются линии резов для разделки кораблей и судов?
42. Как разделяют под водой малые корабли водоизмещением до 2000 т?
43. Как разделяют под водой корабли водоизмещением более 2000 т?
44. Как укладывают и крепят заряды для переобивания бортовой обшивки кораблей?
45. Каковы основные требования техники безопасности водолазных работ при снятии зарядов в большом количестве?
46. Как делают заряды для взрыва мин?
47. Как делают заряды для взрыва мин?
48. Как сделать и установить заряд для снятия винта?
49. Какие вы знаете основные типы мин?
50. Каков порядок работ при уничтожении мин взрывами?
51. Укажите порядок работ при остропке и буксировке мин,
52. Как укладывается заряд на корпус мины?
53. Каковы требования техники безопасности при уничтожении мин?
54. Как располагают заряды для взрыва льда при проволке кораблей?
55. Как определяется вес заряда для взрыва льда?

## ГЛАВА VI

### ХРАНЕНИЕ, УЧЕТ, ПЕРЕВОЗКА И УНИЧТОЖЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Основные правила)

#### § 99. Классификация и устройство складов

Взрывчатые вещества и средства взрыва хранятся в складах. Склады представляют собой одно или несколько хранилищ с подсобными сооружениями, расположенными на общей изолированной и охраняемой территории.

В зависимости от расположения склады разделяются на поверхностные, полууглубленные, углубленные и подземные. По назначению склады бывают расходные и базисные. По сроку службы — постоянные, временные и кратковременные.

Поверхностными называются такие склады, которые расположены на поверхности земли. Полууглубленные заглублены в землю не более чем на высоту здания. Углубленные имеют слой грунта поверх хранилищ толщиной до 15 м. Подземные — слой грунта более 15 м.

Базисными называются такие склады, которые служат для снабжения взрывчатыми материалами расходных складов. С этих складов раздача ВВ взрывникам не производится. На расходных складах хранятся небольшие количества взрывчатых материалов, которые выдаются взрывникам по мере надобности.

Постоянные склады строятся из негорючих материалов (каменя, кирпича). Как исключение допускается устройство хранилищ с бревенчатыми стенами и потолками с внутренней штукатуркой. Стены и потолки хранилищ белят клеевой краокой, полы покрывают асфальтом или настилают из досок.

В хранилищах взрывчатых материалов обычно устраивается несколько входов. Каждый вход должен иметь три двухстворчатые двери, открывающиеся наружу. Первая дверь, ведущая со двора, делается сплошной. Следующая за ней делается решетчатой (для проветривания хранилищ), третья, ведущая из тамбура в хранилище, делается сплошной.

На окнах хранилищ устанавливаются решетки или сетки. Решетки (сетки) покрываются белой краокой во избежание их на-

гревания на солнце. Чтобы избежать обзора снаружи и затруднить доступ в хранилище, на окна навешиваются ставни. Стекла, окон, выходящих на солнечную сторону, покрываются белой краской.

Огороженный участок земли, на котором располагаются хранилища взрывчатых материалов, сарай для противопожарной: инвентаря и будка для раскупорки ящиков и резки детонирующего и огнепроводного шнуров, называется территорией склада.

Высота ограды территории склада 2 м; она делается из колючей проволоки, дерева, кирпича, камня или железа. За оградой располагаются караульное помещение, вышки и сарай или навесы для хранения тары. Караульные вышки устанавливаются по периметру ограды склада с внешней стороны. Территория склада окружается канавой, отстоящей от внешней стороны ограды на 10 м.

Запретной зоной называется полоса вокруг ограды склада шириной не менее 50 м. В пределах этой зоны в противопожарных целях вырубаются все хвойные деревья и кустарники. Уничтожаются также сухая трава и другие легковоспламеняющиеся предметы.

Общая емкость расходного склада не должна превышать 50 г ВВ и 100 тыс. штук детонаторов.

Расстояние складов от различных сооружений определяется величиной радиуса безопасности. Если это расстояние не может быть выдержано и оказывается меньше расчетного, то вокруг склада возводится вал из сыпучего грунта (глины или песка) на 1,5 м выше карниза хранилища. Между подошвой вала и стеной хранилища делается водоотливная канава с выводом за пределы обвалованного участка.

Освещение территории склада проводится так, чтобы подступы к складу освещались хорошо, а территория оставалась бы в тени. В складах устраивается двусторонняя телефонная связь, световая и звуковая сигнализация, связывающая караульные посты с караульным помещением. Склады обеспечиваются водопроводной сетью, водоемами и необходимым количеством противопожарных средств. Каждое хранилище постоянных складов оборудуется молниеотводами стержневого типа, расположенными вблизи хранилища.

Под временные склады могут быть использованы землянки, сараи и другие нежилые помещения. Хранилища временных складов обычно имеют хорошую вентиляцию и хорошо защищены от дождя и снега. Полы в таких хранилищах дощатые или глинобитные.

Входные двери в хранилища делаются одинарными, тамбуры не устраиваются. Рабочее освещение хранилища — аккумуляторное. В остальном временные склады ничем не отличаются от постоянных поверхностных складов.

Кратковременные склады устраиваются на площадках у мест производства работ, в железнодорожных вагонах, на пловучих средствах, в автомашинах, палатках и т. д.

Углубленные склады устраиваются в массиве горы или скалы и сообщаются с поверхностью через штольню.

## § 100. Правила хранения взрывчатых материалов

В постоянных складах различные группы взрывчатых материалов хранятся отдельно в обособленных хранилищах.

Однородные по своим свойствам материалы разрешается хранить совместно согласно приложению 12.

В отдельных случаях допускается совместное хранение и неоднородных материалов при условии, что:

— взрывчатые материалы различных групп находятся в разных помещениях хранилища с отдельными выходами с тамбуром;

— общее количество детонаторов при совместном их хранении с ВВ не превышает 10 000 штук, а общее количество ВВ не превышает 3 г;

— выдача ВВ и детонаторов производится из разных тамбуров.

В тамбуре для выдачи детонаторов могут храниться сумки взрывников и взрывные машинки. Стол в тамбуре должен быть накрыт войлоком, брезентом или резиновой пластиной толщиной 3 мм. Резать ДШ и огнепроводный шнур разрешается в специальном помещении на территории склада, отстоящем от хранилища на безопасном расстоянии.

Ящики с детонаторами и ДШ располагают на стеллажах в один ряд, при расстоянии между ящиками не менее 4 см. Верхняя полка должна быть не выше 1,7 м от пола. Полки для хранения ящиков с детонаторами должны быть обиты войлоком, брезентом или резиной.

Ящики и мешки с тротилом, аммонитами и огнепроводным шнуром укладывают на стеллажах или в штабели. При укладке в штабели под ящики (мешки) помещают прокладки. Высота штабелей не должна превышать 2 м, ширина — не более 2 ящиков (мешков).

Между стеллажами или штабелями оставляются проходы шириной не менее 1,3 м.

Головки гвоздей и болтов, употребляемых для крепления деревянных деталей стеллажей, утапливаются в дерево на глубину не менее 5 мм; образуемые углубления заливаются олифой и шпаклюются.

Взрывчатые материалы хранятся только в целых мешках и ящиках. Хранение насыпью в поврежденной таре недопустимо.

На территории склада не разрешается разводить огонь и курить. При входе на территорию склада охрана склада должна отбирать входящих спички и зажигалки.

Для осветительной проводки применяются бронированные и гибкие резиновые кабели или кабели в полихлорвиниловой оболочке. Выключатели и патроны употребляются только пластмассовые.

В ясную, сухую и тихую погоду хранилища проветривают, открывая двери и окна. С этой же целью в хранилищах устраиваются вытяжные трубы.

Вход в хранилище и вход на чердак хранилища запираются на замок и опломбировываются или опечатываются. На чердаках хранилищ ничего хранить нельзя. На окладах с взрывчатыми материалами должно быть достаточное количество необходимого противопожарного инвентаря.

На площадках работ взрывчатые материалы могут храниться сроком до 30 суток во временных складах. Временные склады устраивают на деревянном настиле высотой над грунтом 20 см. Над настилом делают навес из брезента по деревянному каркасу. От места производства работ склад должен отстоять не менее чем на 300 м. Вокруг площадки делается проволочная, жердевая или канатная ограда, отстоящая от штабеля ВВ не менее чем на 40 м. Средства взрывания в этих случаях хранят в отдельных палатках или землянках, отстоящих от штабеля ВВ не менее чем на 25 м. На расстоянии 100 м от площадки для хранения взрывчатых материалов не должно быть никаких горючих материалов.

#### § 101. Хранение взрывчатых материалов на пловучих складах

Пловучие склады используются при выполнении взрывных работ на морях, озерах и реках. Оклады устраивают на несамых судах, оборудованных необходимым противопожарным инвентарем. При совместном хранении различных групп взрывчатых материалов склады должны иметь отдельные помещения с самостоятельными выходами. Взрывчатые материалы хранятся на стеллажах, имеющих бортики, предохраняющие материалы от падения при качке или крене. Перевозка и хранение других грузов на складе взрывчатых материалов запрещается. На пловучих складах нельзя устраивать жилых помещений и допускать проживание личного состава. Не разрешается также устанавливать отопительные приборы.

При совместном хранении взрывчатых веществ и средств взрывания разрешается принимать до 'А грузоподъемности судна, но не более 4 г ВВ и 10 000 детонаторов. При отдельном хранении разрешается принимать до половины грузоподъемности судна, но не более 10 т ВВ и отдельно 30 000 детонаторов. На срок до 10 суток разрешается хранить до 200 кг ВВ и не более 600 штук детонаторов в шлюпках, оборудованных деревянными ларями и закрытых брезентом.

При буксировке пловучий склад должен отстоять не ближе 20 м от буксирующего судна.

Стоянка склада выбирается в месте, удаленном от пристаней, строений или стоянки других судов. От места производства работ пловучие склады разрешается устанавливать на расстоянии

Если пловучий оклад устанавливается у берега, то участок берега в радиусе 50 м от стоянки склада ограждается колючей проволокой или жердями; концы ограды вводятся в воду на 3 м от берега.

В случае пожара весь груз взрывчатых Материалов выбрасывается за борт; в первую очередь выбрасывают детонаторы.

#### § 102. Перевозка взрывчатых материалов автотранспортом

Автомашины, выделенные для перевозки взрывчатых материалов, должны быть вполне исправны, оборудованы огнетушителями, приспособлениями против скольжения и иметь глушители с искроуловителями.

При перевозке тротила и аммонитов машина может быть нагружена до полной своей грузоподъемности, при перевозке детонаторов или пороха машину разрешается нагружать не более чем на  $\frac{2}{3}$  грузоподъемности. Ящики в автомашине располагаются не более чем в 2 ряда.

Одновременная погрузка на автомашину разнородных групп взрывчатых материалов допускается лишь согласно приложению 12.

В отдельных случаях с разрешения руководителя взрывных работ допускается перевозка различных видов взрывчатых материалов на одной автомашине, при этом их количество не должно превышать:

Взрывчатых веществ .....	500 кг;
Детонаторов .....	500 шт.;
Детонирующего шнура .....	500 м;
Огнепроводного шнура .....	3000 м;
Глеющего фитиля и зажигательных свечей . . .	по потребности.

В этом случае детонаторы плотно укладывают в запирающиеся ящики с войлочными прокладками и ставят их в передней части кузова автомашины. ВВ при этом помещают в конце кузова, отделяя от детонаторов ящиками с огнепроводным шнуром, фитилем и зажигательными свечами.

Во время движения между машинами необходимо соблюдать следующие интервалы:

- на ровной дороге не менее 50 м;
- при спуске с горы или подъеме 300 м.

Скорость движения при перевозке тротила, аммонитов и огнепроводного шнура — по общим правилам автоинспекции, при перевозке детонаторов или пороха — не более 20 км/час. В туман и в других случаях плохой видимости скорость движения уменьшается вдвое.

Газогенераторные автомашины, автосамосвалы, автобусы и автомашины с пассажирами для перевозки взрывчатых материалов не используются. Перевозка детонаторов, порохов и детонирующего шнура на автоприцепах не допускается.

В автомашине, нагруженной ВВ, разрешается находиться шоферу и лицу из охраны или ответственному за перевозку.

### § 103. Уничтожение взрывчатых материалов

Взрывчатые материалы уничтожают в случаях, когда они становятся опасными или непригодными для дальнейшего использования. Уничтожение производится по письменному приказанию руководителя взрывных работ и при его участии. Не менее чем за 5 дней до уничтожения органам милиции и командованию гарнизона сообщают о предстоящем уничтожении взрывчатых материалов.

Взрывчатые материалы могут быть уничтожены взрыванием, сжиганием, потоплением и растворением в воде. Непригодные к дальнейшему использованию ящики и прочая упаковка сжигаются на костре.

После каждого уничтожения взрывчатых материалов составляется акт, в котором указывается наименование и количество уничтоженных материалов, причины и способы уничтожения.

При уничтожении сжиганием принимают меры защиты от возможного пожара.

Взрыванием уничтожаются детонаторы, ДШ и некоторые ВВ.

Количество взрывчатых материалов, уничтожаемых за один прием, устанавливается в зависимости от местных условий, чтобы не нанести ущерба населению и сооружениям, расположенным вблизи места взрывания.

Взрывание рекомендуется выполнять электрическим способом, располагая материалы в ямах (во избежание их разбрасывания).

Сжиганием уничтожается огнепроводный шнур, зажигательные свечи и взрывчатые материалы, не поддающиеся взрыванию. Сжигание производят в сухую погоду. Материалы укладывают на подготовленный костер, к которому с подветренной стороны прокладывают огнепроводный шнур или дорожку из хвороста (стружки) ■ длиной не менее 5 м. После поджога конца огнепроводного шнура или хвороста взрывник немедленно удаляется в укрытие.

К месту сжигания разрешается подойти после полного окончания горения. Несгоревшие взрывчатые материалы собирают и вновь сжигают.

Уничтожение взрывчатых материалов потоплением производится в открытом море с балластировкой ящиков для придания им отрицательной пловучести. В исключительных случаях, с разрешения санитарного надзора, допускается уничтожение аммонитов потоплением в реке, озере или пруду.

Растворением в воде (в бочках или других емкостях) уничтожают аммониты и дымный порох.

### § 104. Прием, выдача и учет взрывчатых материалов

Поступающие на склад взрывчатые материалы принимают в исправной упаковке при соответствии веса материала сопровождающим документам, после чего эти материалы немедленно помещают в хранилище.

Взрывчатые материалы выдаются на руки только взрывникам или их помощникам, имеющим право на производство взрывных работ. Отпуск со склада разрешается, если взрывники имеют исправные сумки для переноски или исправные транспортные средства для перевозки полученных материалов. Взрывчатые материалы отпускаются по требованиям или накладным.

Остающиеся после работы в конце рабочего дня взрывчатые материалы подлежат обязательной сдаче на склад.

Приход и расход материалов на складах учитывается в двух шнуровых книгах. В книгах указывается количество и род поступивших материалов, откуда и по каким документам они прибыли, кому и на основании каких документов выданы.

Кладовщик ежедневно отчитывается в расходе взрывчатых материалов. Правильность учета, хранения и наличия материалов ежемесячно проверяется комиссиями, назначаемыми командиром части. Результаты проверки заносятся в соответствующие книги учета.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие бывают типы складов для хранения взрывчатых материалов?
2. Каковы основные правила хранения взрывчатых материалов на пловучих складах?
3. Каковы основные правила перевозки взрывчатых материалов авто транспортом?
4. Какие вы знаете способы уничтожения взрывчатых материалов?

КАПСЮЛИ-ДЕТОНАТОРЫ

Наименование	Составные части	Вес ВВ в г	Материал гильзы	Диаметр в мм		Длина гильзы в мм	Расстояние от гильзы до чашечки в мм
				наружный	внутренний		
ГРТ № 8	Гремучая ртуть Тетрил	0,5 1,0	Медь или латунь	7,0	6,5	49	17
ТАТ № 8	Тенерес Азид свинца Тетрил	0,1 0,2 1,0	Алюминий	7,0	6,5	47	17
ТАГ № 8	Тенерес Азид свинца Гексоген	0,1 0,2 1,0	Алюминий	7,0	6,5	47	17

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

АММОНИТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

Наименование	Цвет	( Состав в % )						
		С	Н	О	С	Ш	Х	Л
Аммонит № 3Т	Желтый	88—86	12—14		4	9	3	
Аммонит № 7	Желтый или	81	14		8	4		
Аммонит № 7Ж	коричневый	82 87 86	14 5 5			4		
Аммонит № 9	Серый Серый	86,5 88	5 8	5		7		
Аммонит № 9Д	Желтый	85						
Аммонит № 9Т	Коричневый							
Аммонит № 9А	Серый							
Аммонит № 10	Желтый			8,5				

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОГНЕПРОВОДНЫЕ ШНУРЫ

Наименование	Цвет	Материал оболочки	Наружный диаметр шнура в мм	Условия применения
Асфальтированный Двойной асфальтированный	Темносерый То же	Льняные или хлопчатобумажные нити со смоляной изоляцией	5,0	Для сухих и сырых мест
Гуттаперчевый	Темнокоричневый То же	То же	5,5	Под водой То же
Полихлорвиниловый	То же	То же, но с гуттаперчевой изоляцией	5,5	
		С полихлорвиниловой изоляцией	5,5	же

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МАРКИ ПОРОХА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ ПОД ВОДОЙ В ЗАРЯДАХ УДЛИНЕННОЙ ФОРМЫ (ПО СКЛАДСКОМУ ОБОЗНАЧЕНИЮ)

Марка пороха	Расшифровка
<b>ВЛ</b> ВТ */ «д ТР ПЛ-10-10 НБК32/вв 52ПП17	Винтовочный порох Винтовочный порох "Зерненный артиллерийский горох с толщиной горящего свода 0,4 мм и одним каналом То же, с толщиной горящего свода 0,7 мм и семью каналами Пироксилиновый порох в фо;>Метрубки с толщиной свода 1 мм Пластинчатый порох с толщиной пластинки 0,1 мм, шириной 1 мм Артиллерийский порох в ви# трубок („макароны") Нитроглицериновый, баллистПный, кольцевой. Наружный диаметр пластинки (кольца) 61 мм, внутренний — 32 мм Пластинки размером 2Х30Х30 мм

ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРЫ

	Состав и вес ВВ в г	Материал гильзы	Размер в мм	
			наружный диаметр	длина
<b>Электродетонаторы мгн овленного дейст</b> ВИА				
ГРТ № 8	Гремучая ртуть 0,5, тетрил 1,0	Медь или латунь	7,0	49
ТАТ № 8	Тенерес 0,1, азид свинца 0,2, тетрил 1,0	Алюминий	7,0	47
ТАГ № 8	Тенерес 0,1, азид свинца 0,2, гексоген 1,0	Алюминий	7,0	47
<b>Электродетонаторы дленного дейст</b> ВИА				
ГРТ № 8	Гремучая ртуть 0,5, тетрил 1,0	Медь	7,0	52

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ДЕТонирующие шнуры

Наименование	Состав ВВ	Скорость детонации м/сек	Отношение к влаге
ДШ-36	Гексоген	7600	Взрывается при пребывании в воде до 10 час.
ДШ-39	Гексоген и тетрил Тэн	6500-7200	То же То же Взрывается при пребывании в воде до 12 час. 1
ДШ-43	Гексоген, тетрил и тэн	6500—7000	
ДШ-48			

СУХИЕ БАТАРЕИ

Наименование	Начальное напряжение в в	Номинальная емкость в а-ч	Срок хранения в мес.	Емкость в конце срока хранения в а-ч	Все в кг
<b>Анодные батареи</b>					
БАС-80-Х-1.0	12092	1,05	15	0,7	3,0
БАС-80-Л-0.9	102	0,85	10	0,65	3,0 3,0
БАС-80-У-1.0	101	1,05	15	0,7 1,6	3,35
БАС-Г-80-Л-2.1	101	2,1 2,1	15 15	1,60,6	3,35
БАС-Г-80-Х-2Д	101	0,8 0,6	15	0,4 1,0	•1,7 1,3
БАС-Г-80-Л-0.8	68 71	1,30,6	12 15	0,4 1,0	1,6 1,3
БАС-60-У-0.6	68 71	1,3	12 15		1,6
БАС-Г-60-Х-1,3					
БАС-60-Х-0.6					
БАС-Г-60-Л-1,3					
<b>Батареи карманные</b>					
КБС-Л-0,50	3,7	0,5	6 8	0,3 0,42	0,16
КБС-Х-0,7	4,1	0,7			0,16
<b>Батареи СБС</b>					
СБС-6	6,2	При сопротивлении 3 ома сила тока не ниже 0,85 а	12		0,25

Примечание. Нехолодостойкие батареи отмечаются буквой ^ „Л”, холодостойкие — буквой „Х” и красной полосой, универсальные — буквой „У” и голубой полосой.

Пределы работоспособности батарей:

„Л” — от —20° до +60°;

Д” — от —40° до +40°;

„У” — от —40° до +60°.

Указанные значения напряжения и емкости относятся к средней температуре (+15, +20°).

ПРОВОДА ДЛЯ ПОДВОДНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Тип провода	Сечение в мм*	Конструкция жилы	Конструкция изоляции	Вид применения	Сопротивление 1000-м жилы в Ом
Провод с резиновой изоляцией	0,5	Одна медная проволока диаметром 0,8 мм	Двухслойная резина	Для соединения зарядов между собой	37
Провод с хлорвиниловой изоляцией	0,5	Одна медная или алюминиевая проволока диаметром 0,8 мм	Хлорвинил	То же	35 или 36
Саперные провода: а) одножильный СП-1 б) двухжильный СП-2	0,75  2x0,75	7 медных луженых проволок диаметром 0,50 мм каждая То же	Двухслойная резина, оплетка То же	Для магистральных проводов То же	25 25 (одной жилы)

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД (В СОКРАЩЕННОМ ВИДЕ)

№ ПОДКАТЫ	Наименование породы	Средний объемный вес породы в плотном теле в состоянии естественной влажности в кг/л <sup>5</sup>	Способ разработки
I II	Песок.....	1500 600	Разрабатываются подборочными и штыковыми лопатами
	Торф.....	1600 1700	
III	Легкий и лессовидный суглинок .....	1600	Разрабатываются штыковыми лопатами с незначительным киркованием
	Гравий мелкий и средний диаметром до 15 мм . . . .	1800 1750	
IV	Песок и растительный грунт, смешанный с галькой, щепой и щебнем .....	1750 1950	Разрабатываются штыковыми лопатами со сплошным кайлованием, с частичным применением ломов
	Жирная мягкая глина, в том числе юрская и моренная Тяжелый суглинок .....	1950 1800 2100 1950	
V	Гравий крупный, галька и щебень размером от 15 до 40 мм.....	1900—2200 2000 2200	Разрабатываются штыковыми лопатами со сплошным применением кирок и ломов, с частичным применением клиньев и молотков
	Тяжелая ломовая глина, в том числе твердая юрская и мягкая карбонная . . . .	1200 2600 2700 2300	
VI	Жирная глина и тяжелый суглинок с примесью щебня, гальки, строительного мусора и булыг весом до 25 кг, с включением булыг до 10% .....	2000 2800 2500	Разрабатываются частично вручную ломами, кирками, отбойными молотками, частично применением взрывных работ
	Плотный отвердевший лёсс и отвердевший солончак Морена с валунами до 50 кг при наличии их не более 30% по объему.....		
VII	Твердая карбонная глина . . . .		Разрабатываются взрывным способом и частично отбойными молотками
	Конгломерат, слабо цементированный .....		
	Сланцы разные некрепкие Гипс . . . .		
	Известняк мягкий, пористый, с большим количеством трещин и ракушечник . . . .		
	Мел плотный.....		
	Сланец средней крепости . . . .		
	Мергель средней крепости		
	Песчаник глинистый, выветренный, с большим количеством трещин.....		
	Сланец глинистый крепкий Мергель крепкий .....		

I а,	Наименование породы	Средний объемный вес породы в плотном теле в состоянии естественной влажности в кг/л <sup>3</sup>	Способ разработки
IX	Известняк плотный..... Песчаник .....	2500 2700	
X XI	Доломит..... Известняк крепкий .....	2700 2700	
	Mрамор..... Песчаник плотный на изве стковом цементе .....	2600 2800 2900	
XII	Гранит крупнозернистый . . Доломит весьма крепкий . .	2700 2700	
	Песчаник крепкий на квар цевом цементе .....	2700 2600	
XIII	Сиенит крупнозернистый . . Андезит и базальт со сле дами выветривания . . . . . Гнейс .....	2900 3100 2800 2700	
	Известняк весьма крепкий	2500	
	XIV	Гранит среднезернистый . . Гнейс крепкий .....	3300 3100
XV	Диабаз.....	3100	
XVI	Порфирит .....	2900	
	Гранит мелкозернистый, весьма крепкий .....	2900	
	Известняк высшей крепости	3300	
	Андезит, базальтовый рого вик крепкие .....		
	Диабаз, диорит высшей кре пости .....		
	Базальт лабрадорский и оли виновый .....		

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ВЕЛИЧИНА ЗАРЯДОВ ДЛЯ СНЯТИЯ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

Вес гребного винта в кг	Общий вес в сдвиге	взрывчатого вещества в г для ериале			Количество зарядов, на которые разделяется общий вес ВВ
		сталь	бронза	чугун	
300	20	24	28	28	2 заряда То же и Г*
400	24	28	32	32	
500	28	34	38	38	
600	32	40	46	46	

Вес гребного винта в кг	Общий вес в сдвиге	взрывчатого вещества в г для ериале			Количество зарядов, на которые разделяется общий вес ВВ
		сталь	бронза	чугун	
700 800	38 44	46 52	52 60	52 60	2 заряда То же
900 1000	48 54	60 66 74	68 76	68 76	же
1100 1200	60 66	80 86 92	84 90	84 90	3 заряда То же
1300 1400	70 76	100 ■	98	98	же
1500 1600	80 86	106 ПО	108	108	3—4 заряда То же
1700 1800	90 95	116 120	116	116	То же
1900 2000	100 105	126 135	124	124	и
2200 2400	114 120	146 153	132	132	и*
2600 2800	126 141	171 180	140	140	я
3000 3500	150 170	200 230	146	146	4 заряда То же
4000 4500	190	250 280	153	153	же
5000 5500	210	300 310	165	165	и
6000 6500	220	330 350	176	176	и
7000 7500	248	370 390	183	183	
8000 8500	260	410 430	201	201	
•9000	280	450	213	213	
9500	294	470	240	240	
10000   и	310		260	260	
до >	320		296	296	
20000 1	340		320	320	
	350		340	340	
	360		360	360	
	380		370	370	
			400	400	
			410	410	
			420	420	
			460	460	
			480	480	
			500	500	
			520	520	

ПРИЛОЖЕНИЕ И

ПРЕДЕЛЬНЫЙ ВЕС ЗАРЯДОВ В ГРАММАХ ДЛЯ СНЯТИЯ ВИНТОВ

Глубина погружения заряда в м	2				4				6				8			
	1,2	1,8	2,4	3,0	1,2	1,8	2,4	3,0	1,2	1,8	2,4	3,0	1,2	1,8	2,4	3,0
5 6	90	100	ПО	115	11	125	140	150	135	150	180	150	175	190	210	
7 8	НО	115	130	140	0	150	170	180	160	200	220	180	210	230	280	
10	125	135	150	160	13	175	195	210	185	230	250	210	250	270	290	
12 14	140	155	170	185	0	200	225	240	215	265	290	240	280	305	335	
	180	195	215	230	15	250	275	300	265	330	360	300	345	380	420	
	21	23	255	270	0	300	335	360	320	400	435	360	420	460	505	
	5	0	300	320	17	350	390	420	370	470	510	420	490	540	590	
	25	27			0											

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Ассонов. Взрывные работы. Углетехиздат, 1953.
2. Н. Г. Арзиманов, В. Д. Власов, Б. В. Александров, Н. П. Баранов. Основы взрывного дноуглубления. Речиздат, 1948.
3. Г. А. Васильев. Буровзрывные работы на карьерах. Промстройиздат, 1950.
4. П. Г. Радевич. Подводные взрывные работы. Военное Издательство, 1944.
5. М. И. Таран. Буро-взрывные работы на открытых разработках. Металлургиздат, 1951.
6. С. Е. Буленков. Водолазные работы. Военное Издательство, 1949.
7. К. К. Андреев. Взрыв. Гостехтеоретиздат, 1953.
8. А. А. Татарников. Основы проектирования буро-взрывных работ на карьерах промышленности строительных материалов. Промстройиздат, 1951.
9. Справочная книга по аварийно-спасательному, судоподъемному и водолазному делу, ч. I, II и III. Военмориздат, 1945.
10. Наставление для инженерных войск. Подрывные работы (ПР-50). Военное Издательство, 1953.
11. Правила водолазной службы. Военмориздат, 1952.
12. Инструкция по водолазному поиску, подъему или уничтожению мин, торпед и других видов боеприпасов. Военное издательство, 1955.
13. Л. И. Барон, Г. А. Васильев, М. М. Докучаев, А. А. Красноперов. Взрывные работы. Промстройиздат, 1953.
14. Производственно-технические инструкции по некоторым подводным судоремонтным работам. Издание Управления Судоремонта ВМФ. Выпуск 2, Ленинград, 1952.
15. Единые правила безопасности при ведении взрывных работ. Металлургиздат, 1953.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

СПИСОК ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ И СРЕДСТВ ВЗРЫВАНИЯ, ДЛЯ КОТОРЫХ РАЗРЕШЕНА СОВМЕСТНАЯ ПЕРЕВОЗКА И ХРАНЕНИЕ

Наименование взрывчатых материалов и средств взрывания	1	1 ОН	я о с	δ нх а ко с*	if из	К И Ох	« с га с у v п п
Аммонит .....	Можно			Нельз	Нельз	Можно	Можно
Тротил .....	Нельз	Можно		я н	н Можно	н	п
Пороха .....	я		Нельз	Можн	Можно	я	я
Детонаторы .....	я р	Нельз		о н я	н	я	н
Детонирующий шнур	Можно п	н Можно	я		н	Можно	
Огнепроводный шнур		н Можно					
Тлеющий фитиль, зажигательные свечи		н	Нельз				

г.п. ^JT^648^116\_ Под назван ем "детонаторы" подразумеваются капсули-детонаторы и электродетонаторы.