



Б. В. Вареннишев

**СОЛДАТУ
О ПОДРЫВНОМ ДЕЛЕ**



ПОДПОЛКОВНИК
ВАРЕНЫШЕВ Б. В.

СОЛДАТУ
О ПОДРЫВНОМ
ДЕЛЕ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
МОСКВА — 1956

Подполковник Варенышев Борис Васильевич
«Солдату о подрывном деле»

Брошюра предназначена для солдат, сержантов и курсантов училищ всех родов войск Советской Армии, студентов гражданских вузов, а также членов ДОСААФ в качестве вспомогательного учебного пособия.

Редакторы: *Стасюк Н. А., Шевчук М. К.*

Технический редактор *Сорокин В. В.*

Корректор *Корзинкина Г. В.*

Слано в набор 14.3.56.

Подписано к печати 9.6.56.

Формат бумаги $84 \times 108^{1/32}$ — $3^{1/2}$ печ. л. = 5,74 усл. печ. л. 5,492 уч.-изд. л.

Г-21289.

Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР

Москва, Тверской бульвар, 18.

Изд. № 4/8057.

Зак. 788.

1-я типография имени С. К. Тимошенко
Управления Военного Издательства Министерства Обороны Союза ССР

Цена 3 р. 40 к.

ВВЕДЕНИЕ

Взрывчатые вещества являются чрезвычайно мощным источником энергии, содержащим ее в концентрированном виде. С ними не может сравниться ни один другой источник энергии, кроме атомного. В самом деле, обыкновенная 400-граммовая тротиловая шашка при своем взрыве в течение 8 миллионных долей секунды может выполнить работу, на которую надо было бы затратить одновременное усилие почти одного с четвертью миллиарда человек. Котлован для вскрытия полезных ископаемых, на отрывку которого вручную потребовались бы тысячи человек и десятилетия изнурительного труда, а на механизированную отрывку экскаваторами 1—2 года, с помощью взрывов отрывается за 3—4 месяца.

Работы, связанные с использованием взрывчатых веществ, все шире применяются в военном деле и народном хозяйстве.

Большая мощность взрывчатых веществ позволяет выполнить многие виды важных и тяжелых работ за короткое время малым количеством людей. Кроме того, взрывчатые вещества не требуют сложных механизмов для их использования и просты в обращении, что чрезвычайно удобно для войск.

В некоторых случаях подрывные работы являются единственно возможным способом выполнения той или иной задачи, например, разрушения сооружений, разработки скалистого грунта, ликвидации ледяного затора и др.

Подрывные работы в военном деле применяются главным образом для разрушения различных объектов — важных сооружений, зданий, мостов, фортификационных сооружений, железных и шоссейных дорог, создания земляных и водных заграждений, преодоления любых заграждений противника, поражения его живой силы и техники.

Широко применяются подрывные работы при устройстве окопов, траншей, всякого рода котлованов и выемок, разработке строительных материалов, расчистке русел рек, при постройке дорог на косогорах и в горах, для защиты мостов от ледяных заторов при ледоходе и во многих других инженерных работах.

Великая Отечественная война наглядно показала ту важную роль, которую играет подрывное дело в любых видах боя при выполнении разнообразных задач, и дала огромное количество примеров умелого применения подрывного дела советскими саперами.

В начале июля 1941 г. подразделение младшего лейтенанта Байкова подготовило к взрыву железнодорожный мост через р. Великая в районе г. Пскова. В тот момент, когда Байков получил приказ взорвать мост, к мосту подходил советский артиллерийский дивизион, чтобы занять новые позиции на восточном берегу. Следом за дивизионом двигались фашистские танки. Саперы бросились на выручку своих товарищей — артиллеристов. Под огнем противника они быстро уложили деревянный настил на рельсы и пропустили советские орудия и артиллеристов на восточный берег реки. Но в результате непрерывного артиллерийского огня противника электровзрывная сеть и дублирующая сеть детонирующего шнура вышли из строя. Вражеские танки к этому времени уже вплотную подошли к берегу. Была угроза захвата моста противником. Команда подрывников во главе с Байковым бросилась на мост и огнем способом взорвала мост вместе с собой. Семену Байкову одному из первых воинов в Великую Отечественную войну было посмертно присвоено звание Героя Советского Союза.

В боях за г. Кенигсберг (ныне Калининград) в апреле 1945 г. группа саперов во главе со старшим сержантом Мордвянниковым получила приказ взорвать дом, превращенный врагом в огневую точку. Под сильным огнем саперы подползли к дому, заложили заряд весом 100 кг и взорвали дом вместе с его гарнизоном. Ликвидация опорного пункта позволила пехоте овладеть важным кварталом города. За успешные и отважные действия саперы были отмечены правительственными наградами, а Михаилу Мордвянникову было присвоено звание Героя Советского Союза.

Подрывные средства были одним из основных видов оружия и для партизанских отрядов в Великую Отечественную войну.

Партизаны подрывали мосты, железнодорожные линии и станции, пускали под откос фашистские поезда, уничтожали оборонительные постройки, линии связи противника, выводя из строя его живую силу и технику. Исключительно широкое распространение имела так называемая «рельсовая война» белорусских и украинских партизан. В результате операций за пять месяцев (август — декабрь 1943 г.) было взорвано 363 262 участка рельсов, что в общей сложности составляет 2270 км одноколейного железнодорожного пути, т. е. расстояние от Архангельска до Одессы.

И в послевоенные годы воины Советской Армии умело применяют подрывное дело. Так, весной 1951 г. небольшая река Истра в Московской области в результате бурного таяния снегов разлилась, и начавшийся ледоход угрожал снести деревянный мост через реку длиной 60 м. Группа саперов во главе со старшим сержантом Сидоровым охраняла мост от ледохода. Саперы произвели необходимые предварительные операции по расчистке каналов в фарватере реки, а когда на мелком плесе стал образовываться ледяной затор — разбили его, бросая подготовленные заранее сосредоточенные заряды весом 2,5—3 кг.

Возрастают масштабы и области применения подрывных работ в народном хозяйстве. Взрывы используются в горной промышленности для разработки угля, руды и других

полезных ископаемых, при строительстве предприятий и гидротехнических сооружений, в городском строительстве для сноса старых зданий, в сельском хозяйстве при осушении болот; садоводы используют взрывы при посадке фруктовых деревьев; пожарники при помощи взрывов ведут борьбу с лесными и степными пожарами, а геологи разведывают полезные ископаемые и т. д.

Чтобы уметь правильно и успешно применять взрывчатые вещества и подрывные средства, необходимо знать взрывчатые вещества, их свойства, материальную часть подрывной техники и как ею пользоваться. Нужно также иметь представление о способах проведения важнейших подрывных работ. Эта брошюра и знакомит с тем, что нужно знать каждому солдату о подрывном деле.

ГЛАВА I

ИЗ ИСТОРИИ ПОДРЫВНОГО ДЕЛА

Первым известным на земле взрывчатым веществом был черный (дымный) порох, состоящий из смеси селитры, серы и угля. Родиной пороха является Китай: в китайских хрониках (летописях) упоминается, что еще в 618 г. до нашей эры китайцы использовали взрывчатые и метательные свойства пороха для устройства ракет и праздничных фейерверков. Впоследствии порох и ракеты получили военное применение.

Процесс распространения пороха из Китая в другие страны занял более полутора тысяч лет. Лишь в XIII—XIV вв. нашей эры в Европе загремели первые огнестрельные выстрелы. К этому же времени относится появление пороха и огнестрельного оружия на Руси.

Сначала порох изготовлялся ручным способом, и рецепт его изготовления составлял секрет пороховых мастеров. К XV в. создаются крупные мастерские по изготовлению пороха, так называемые «пороховые мельницы», и масштабы производства пороха значительно возрастают. При царе Иване IV ежегодно добывалось 20 000 пудов селитры специально для военных целей. Создание больших запасов пороха позволило применять его не только в огнестрельном оружии, но и для разрушения неприятельских укреплений взрывами подземных зарядов. Так возникло минно-подрывное дело.

Блестящий пример умелого использования подрывного дела показали русские при взятии крепости Казань в 1552 г. Чтобы быстрее овладеть столицей казанского ханства, царь Иван IV, возглавлявший русские войска, решил сделать подкопы и взорвать под стенами крепости бочки с порохом.

Отрывкой подкопов и взрывом руководили воеводы Василий Серебряный и Алексей Адашев. Было произведено четыре взрыва, один заряд содержал 11 бочек (около одной тонны) пороха, остальные — почти по 4 т пороха каждый. В результате первого взрыва был разрушен потайной ход, ведущий к роднику, из которого осажденные татары брали питьевую воду, и часть городской стены. Второй взрыв разрушил дерево-земляное укрепление, прикрывавшее крепостные ворота. Наконец, третий и четвертый взрывы образовали широкие проломы в стенах крепости и решили исход штурма.

Проверяя величины зарядов, взорванных при осаде Казани, по современным расчетным формулам, нельзя не отметить того, что в 1552 г. наши предки уже умели с большой точностью определять необходимое количество пороха для достижения желаемых разрушений.

В развитие теории взрыва и взрывчатых веществ значительный вклад внес великий русский ученый М. В. Ломоносов, исследования которого позволили подобрать рациональное соотношение компонентов пороха и усовершенствовать процесс его производства. В своих трудах Ломоносов обосновал положения, на которых базируется современная теория взрывных волн.

С возникновением подрывного дела воспламенение зарядов осуществлялось единственно известным огневым способом. Простейшим средством передачи огня была **пороховая дорожка** — узкая лента пороха, которую насыпали непосредственно на земле или на доске — подкладке от заряда до подрывника, находящегося от места взрыва на безопасном расстоянии.

Дальнейшее свое развитие идея огнепровода получила в так называемых **сосисах** — трубках, сшитых из холста или кожи и набитых порохом. Применялись также огнепроводы из соломинок или бумажных трубочек, наполненных порохом. Предком нынешней зажигательной трубки является **палительная свеча** — бумажная гильза с горючим составом. За 5 мин., пока горела свеча, подрывник успевал отойти от заряда на безопасное расстояние.

Старейшим огнепроводом, перекочевавшим в подрывное дело из артиллерии и дожившим до нашего времени, является тлеющий **фитиль**, сплетенный из пеньковых нитей, пропитанных селитрой или другими горючими составами.

Для взрыва зарядов под Казанью в 1552 г. русские подрывники пользовались пороховыми дорожками и палитель-

ными свечами. Тогда же стал входить в употребление фитиль. Сосисы появились к концу XVII в.

Немало примеров успешного применения подрывного дела в подземно-минной борьбе насчитывает русская военная история и после взятия Казани: при обороне Пскова в 1581 г. от войск польского короля Стефана Батория, при обороне Троице-Сергиевой лавры (ныне г. Загорска) в 1608—1610 гг. от польских войск Сапеги, при обороне Смоленска в 1609—1611 гг., во время азовских походов Петра I в 1695—1696 гг., при осаде Нотебурга в 1702 г., при осаде Бендер в 1770 г. и т. д. Подземно-минную борьбу вели не только регулярные войска, но и восставшие против самодержавия крестьяне под руководством Ивана Болотникова и Емельяна Пугачева.

С давних пор русским подрывникам присущи не только смелость и мастерство, но и преданность родине и воинскому долгу. При вылазке осажденного гарнизона Троице-Сергиевой лавры в ночь на 9 ноября 1608 г. русский отряд захватил подкоп, который вел противник под круглую угловую башню. Два крестьянина Шилов и Слота вскочили в подкоп, камнями и землей заложили вход в него и вместе с собой взорвали поднесенный туда порох. Подземная галерея врага была разрушена, а монастырские стены остались невредимыми.

При осаде турецкой крепости Варны 23 сентября 1828 г. один подземный заряд не взорвался. Выясняя причину отказа взрыва заряда, унтер-офицер Андрей Шейдеванд обнаружил, что палительная свеча, вставленная в отрезок сосиса, сгорела и покрыла сосис толстым слоем пепла. Стремясь быстрее взорвать заряд, отважный сапер пошел на верную гибель: сдунул пепел, от чего сразу же последовал взрыв. Взрыв, произведенный Шейдевандом, не дал возможности туркам взорвать свой заряд.

В начале XIX в. техника подрывного дела совершает в своем развитии скачок вперед в результате открытия и применения электрического способа взрывания.

В 1802 г. русский академик В. В. Петров открыл явление электрической дуги с помощью мощной электрической батареи напряжением 1300 в. Это открытие создало непосредственные возможности применения электричества в военном деле и прежде всего для взрывания зарядов.

Идея применения «гальванизма» для взрывания пороха родилась у нескольких русских ученых. Так, в 1807 г. полковник русской службы И. И. Фицтум предложил взорвать

пловучую якорную мину в Кронштадте электрическим способом. Однако руководство военно-инженерного ведомства не поддержало Фицтума, и ему пришлось для взрыва использовать кожаный сосис, подножка и укладка которого требовали 800 солдат. Мысль о целесообразности воспламенения пороховых зарядов электрической искрой высказывалась также химиком С. П. Власовым.

Один из образованнейших людей своего времени, впоследствии создатель первого в мире телеграфа П. Л. Шиллинг изобрел искровой угольковый запал — первый электровоспламенитель. Запал Шиллинга представлял миниатюрное устройство для получения электрической дуги, состоявшее из двух угольных стерженьков, помещенных в коробочку с мелкозернистым порохом. К стерженькам присоединялись провода. При пропускании тока искра воспламеняла порох.

В октябре 1812 г. впервые в истории минно-подрывного дела Шиллинг осуществил взрыв подводной пороховой мины на Неве электрическим способом. Источником тока для этого взрыва служила электрическая батарея из медных и цинковых пластинок, называвшаяся «вольтовым столбом». «Вольтовы столбы» стали впоследствии табельным источником тока при электрическом способе взрывания в русской армии и применялись вплоть до первой мировой войны.

В боевых условиях электрический способ взрывания был впервые применен в 1829 г. при осаде турецкой крепости Силистрии видным военным инженером К. А. Шильдером, который известен также как изобретатель подводной лодки. Вслед за этим электрический способ завоевывает повсеместное признание и распространение в России. Учреждается даже специальный комитет «О подводных опытах», целью которого было проведение взрывов подводных мин электрическим способом. В 1840 г. было открыто свойство электропроводности воды, позволившее осуществлять взрывы подводных зарядов электрическим способом посредством одного провода. В 1841 г. производилась очистка р. Наровы ото льда взрывами зарядов электрическим способом.

В развитии и внедрении электрического способа взрыва большую роль сыграл русский академик Б. С. Якоби, который разработал первые электроуправляемые мины, в 1842 г. предложил «магнитоэлектрическую батарею» — первую в мире подрывную машинку, а в 1850 г. — первый запал накаливания с платиновым мостиком, представляющий собой прототип современных электровоспламенителей, принятых во всех армиях мира.

В 1848 г. «магнитоэлектрические батареи» сделались табельным средством в русской армии и применялись при подрывных работах во время боевых действий на Кавказе. Были разработаны первые электроизмерительные приборы: в 1845 г. — буссоль — предшественник малого омметра, в 1850 г. — полевой омметр капитана Сокольского. В 1852 г. поручик Д. К. Зацепин предложил пробковый запал — электровоспламенитель, мостиком накаливания которого служила обожженная поверхность пробки. Подпоручик Черниловский-Сокол ввел в практику калибровку пробковых запалов.

В начале XIX в. в России был открыт еще один способ взрывания — химический. Для воспламенения пороха Власовым был предложен простейший химический взрыватель, представлявший собой две трубки разных диаметров: большую картонную и малую стеклянную, вставленную одна в другую. Большая трубка содержала смесь бертолетовой соли с сахаром, малая — серную кислоту. При раздавливании стеклянной трубки между смесью и кислотой происходила химическая реакция, сопровождаемая вспышкой. Взрыв заряда с помощью «власовской трубки» осуществляли следующим образом: трубку помещали в ящик с порохом, укрепляя концы ее неподвижно, а середину обвязывали прочным шнуром, за свободный конец которого дергали с безопасного расстояния. Трубка раздавливалась, и вспышка вызывала взрыв пороха.

При подрывных работах химический способ взрывания широкого распространения не получил, но в инженерных минах химические взрыватели типа «власовской трубки» применяются до настоящего времени.

В дни одиннадцатимесячной обороны Севастополя (сентябрь 1854 г. — август 1855 г.) русским саперам довелось померяться силами с англо-французскими саперами в искусстве ведения подземно-минной борьбы. Не рассчитывая взять город штурмом, англо-французские войска решили подвести под русские позиции подземные мины и взорвать их. Однако осуществить это не удалось. Против англо-французских подземных галерей севастопольские саперы повели свои галереи, взрывали в них заряды, которые наносили врагу поражение и препятствовали ему вести дальнейшие работы под землей. Противник так и не смог сломить сопротивления контрминной системы русских, хотя израсходовал для взрывов в пять раз больше пороха.

Превосходство русских саперов сказалось и в технике подрывных работ. Русские пользовались передовым, электрическим способом взрывания и имели всего один отказ, приходившийся на 94 произведенных взрыва, тогда как противник имел 26 отказов на 136 взрывов, применяя еще весьма несовершенные изобретенный в 1831 г. англичанином Бикфордом огнепроводный шнур и французский быстрогорящий шнур Ларивьера — предшественник детонирующего шнура. Многие офицеры и солдаты своими умелыми, героическими действиями способствовали успеху русского военнотехнического искусства под Севастополем. Среди них мы находим имена подрывников-минеров штабс-капитана Мельникова, поручиков Преснухина, Барана-Ходоровского, Турбина, унтер-офицеров Самокатова, Абрамова, Бакланова, Блудова и др.

Выдержав испытание в Крымской войне, электрический способ взрывания подвергся дальнейшим усовершенствованиям. В 1858 г. в табель саперных и конно-пионерных частей были введены средства электрического способа взрывания, а в 1859 г. издано «Руководство для действия гальваническими приборами и принадлежностями», явившееся по существу первым самостоятельным наставлением по минно-подрывному делу. Были приняты новые конструкции электровоспламенителей: в 1872 г. — целевой запал капитана Шах-Назарова, в 1874 г. — искровой запал поручика Дрейера, находившийся на вооружении до окончания гражданской войны 1918—1922 гг. На смену маломощной магнитоэлектрической машинке пришли в 1875 г. динамоэлектрическая подрывная машинка, способная взорвать 20 запалов Дрейера, и в 1892 г. малогабаритная машинка (индуктор), взрывающая до 15 запалов. В 1893 г. на вооружение поступил саперный проводник, применявшийся с несколько видоизмененной изоляцией до настоящего времени. Теория запалов накаливания и способы расчета электровзрывных сетей были разработаны в 1875 г. лейтенантом русского флота В. А. Шпаковским.

Значительному усовершенствованию подверглось также производство огнепроводных шнуров, позволившее повысить их качество изготовления и надежность действия. В 1875 г. огнепроводный шнур был принят на вооружение русской армии.

Недостаточная мощность пороха и легкая подверженность его к возгоранию всегда толкали химиков разных стран на поиски других взрывчатых веществ. Еще в 1786 г.

французский химик Бертоле открыл хлорат калия, названный в честь изобретателя бертолетовой солью. Хлористые смеси были однако очень чувствительны к механическим воздействиям и не могли заменить собою черный порох. В 1788 г. Бертоле открыл взрывчатые свойства гремучего серебра, но и это взрывчатое вещество оказалось слишком опасным. В 1799 г. Говард получил гремучую ртуть, которая лишь более полувека спустя стала использоваться в качестве инициирующего взрывчатого вещества.

Развитие науки и промышленности привело в середине XIX в. к открытию первых бризантных взрывчатых веществ, пригодных для широкого применения. В 1845 г. швейцарский ученый Шёнбейн получил пироксилин, а в 1846 г. итальянец Сорберо—нитроглицерин. Однако предпринимавшиеся во многих странах попытки использовать эти взрывчатые вещества для снаряжения боеприпасов и в подрывном деле оканчивались неудачно. Изготовление и хранение этих взрывчатых веществ было сопряжено с большими опасностями. Один за другим взлетали на воздух заводы, склады, лаборатории в Австрии, Италии, Англии и других странах. Дело дошло до того, что в некоторых странах правительства издали специальные законы, запрещающие проведение дальнейших опытов с пироксилином и нитроглицерином.

Промышленное производство нитроглицерина и пироксилина и их применение в практике подрывного дела стало возможным лишь благодаря усилиям Д. И. Менделеева, Н. Н. Зинина, В. Ф. Петрушевского, А. Р. Шуляченко и других русских ученых. На основе разработанной Зининым и Петрушевским безопасной технологии в 1863 г. было организовано изготовление нитроглицерина в больших количествах. Безопасный способ обезвоживания пироксилина, предложенный Менделеевым, лег в основу промышленного производства пироксилина. Менделеев явился также создателем «пироколлодия» — одного из видов бездымного пороха, Петрушевский разработал состав «русского динамита». В 1867 г. нитроглицерин и динамит использовались при разработках золотоносных россыпей в Якутии, куда был командирован капитан Черниловский-Сокол. Динамит применялся для ускорения производства земляных работ при прокладке пути Тамбовско-Козловской железной дороги.

В 1875 г. на вооружение русской армии были приняты динамитные патроны, в 1880 г. шестигранные пироксилиновые шашки.

Новые взрывчатые вещества от огня не взрывались, как порох, поэтому потребовалось создать для них соответствующие средства взрывания. Для взрывания нитроглицерина Петрушевский пользовался промежуточным детонатором из пороха. В 1865 г. капитаном Д. И. Андриевским был предложен первый капсюль-детонатор. Позднее в качестве табельного был принят гремучертутный капсюль-детонатор в медной гильзе.

Крупнейшим теоретиком и практиком минно-подрывного дела XIX в. был военный инженер-подрывник М. М. Боресков, автор нескольких капитальных трудов, ставших настольными книгами для многих поколений русских подрывников. М. М. Боресков разработал и практически применил взрывной способ расчистки и углубления русел рек и лиманов, порохострельный способ прочистки дымоходных труб, разработал взрывной способ проделывания проходов в речных и морских минных заграждениях, вместе с Андриевским исследовал явление кумуляции в 1864—1865 гг. Для расчета зарядов при взрывах в грунте Боресков предложил формулу, носящую его имя, которой до последнего времени пользовались подрывники всего мира. Значительный вклад в теорию взрывчатых веществ и в исследование явления взрыва внесли русские ученые Менделеев, Зинин, Гесс, Михельсон, Чельцов, Фролов и др.

Боевое крещение бризантные взрывчатые вещества получили в русско-турецкую войну 1877—1878 гг., когда подрывное дело использовалось для решения разнообразных боевых задач. Динамитом взрывали скалы при прокладывании горных дорог на Балканах. Конные саперы, совершая набег на железные дороги в тылу у турок, производили их разрушение динамитными патронами. При штурме крепости Карс саперы подорвали массивные железные ворота, запиравшие вход в один из фортов, образовав брешь для прохода атакующей пехоты. Для усиления обороны Шипкинского перевала устанавливались динамитные фугасы и каменеты.

Успехи химии в конце XIX — начале XX вв. способствовали появлению новых взрывчатых веществ, применяемых в подрывном деле в настоящее время. В 1872 г. были открыты взрывчатые свойства мелинита, который около ста лет до этого применялся как желтая краска для тканей. В 1863 г. был открыт тротил, в 1877 г. — тетрил, в 1891 г. — ТЭН и азид свинца, в 1897 г. — гексоген, в 1914 г. — ТНРС. Промышленное освоение этих взрывчатых веществ и их

применение для подрывных работ потребовало многих лет. В 90-х годах XIX в. в России испытывались первые подрывные мелинитовые шашки, опытные образцы детонирующих шнуров со свинцовой оболочкой и сердцевиной из зерненого пироксилина и мелинита.

В русско-японскую войну 1904—1905 гг. при отступлении русских войск широко применялось подрывание мостов на железных и шоссейных дорогах. Кавалерийские отряды, действовавшие в японском тылу, подрывали участки железной дороги Ляоян — Порт-Артур. Для преодоления японских проволочных заграждений создавались охотничьи команды, включавшие в себя подрывников, вооруженных удлиненными зарядами из пироксилиновых шашек, привязанных к распиленным пополам бамбуковым шестам. Огромную роль сыграло минно-подрывное дело в обороне Порт-Артура, для защиты которого впервые в истории по идее генерала Р. И. Кондратенко была создана система комбинированных инженерных заграждений, в которую вошли также управляемые и самовзрывные фугасы, камнеметы и прибрежные мины. Подрывные работы, изготовление и установка фугасов осуществлялись специальной «фугасной командой», возглавляемой поручиком Л. И. Дебогорием-Мокриевичем. При обороне Порт-Артура велась также подземно-минная борьба. Подрывным способом производилась расчистка местности для обзора и обстрела. В конце 1905 г. вышло первое издание наставления «Подрывные работы», учитывавшее опыт русско-японской войны.

В 1913 г., накануне первой мировой войны, на вооружение поступили новые подрывные средства — тротильные шашки современных размеров, электровоспламенители и электродетонаторы накаливания с платиново-иридиевым мостиком (так называемые «запалы военно-инженерного ведомства»), подрывная машинка обр. 1913 г., взрывающая как искровые запалы Дрейера, так и запалы накаливания. Были приняты также ударный и терочный воспламенители для зажигания огнепроводных шнуров. Однако мощность военной промышленности царской России была недостаточной, и она не могла обеспечить потребности армии во взрывчатых веществах и подрывных средствах в связи с все возрастающими масштабами применения подрывного дела в ходе войны. Большая часть тротила, мелинита, огнепроводного шнура, электродетонаторов ввозилась из-за границы. Детонирующий шнур полностью импортировался. С целью экономии взрывчатых веществ профессора А. А. Со-

лонина и Е. Г. Гронов предложили применять аммотолы и аммоналы.

При наступлении на Варшаву немцев в августе 1915 г. русские войска при отходе произвели разрушения путей сообщения, мостов и т. д.

Массовые разрушения осуществили немцы на западном театре военных действий в марте 1917 г., отходя с линии фронта Аррас — Сунсон на позицию Зигфрида. Они разрушили до 1000 различных сооружений, 1300 мостов, подорвали во многих местах железнодорожные пути, линии связи, каналы, уничтожили водопроводные сооружения, шахты, заводы, т. е. буквально «выбрили местность». В результате созданного бездорожья ни французы, ни немцы не смогли развернуть на этом участке активных наступательных действий. Таким образом, выявилось, что заграждения и разрушения могут иметь не только тактическое, но и оперативное значение.

Подрывные работы вошли также в обеспечение наступательных действий. Саперы разминировали мосты, уничтожали фугасы противника, проделывали проходы в проволочных заграждениях взрывным способом. Кроме обычных удлинненных зарядов пироксилина, укладываемых на проволоку вручную, русскими саперами применялись удлинненные заряды, выдвигаемые под проволочное заграждение с помощью троса и блоков. Первым таким предложением, сделанным в 1915 г., была «ползучая мина» унтер-офицера Семенова в виде салазок с зарядом длиной около 7 м, весом 25 кг. При взрыве этого заряда в проволочном заграждении образовывался проход шириной до 10 м. Оригинальные конструкции «ползучих мин» были предложены рядовым Савельевым, унтер-офицером Дорониным, полковником Толкушкиным и другими.

В связи с применением на поле боя танков и насыщением армий автотранспортом в минно-подрывном деле возникает новое направление — минирование.

Для выполнения наиболее ответственных задач по созданию заграждений и разрушений на Западном фронте была сформирована минно-подрывная бригада особого назначения, которая с октября 1918 г. по июнь 1919 г. заминировала 37 железнодорожных и шоссейных мостов, из которых 27 подорвала, и подготовила к взрыву 113 станций и специальных сооружений. Многие бойцы и командиры бригады, выполняя свой революционный долг, показывали образцы героизма. Так, при отражении наступления войск белогвар-

дейского генерала Юденича командир роты т. Чепурин взорвал в районе Пскова сначала железнодорожный, а затем шоссейный Ольгинский мост вместе с белогвардейцами и собой, сорвав переправу белых через р. Великая.

За годы Советской власти была создана социалистическая оборонная промышленность. На базе ее советские ученые и военные инженеры перевооружили инженерные войска новейшей боевой техникой, в том числе и подрывными средствами. Подрывное дело в нашей армии поднялось на еще более высокую ступень развития. Генерал-лейтенант инженерных войск Д. М. Карбышев разработал теорию массированного применения разрушений и заграждений в машинный период войны. Во время советско-финской войны штурмовые группы успешно уничтожали железобетонные сооружения противника, взрывая заряды тротила весом до 2,5 т.

В годы Великой Отечественной войны советские саперы умело применяли подрывное дело во всех видах боя. Они подрывали вражеские танки, взрывали мосты, разрушали дороги, выводили из строя коммуникации в тылу противника, расчищали взрывами проходы в заграждениях для наступающих войск, захватывали и разминировали мосты, штурмовали мощные укрепления. Родина достойно оценила ратный труд скромных тружеников войны: 648 солдатам, сержантам и офицерам инженерных войск присвоено высокое звание Героя Советского Союза, десятки тысяч воинов награждены орденами и медалями.

ГЛАВА II

ПОНЯТИЕ О ВЗРЫВЕ И ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Взрывчатыми веществами (ВВ) называются вещества, способные под влиянием внешнего воздействия к чрезвычайно быстрому химическому превращению с выделением тепла и образованием сильно нагретых газов. Процесс такого химического превращения взрывчатого вещества называется **взрывом**.

Для взрыва характерны три основных фактора, которые определяют действие, производимое взрывом:

— очень большая скорость превращения взрывчатого вещества, измеряемая промежутком времени от сотых до миллионных долей секунды;

— высокая температура, достигающая 3—4,5 тыс. градусов;

— образование большого количества газообразных продуктов, которые, сильно нагреваясь и быстро расширяясь, превращают выделяющуюся при взрыве тепловую энергию в механическую работу, производя разрушения или разбрасывание окружающих заряд предметов.

Совокупностью указанных факторов и объясняется огромная, по сравнению с другими источниками энергии, кроме атомной, мощность взрывчатых веществ. При отсутствии хотя бы одного из перечисленных факторов взрыва не будет. Например, термит при горении развивает температуру 3000°, но газов не образует и поэтому не дает взрыва. При горении каменного угля образуется большое количество газов, а тепла выделяется в 8 раз больше, чем при взрыве тротила, однако и каменный уголь не способен к взрыву, так как превращение его в газообразные продукты происхо-

дит в десятки миллионов раз медленнее, чем взрывчатое превращение тротила.

Для возбуждения взрыва необходимо воздействовать на взрывчатое вещество извне, сообщить ему некоторую порцию энергии, величина которой зависит от свойств взрывчатого вещества. Взрыв могут вызвать различные виды внешнего воздействия: механический удар, накол, трение, нагревание (пламенем, накалившимся телом, искрой), электрическое накаливание или искровой разряд, химическая реакция и, наконец, взрыв другого взрывчатого вещества (капсюлем-детонатором, детонацией на расстоянии).

Не все способы возбуждения взрыва одинаково пригодны для любого взрывчатого вещества. **Чувствительность** тех или иных взрывчатых веществ к внешним воздействиям различна и обуславливается их физико-химическими свойствами. Так, например, взрыв гремучей ртути или азида свинца происходит от легкого удара, небольшого трения или слабой вспышки огня; порох взрывается от огня; для взрыва тротила или мелинита удар и огонь непригодны, а нужен капсюль-детонатор. Степень чувствительности каждого взрывчатого вещества к внешним воздействиям определяет возможность и характер его практического применения и безопасность в обращении.

Не менее важным является **стойкость** взрывчатых веществ, т. е. их способность сохранять свои свойства при длительном хранении. Замечено, что некоторые взрывчатые вещества (пироксилин, мелинит и др.) с течением времени, особенно при несоблюдении правильного режима хранения, становятся более чувствительными и, следовательно, опасными в обращении, другие, наоборот, теряют свои взрывчатые свойства настолько, что взрываются неполностью или даже совсем не взрываются (например, аммониты).

Наконец, важнейшим свойством, характеризующим мощность взрывчатых веществ, является их **бризантность**, т. е. разрушительная способность. Бризантность зависит главным образом от скорости взрывчатого превращения, а также от количества образующихся газов и их температуры. По скорости все взрывные процессы делятся на два вида: детонацию и вспышку.

Детонация (собственно взрыв) протекает со скоростью нескольких тысяч метров в секунду. Так, аммонит детонирует со скоростью 3000—5000 м/сек, тротил — 6700 м/сек, гексоген — 8460 м/сек.

Вспышка — процесс в 10—1000 раз медленнее детонации. Она представляет собой быстрое сгорание без участия кислорода воздуха. Типичным примером вспышки является горение пороха на открытом воздухе, происходящее со скоростью нескольких метров в секунду.

При практической классификации взрывчатых веществ исходят из степени их бризантности и подразделяют все ВВ на две основные группы: **бризантные** и **метательные**. Бризантные взрывчатые вещества обладают способностью детонировать, у метательных преимущественным видом взрывчатого превращения является вспышка.

Скорость взрывчатого превращения, а тем самым и мощность взрывчатых веществ, зависит от внешних условий, в которых происходит взрыв. Особенно ярко это проявляется у метательных взрывчатых веществ. Если, например, порох поместить на дно колодца или пробурованной скважины и засыпать сверху землей (сделать забивку), то взрыв его произойдет в 10—50 раз быстрее, чем на открытом воздухе. Такой заряд произведет и соответственно больше разрушений.

На скорость детонации бризантных взрывчатых веществ также можно повлиять, хотя и в меньшей степени, чем метательных, изменяя условия взрыва. Так, взрывая заряд аммотола, вещества менее мощного, чем тротил, в колодце с забивкой, разрушения будут такими же, как и от заряда тротила равной величины. Скорость детонации, а следовательно, и мощность заряда тротила в прочной металлической оболочке несколько выше, чем такого же заряда, но без оболочки. Некоторое влияние на скорость детонации оказывают плотность заряда, его форма и габаритные размеры.

В группе бризантных ВВ особое место занимают высокочувствительные взрывчатые вещества, называемые **иницирующими** за свою способность возбуждать (инициировать) взрывчатое превращение других ВВ, менее чувствительных к внешним воздействиям.

Остальные бризантные взрывчатые вещества сравнительно мало чувствительны ко всякого рода внешним воздействиям и безопасны в обращении, благодаря чему удобны для практического применения. Возбуждение в них детонации производится капсюлем-детонатором, снаряженным иницирующим ВВ. По степени бризантности и для упрощения расчета зарядов при производстве подрывных работ эти взрывчатые вещества подразделяются на ВВ нормальной, повышенной и пониженной мощности.

Иницирующие взрывчатые вещества

Высокая чувствительность иницирующих взрывчатых веществ ко всем видам внешнего воздействия делает недопустимым по условиям безопасности их применение в подрывном деле в виде самостоятельных зарядов. Иницирующие ВВ используются для снаряжения средств взрывания: капсулей-детонаторов, детонирующих шнуров и др., куда они входят в небольших количествах. Главнейшими представителями иницирующих взрывчатых веществ являются гремучая ртуть, азид свинца и ТНРС.

Гремучая ртуть — мелкокристаллическое ядовитое вещество белого или светлосерого цвета, сладковатое на вкус, плохо растворимое в воде. К удару и трению гремучая ртуть наиболее чувствительна из всех иницирующих взрывчатых веществ. Химическая стойкость ее невелика, при нагревании до температуры 50° она начинает разлагаться, а при температуре, равной 160° , взрывается. При увлажнении взрывчатые свойства гремучей ртути сильно понижаются, так, при 10% влажности она теряет способность к детонации. Крепкая серная кислота вызывает взрыв гремучей ртути.

Гремучая ртуть вступает в химическую реакцию с алюминием, поэтому она никогда не применяется в алюминиевых гильзах, а снаряженные ею капсули-детонаторы имеют гильзы из картона или латуни.

Азид свинца по внешнему виду похож на гремучую ртуть, но по свойствам отличен от нее: к удару и трению он менее чувствителен, обладает большей стойкостью к нагреванию, взрываясь при температуре 310° , не так боится сырости и взрывается при 30% влажности. Под влиянием солнечного света взрывчатые свойства азид свинца ослабляются.

Гильзы капсулей-детонаторов, содержащих азид свинца, бывают обычно алюминиевые, так как с медью азид свинца вступает в химическую реакцию.

Тенерес (ТНРС, тринитрорезорцинат свинца) — темно-желтое мелкокристаллическое вещество, нерастворимое в воде. Под влиянием прямого солнечного света темнеет и разлагается. Чувствительность тенереса к трению такая же, как у азид свинца, к удару он менее чувствителен, к лучу огня и искре — значительно больше. Тенересом покрывают поверхность азид свинца в капсулях-детонаторах для безотказности взрыва.

Взрывчатые вещества нормальной мощности

Взрывчатые вещества нормальной мощности применяются во всех видах подрывных работ, ими снаряжаются инженерные, артиллерийские и авиационные боеприпасы. Важнейшими представителями этой группы ВВ являются тротил и мелинит. В иностранных армиях используются также подрывные заряды из пироксилина и тринитрокрахмала, по мощности приближающиеся к тротилу, но обладающие большей чувствительностью, особенно в сухом состоянии.

Тротил (тринитротолуол, тол) — кристаллическое вещество желтого цвета, горьковатое на вкус, практически нерастворимое в воде. К удару и трению тротил мало чувствителен, от удара и прострела пульей не загорается и не взрывается. От огня горит сильно коптящим пламенем. На солнце поверхность тротила приобретает бурый цвет. Плавится при температуре около 80° . Продукты взрыва тротила ядовиты вследствие присутствия окиси углерода.

При подрывных работах тротил применяется, как правило, в виде прессованных шашек, которые бывают трех видов (рис. 1):

- большие, весом 400 г, размером $5 \times 5 \times 10$ см;
- малые, весом 200 г, размером $2,5 \times 5 \times 10$ см;
- буровые, весом 75 г, диаметром 3 см, высотой 7 см.

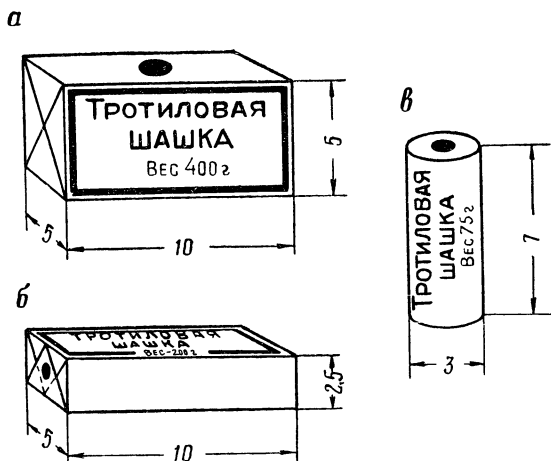


Рис. 1. Подрывные тротилловые шашки:

а — большая (400 г); б — малая (200 г); в — буровая (75 г)

Шашки имеют запальные гнезда для вставления капсуля-детонатора № 8. Для удобства крепления зажигающих трубок или запалов изготавливаются большие шашки с резьбовыми втулками. Шашки обвертываются бумагой и покрываются тонким слоем парафина.

Иногда встречаются подрывные шашки из плавленного тротила, который менее чувствителен к взрыву капсуля-детонатора, чем прессованный тротил. В таких шашках запальные гнезда окружены промежуточным детонатором из прессованного тротила.

Тропиловые шашки хранятся и перевозятся в деревянных ящиках, содержащих по 25 кг шашек в каждом. В крышке ящика имеется закрытое планкой отверстие, служащее для того, чтобы можно было вставить через него капсулю-детонатор и использовать ящик целиком как заряд ВВ без вскрытия крышки, лишь удалив планку.

Мелинит (пикриновая кислота) — кристаллическое вещество светложелтого цвета, очень горькое на вкус, плохо растворимое в воде, сильно окрашивает в желтый цвет кожу и ткани. Мелинит по свойствам близок к тротилу, но несколько чувствительнее его. При простреле пулей мелинит взрывается. Горение мелинита в количествах более 100 кг может перейти в детонацию.

Большим недостатком мелинита является меньшая стойкость его по сравнению с тротилом и способность взаимодействовать с металлами с образованием пикратов — веществ, очень опасных в обращении. По этим причинам в Советском Союзе мелинит применяется все реже и реже, вытесняясь более безопасным ВВ — тротилом. В иностранных армиях мелинит еще широко используется для подрывных работ.

Подрывные мелинитовые шашки имеют форму, размеры и вес такие же, как тротилловые.

Взрывчатые вещества повышенной мощности

Взрывчатые вещества повышенной мощности применяются для подрывания сооружений из прочных материалов (брони, железобетона), а также входят в состав снаряжения средств взрывания (детонирующих шнуров, капсулей-детонаторов) и некоторых мин. К ВВ повышенной мощности относятся: тетрил, гексоген, тэн, а также их сплавы с тротилом.

Тетрил — кристаллический порошок бледножелтого цвета, без запаха, солоноватый на вкус, слабо растворим в воде.

Тетрил значительно чувствительнее к удару и трению, чем тротил, и менее стоек, что препятствует его широкому применению. От огня энергично горит, причем горение может перейти во взрыв.

В американской армии применяются стандартные заряды из тетритола — сплава тетрила с тротилом весом 2,5 фунта (1,13 кг).

Гексоген — кристаллическое вещество белого цвета без запаха и вкуса, нерастворимое в воде. Чувствительность к механическим воздействиям и трению гексогена несколько выше, чем тетрила, но химически очень устойчив и значительно мощнее тетрила. По силе взрыва гексоген в полтора — два раза сильнее, чем тротил.

В сплаве с тротилом гексоген применяется в кумулятивных зарядах.

Тэн (пентрит) — белое мелкокристаллическое вещество, нерастворимое в воде. Обладает такой же силой взрыва, как и гексоген, но к механическим воздействиям значительно чувствительнее и менее стоек. От огня загорается, и в количествах более 1 кг горение его переходит во взрыв.

Взрывчатые вещества пониженной мощности

Взрывчатые вещества пониженной мощности представляют собой смеси аммонийной селитры с горючими или взрывчатыми добавками. Аммонийно-селитренные взрывчатые вещества, как более дешевые, являются заменителями тротила и мелинита во всех видах подрывных работ, наиболее часто они применяются при взрывах в грунтах, для дробления скал и камней.

Аммонийная селитра — белое или светложелтое кристаллическое вещество со слабыми взрывчатыми свойствами, очень гигроскопичное и хорошо растворимое в воде. Стойкость аммонийной селитры невелика: при увлажнении она теряет восприимчивость к детонации, при длительном хранении, особенно в присутствии влаги, происходит слеживание, т. е. образование плотных комков, которые могут давать неполный взрыв или отказ. Слежавшиеся аммонийно-селитренные ВВ перед применением нужно обязательно размять руками или деревянным катком до порошкообразного состояния.

В практике встречается несколько типов аммонийно-селитренных взрывчатых веществ, которые отличаются друг от друга видом добавок, придающих ВВ серый, желтый или коричневый цвет. Существуют следующие основные типы аммонийно-селитренных взрывчатых веществ:

Аммотолы — смеси аммонийной селитры с тротилом, которого содержится от 20 до 50 %;

Аммоналы — смеси аммонийной селитры (около 80%) с тротилом, ксилитом и алюминиевым порошком;

Аммониты и **динамоны** — смеси аммонийной селитры с невзрывными горючими добавками (торфом, древесной мукой, порошком каменноугольного пека и т. д.).

В обращении аммонийно-селитренные взрывчатые вещества безопасны: от огня они не загораются, к удару и трению мало чувствительны. Взрыв аммонийно-селитренных ВВ можно осуществить капсюлем-детонатором № 8 или детонирующим шнуром, на конце которого следует связать несколько узлов. Для надежности взрыва больших зарядов аммонийно-селитренных ВВ применяют промежуточные детонаторы из тротильных шашек.

При хранении и перевозке аммонийно-селитренные взрывчатые вещества следует оберегать от сырости. Влажное ВВ просушивают в тени на брезентах или в сухом и теплом помещении, разминая комки. Высушенное ВВ восстанавливает большую часть своих взрывчатых свойств.

При подрывных работах аммонийно-селитренные ВВ применяются главным образом в порошкообразном виде, поступаая с заводов в различной герметизированной упаковке.

Аммотолы бывают также в виде прессованных брикетов весом 1,35 кг, обернутых в бумагу, пропитанную битумом. Шесть брикетов обвертываются бумагой в пакет, перевязываемый бечевкой. В деревянный укупорочный ящик входит 3 пакета (32,3 кг ВВ).

Метательные взрывчатые вещества

Группу метательных взрывчатых веществ составляют **дымные (черные) пороха**. Наиболее употребителен дымный порох, содержащий 75% калиевой селитры, 15% древесного угля и 10% серы.

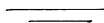
Как указывалось выше, бризантность пороха, особенно при горении на открытом воздухе, незначительна, поэтому в качестве подрывных зарядов он в настоящее время не применяется. Дымный порох используется для снаряжения

огнепроводных шнуров, воспламенителей и в виде вышибных зарядов выпрыгивающих мин.

Порох имеет вид сизо-черных с металлическим блеском мелких зерен, легко воспламеняющихся от пламени и искры. К удару и трению он чувствителен более, чем тротил. Прострел пульей может вызвать взрыв пороха.

Отрицательным свойством пороха является его гигроскопичность. Отсыревший порох к употреблению непригоден: он теряет взрывчатые свойства, которые при высушивании не восстанавливаются.

При хранении порох тщательно оберегают от огня и влаги. Взрывание пороха производится с помощью огнепроводного шнура или электровоспламенителя.



ГЛАВА III

КАК ПРОИЗВЕСТИ ВЗРЫВ

Взрыв заряда взрывчатого вещества может быть произведен одним из следующих способов:

- огневым;
- детонирующим шнуром;
- электрическим;
- механическим;
- детонацией на расстоянии.

1. ОГНЕВОЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

При огневом способе взрыв заряда ВВ осуществляется зажигательной трубкой, состоящей из капсюля-детонатора и отрезка огнепроводного шнура.

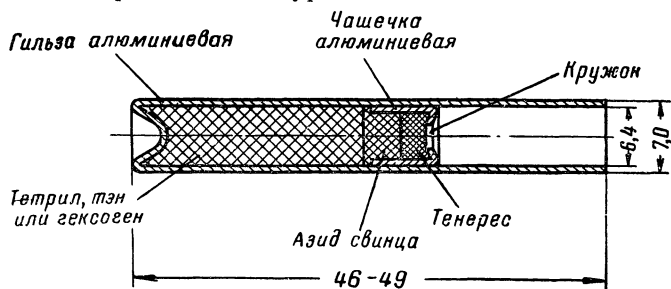


Рис. 2. Капсюль-детонатор № 8

Для изготовления зажигательной трубки необходимо иметь следующие принадлежности и инструменты: капсюль-детонатор, огнепроводный шнур, фитиль, спички или воспламенители, а также изоляционную ленту, нож и обжим.

Капсюль-детонатор № 8 (рис. 2) представляет собой металлическую гильзу, в которой запрессован заряд взрывча-

того вещества, состоящий из двух слоев: верхнего — из инициирующего ВВ (азид свинца и ТНРС или гремучей ртути) и нижнего — из ВВ повышенной мощности (тетрила или тэна).

Азидо-тетриловые капсули-детонаторы выпускаются в алюминиевой гильзе, гремучертутно-тетриловые — в медной.

Капсюли-детонаторы требуют особой осторожности в обращении ввиду наличия в них взрывчатых веществ, очень

чувствительных к механическим и тепловым воздействиям, их хранят в сухих, пежарких местах отдельно от других взрывчатых веществ и переносят только в упаковке.

Перед применением капсули-детонаторы тщательно осматриваются. Если имеются сквозные трещины, помятости, опухлость внутренних стенок гильзы или налет

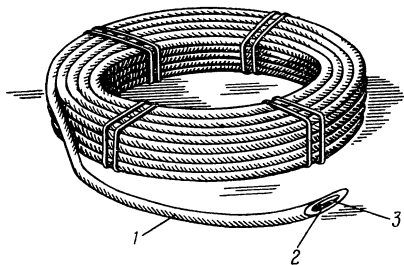


Рис. 3. Круг огнепроводного шнура:
1 — оболочка; 2 — пороховая сердцевина;
3 — направляющая нить

коррозии, то такие капсули-детонаторы к использованию не допускаются.

Соринки, попавшие в гильзу, удаляются легким постукиванием открытого конца капсуля о ноготь пальца. Прочистку капсуля-детонатора щепочкой или продуванием производить нельзя.

Капсюли-детонаторы упаковываются по 100 шт. в коробки белой жести. Для переноски при подрывных работах используются деревянные пеналы с гнездами на 10 капсулей.

Огнепроводный шнур (рис. 3) состоит из пороховой сердцевины с направляющей хлопчатобумажной нитью и нитяной оболочки, асфальтированной (серого цвета) или покрытой пластикатовой пленкой (белого цвета).

На воздухе пороховая сердцевина огнепроводного шнура горит со скоростью 1 см/сек. Под водой горение шнура происходит с большей скоростью. Шнур поступает в войска отрезками длиной 10 м, свернутыми в круги. Хранение шнура производится в сухих помещениях, концы его заделываются изоляционной лентой или мастикой, чтобы не отсырела пороховая сердцевина. Оболочку шнура оберегают от жары, мороза, воздействия масел, бензина, керосина, от механических повреждений — изломов, скручивания.

Перед употреблением огнепроводного шнура проверяется скорость его горения и целостность сердцевины.

Для этого кусок шнура длиной 60 см поджигают с одного конца, засекая время. Такой кусок шнура должен сгореть за 60—75 сек.

При изготовлении зажигательной трубки длину отрезка огнепроводного шнура выбирают, исходя из времени, необходимого для того, чтобы после зажигания трубки подрывник успел уйти в укрытие или на безопасное расстояние. Во всех случаях длина огнепроводного шнура зажигательной трубки должна быть не менее 50 см. Если зажигательная трубка делается с тлеющим фитилем, то длина огнепроводного шнура может быть уменьшена до 10 см, а отрезок тлеющего фитиля берется длиной 3 см.

В исключительных случаях в боевой обстановке и при подрывании льда во время ледохода с разрешения командира могут применяться зажигательные трубки с огнепроводным шнуром длиной 10—15 см.

Для зажигания огнепроводного шнура используются: тлеющий фитиль, обыкновенные или специальные спички подрывника, воспламенители — механический ВШ-МУВ или терочный.

Фитиль представляет собой пучок слабо скрученных хлопчатобумажных или пеньковых нитей в нитяной оплетке. Нити пропитаны раствором селитры или азотнокислого свинца, придающим фитилю определенную и равномерную скорость тления, равную 1—2 см/мин, в зависимости от состава пропитки. На ветру фитиль тлеет несколько быстрее.

Огнепроводный шнур срезают наискось и на конец его насаживают отрезок фитиля, который закрепляют ниткой, наложенной ниже косога среза шнура.

Для воспламенения огнепроводного шнура **обыкновенными спичками** головка спички плотно прикладывается к пороховой сердцевине наискось срезанного шнура, как показано на рис. 4. Шнур зажимают между средним и указательным, а спичку — между указательным и большим пальцами левой руки; правой рукой берут спичечный коробок и чиркают им по головке спички.

При воспламенении шнура **специальной спичкой подрывника** последнюю зажигают и подносят к сердцевине шнура. Спичка энергично тлеет без пламени и не гаснет на ветру. Со спичками подрывника необходимо обращаться осторожно, особенно при переноске в кармане, где они могут загореться

от трения одна о другую. Спички подрывника нужно оберегать от сырости, которая делает их непригодными.

Вместо спичек для воспламенения огнепроводного шнура можно пользоваться курительными или специальными зажигалками.

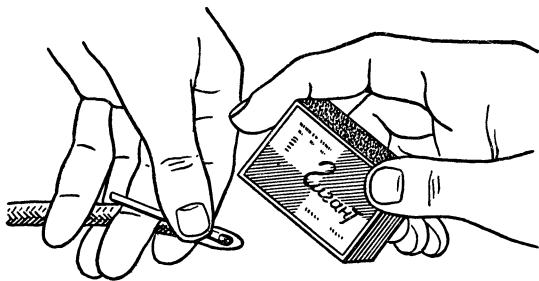


Рис. 4. Зажигание огнепроводного шнура обыкновенной спичкой

Механический воспламенитель огнепроводного шнура ВШ-МУВ (рис. 5) состоит из ударного механизма взрывателя МУВ, свинченного с ниппелем, на который надета медная или алюминиевая гильза.

В корпусе взрывателя находится подпружиненный ударник, удерживаемый во взведенном положении чекой. В ниппель запрессован капсуль-воспламенитель и пороховой столбик. Гильза при хранении закрывается резиновой пробкой.

Огнепроводный шнур обрезается под прямым углом, вставляется в гильзу до отказа и закрепляется обжимом так же, как при изготовлении зажигательной трубки, о чем говорится ниже.

При выдергивании чеки боек ударника накальвает капсуль-воспламенитель, форс огня которого увеличивается при сгорании порохового столбика и воспламеняет огнепроводный шнур.

Терочные воспламенители отличаются от механических тем, что в них вместо ударного механизма взрывателя МУВ в корпусе заключен терочный состав, через который пропущена проволочная спиралька, конец которой в виде петли выходит из корпуса воспламенителя. В гильзу корпуса вводится конец огнепроводного шнура. При дергании за петлю спиралька протаскивается через терочный состав, который от трения воспламеняется и своим пламенем поджигает огнепроводный шнур.

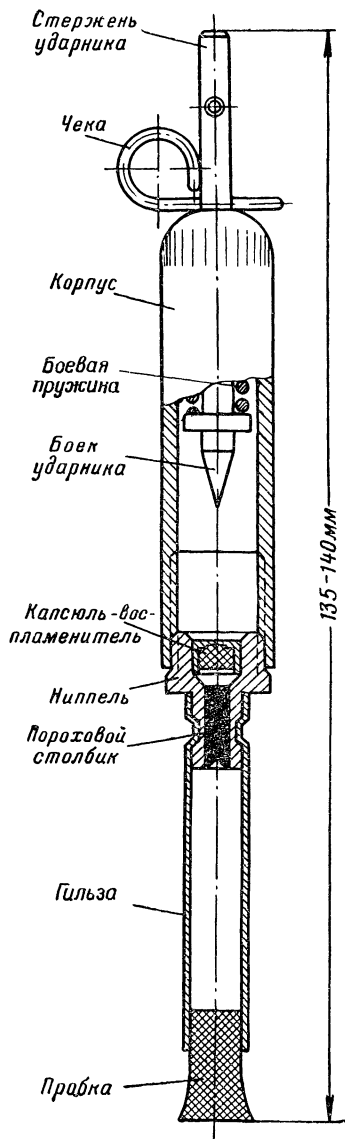


Рис. 5. Механический воспламенитель огнепроводного шнура ВШ-МУВ

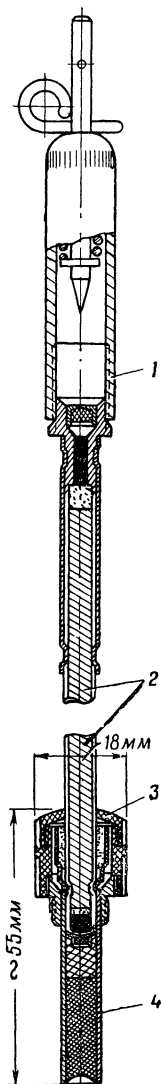


Рис. 6. Стандартная зажигательная трубка:
 1 — воспламенитель ВШ-МУВ;
 2 — огнепроводный шнур;
 3 — резьбовая втулка; 4 — капсюль-детонатор

Зажигательные трубки бывают стандартными — заводского изготовления и самодельными, изготавливаемыми в войсках.

Стандартная зажигательная трубка СЗТ (рис. 6) состоит из капсюля-детонатора, огнепроводного шнура длиной 50 или 150 см, механического воспламенителя ВШ-МУВ и резьбовой втулки, насаженной на шнур и служащей для закрепления зажигательной трубки в запальном гнезде шашки, имеющей резьбу.

Самому изготовить зажигательную трубку (рис. 7) можно следующими приемами:

— на деревянной подкладке чистым и острым ножом отрезать под прямым углом кусок огнепроводного шнура необходимой длины, второй конец шнура обрезать наискось (рис. 7, а, б, в);

— вынуть капсюль-детонатор из коробки (рис. 7, г), проверить его пригодность и очистить гильзу;

— ввести конец огнепроводного шнура, отрезанный под прямым углом, в капсюль-детонатор до упора в чашечку (рис. 7, е); при этом нельзя нажимать или вращать шнур или капсюль, чтобы капсюль-детонатор не взорвался от трения; если шнур входит в гильзу свободно, конец его обвертывают слоем изоляционной ленты или бумаги;

— закрепить капсюль-детонатор на шнуре при помощи обжима (рис. 7, ж), для чего взять шнур в левую руку и, придерживая капсюль-детонатор указательным пальцем, наложить правой рукой обжим так, чтобы боковая поверхность обжима была на уровне среза гильзы. Нажимая на рукоятки обжима и поворачивая его у края гильзы, создают кольцевую шейку, обеспечивающую прочность соединения капсюля-детонатора со шнуром.

При отсутствии обжима капсюль-детонатор закрепляется на шнуре путем обвертывания огнепроводного шнура изоляционной лентой (рис. 7, к).

Обрезанный наискось конец огнепроводного шнура предназначается для его воспламенения посредством спички. Если шнур зажигается воспламенителем ВШ-МУВ, то второй конец его также обрезается перпендикулярно оси и закрепляется в гильзе воспламенителя.

В тех случаях, когда зажигательные трубки применяются не сразу по изготовлению, их свободные концы заделываются воском, мастикой или обвертываются изоляционной лентой.

Зажигательную трубку вставляют в заряд ВВ после за-

крепления заряда на подрываемом объекте. Капсюль-детонатор должен входить до упора в запальное гнездо и не выпадать из него. Крепление зажигательной трубки производится шпагатом, тонкой мягкой провололочкой, осторожным заклиниванием гильзы деревянным колышком или путем ввинчивания резьбовой втулки стандартной зажигательной трубки в капсюльное гнездо заряда.

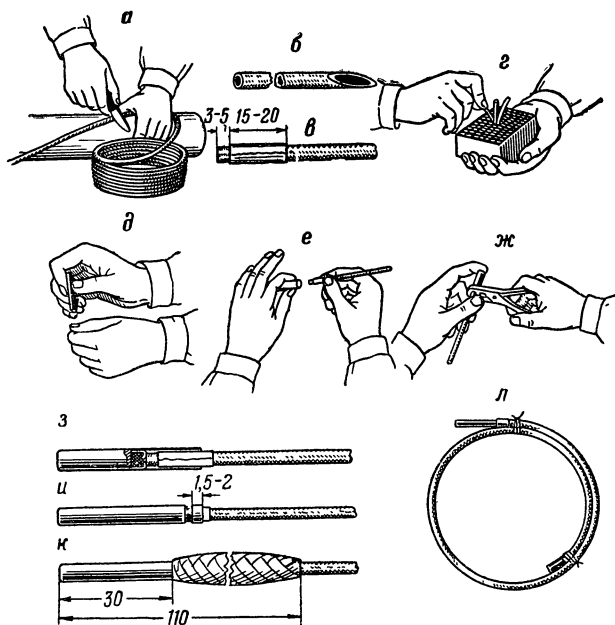


Рис. 7. Изготовление зажигательной трубки:

а — отрезание огнепроводного шнура; *б* — концы шнура, обрезанные для изготовления зажигательной трубки; *в* — конец шнура, обрезанный под прямым углом (обернут изоляционной лентой или бумагой); *г* — вытаскивание капсюля-детонатора из коробки; *д* — очистка гильзы капсюля-детонатора; *е* — ввод шнура в капсюль-детонатор; *ж* — обжатие капсюля-детонатора; *з* — правильно введенный шнур; *и* — обжатый капсюль-детонатор; *к* — закрепление капсюля-детонатора на шнуре изоляционной лентой; *л* — готовая зажигательная трубка

При подрывных работах допускается зажигание одним человеком не более пяти зажигательных трубок. По команде старшего «зажигай» все подрывники одновременно поджигают зажигательные трубки и отходят в указанное место. По команде «отходи» все подрывники, в том числе и те, которые почему-либо не успели поджечь свои зажигательные трубки, отходят от зарядов на безопасное расстояние.

2. ВЗРЫВАНИЕ ДЕТОНИРУЮЩИМ ШНУРОМ

Детонирующий шнур (ДШ) применяется для одновременного подрывания нескольких зарядов. Шнур (рис. 8) имеет сердцевину из взрывчатых веществ инициирующих и повышенной мощности, гремучей ртути, гексогена, тетрила и др. с направляющей нитью. Оболочка шнура — нитяная, пропитанная парафином или пластикатовая. Цвет оплетки, как правило, красный. Шнур детонирует со скоростью 7—8 тыс. м/сек.

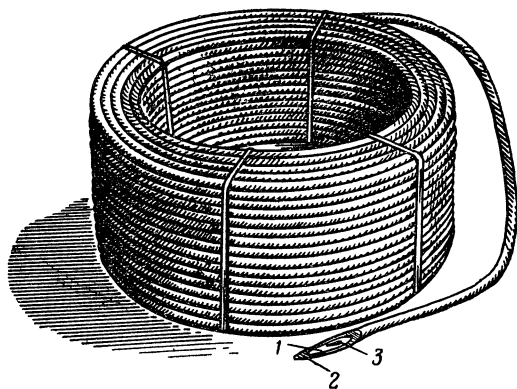


Рис. 8. Бухта детонирующего шнура:
1 — взрывчатое вещество; 2 — оболочка; 3 — направляющая нить

Детонирующий шнур выпускается отрезками длиной по 50 м, свернутыми в бухты. При хранении детонирующие шнуры оберегают от жары, прямого воздействия солнечных лучей и сырости. Лежавший на солнце или заплесневелый шнур не применяется. Резать шнур можно чистым и острым ножом на деревянной подкладке, предварительно раскатав всю бухту.

Детонирующий шнур можно применять и в воде с условием, чтобы шнур не находился в ней более 10 часов.

На конце шнура, вводимом в заряд, должен быть оживляющий капсюль-детонатор, который крепится на нем так же, как и на огнепроводном шнуре при изготовлении зажигательной трубки. Обрезать детонирующий шнур, вставленный в капсюль-детонатор, воспрещается.

Для взрывания детонирующего шнура конец его или концы нескольких шнуров (до шести) плотно привязывают

к капсулю-детонатору зажигательной трубки (рис. 9, а, б), а при числе концов более шести их привязывают к буровой шашке ВВ (рис. 9, в), которую взрывают зажигательной трубкой.

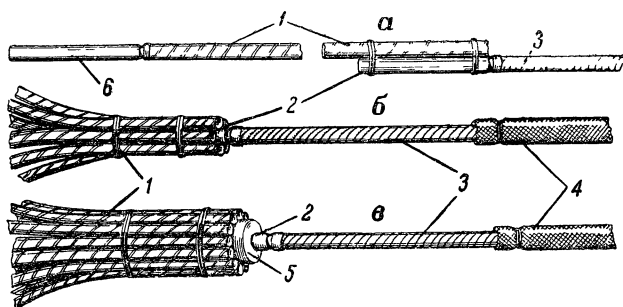


Рис. 9. Взрывание детонирующего шнура:

а — взрывание одного конца шнура; б — взрывание от двух до шести концов шнура; в — взрывание более шести концов шнура; 1 — концы детонирующего шнура; 2 — капсуль-детонатор зажигательной трубки; 3 — огнепроводный шнур зажигательной трубки; 4 — фитиль зажигательной трубки; 5 — шашка ВВ (буровая); 6 — капсуль-детонатор, вставляемый в заряд

Сращивание концов детонирующего шнура производится внакладку или узлами — простым и морским. Наиболее простым является сrostок внакладку (рис. 10, а). Специальные шнуры должны плотно соприкаться по длине не менее 10 см, для чего в двух местах перевязываются изоляционной лентой или шпагатом. Лучше передает детонацию сrostок внакладку с оживляющим капсулем-детонатором (рис. 10, б).

Сrostок морским узлом безотказно передает взрыв присоединяемому шнуру. При изготовлении этого сrostка концы шнуров следует туго стянуть между собой, но так, чтобы не повредить сердцевину (рис. 10, в).

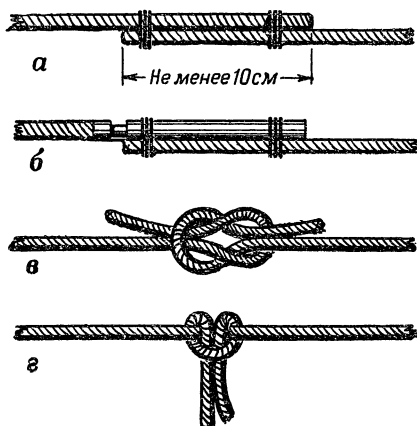


Рис. 10. Сrostки детонирующего шнура:

а — внакладку; б — внакладку с оживляющим капсулем-детонатором; в — морским узлом; 2 — под углом

Если заряды располагаются сбоку от основной магистрали, сработки делаются под углом (рис. 10, *г*).

Для одновременного взрыва заряды взрывчатого вещества соединяются между собой по определенной схеме отрезками шнуров, образующих сеть детонирующего шнура. Сети детонирующих шнуров (рис. 11) бывают трех видов: последовательные, параллельные и смешанные.

При **последовательной сети** (рис. 11, *а*) прокладывается магистральный шнур, а от него к зарядам отходят участковые ответвления. Во избежание отказов при сработках внакладку необходимо следить, чтобы направление распространения детонации в шнурах ответвлений совпадало с направлением детонации в магистральном шнуре.

Для большей надежности взрыва в случае отказа ДШ на каком-либо участке между зарядами в последовательных сетях применяют замыкающий шнур, соединяя им между собой крайние заряды. Ответвления к магистрали следует присоединять не внакладку, а узлом. Только при этом условии замыкающий шнур передаст детонацию в противоположном направлении и обеспечит взрыв всех зарядов.

Если заряды соединяются отдельными отрезками ДШ без магистрального, то каждый отрезок должен иметь капсульдетонатор на обоих концах.

При **параллельной сети** (рис. 11, *б*) от зажигательной трубки или запального заряда к каждому подрываемому заряду подается самостоятельный отрезок ДШ, благодаря чему отказ какого-либо отрезка ДШ не влияет на взрыв остальных зарядов. По сравнению с последовательным параллельное соединение требует большего расхода детонирующего шнура. При большом количестве зарядов, особенно если они расположены группами, например, при взрыве прогонов и опор моста, целесообразно применять **смешанную** сеть из ДШ (рис. 11, *в*), которая получается путем параллельного соединения нескольких последовательных ветвей между собой.

При прокладывании сетей из ДШ необходимо следить за тем, чтобы шнуры не пересекались, не соприкасались и не образовывали петель, так как при этом может произойти перебивание шнура без передачи детонации.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

При электрическом способе заряд ВВ взрывают электродетонатором, через который пропускают электрический ток. Этот способ служит для одновременного взрыва нескольких

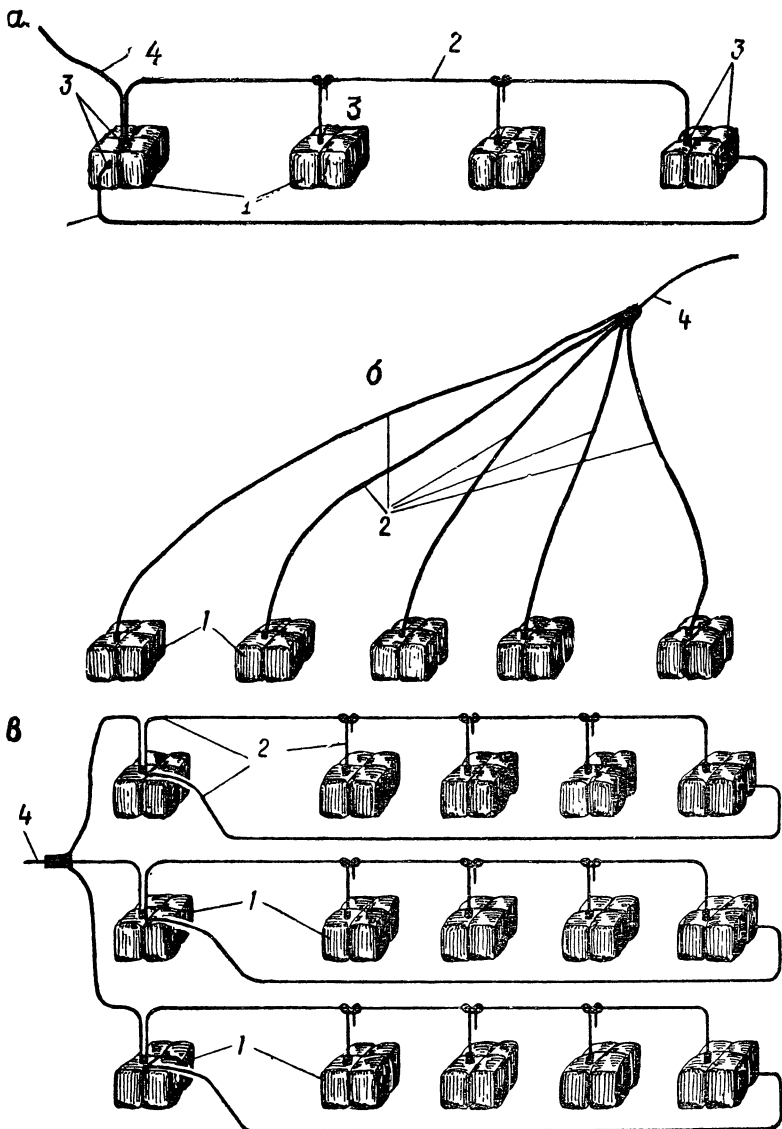


Рис. 11. Сети детонирующего шнура:

a — последовательная; *б* — параллельная; *в* — смешанная; 1 — заряды ВВ; 2 — детонирующий шнур; 3 — капсулы-детонаторы; 4 — зажигательная трубка

зарядов и для взрыва зарядов в точно установленное время (в этом его преимущество перед огневым способом), однако электрический способ требует более сложной материальной части и больше времени на подготовку объекта к взрыву.

Для производства взрыва ВВ электрическим способом необходимо иметь электродетонаторы, электрические провода и источники тока, проверочные и измерительные электроприборы.

Электродетонатор

Электродетонатор (рис. 12) представляет собой капсуль-детонатор, смонтированный в одной гильзе с электровоспламенителем (электрозапалом). Основной частью электровоспламенителя является мостик, представляющий собой тонкую проволочку, припаянную к концам жил двух изолированных проводов. Мостик окружен воспламенительным составом в виде твердой капельки, покрытой водоизолирующим слоем, и помещен в гильзу, где закреплен мастикой.

При пропускании электрического тока мостик электровоспламенителя накаливается и воспламеняет капельку, вспышка которой вызывает взрыв капсуля-детонатора.

Военные электродетонаторы имеют платино-иридиевый мостик и металлическую гильзу, в гражданских образцах применяется мостик из константана (сплава меди с никелем), а гильзы бывают картонные. Кроме электродетонаторов мгновенного действия, существуют

электродетонаторы, взрывающиеся с замедлением в несколько секунд с момента пропускания тока. В таких электродетонаторах между капелькой воспламенительного состава и инициирующим взрывчатым веществом капсуля-детонатора помещен маленький отрезок огнепроводного шнура.

Выпускаются электровоспламенители (рис. 13) и в виде самостоятельных изделий, без капсулей-детонаторов, вместо гильзы они имеют трубку и притом несколько большего диаметра, чем гильза электродетонаторов. Это делается для того, чтобы в случае необходимости в трубку электровоспламенителя можно было вставить капсуль-детонатор для изго-

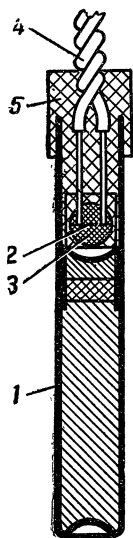


Рис. 12.
Электродетонатор:

- 1 — капсуль-детонатор № 8;
- 2 — мостик;
- 3 — воспламенительный состав;
- 4 — провода;
- 5 — мастика

товления электродетонатора в полевых условиях. До употребления открытый конец трубки электровоспламенителя закрывается пробкой от попадания влаги.

Электровоспламенители и электродетонаторы очень боятся сырости. Их хранят в картонных коробках по 20 шт., картонные коробки укладываются в цинковые. Правила обращения с электродетонаторами такие же, как и с капсулями-детонаторами. Электровоспламенители в обращении совершенно безопасны, но при их срабатывании дульце трубки следует направлять в сторону во избежание ожогов.

Электродетонаторы и электровоспламенители обладают определенными электрическими характеристиками, называемыми параметрами, знание которых необходимо для обеспечения безотказности взрыва. Важнейшими параметрами электродетонатора (электровоспламенителя) являются расчетная сила тока воспламенения и расчетное сопротивление.

Безопасный ток, допускаемый при проверке электродетонаторов, не должен превышать $0,5 \text{ а}$.

Расчетная сила постоянного тока, обеспечивающая надежный взрыв одиночного электродетонатора с платино-иридиевым мостиком, должна быть в пределах от $0,5$ до 5 а . При меньшем токе температура нагрева мостика может оказаться недостаточной для загорания капельки воспламенительного состава. При большем токе мостик может перегореть раньше, чем капелька успеет воспламениться.

Сопротивление мостика электродетонатора, измеряемое омметром, в холодном состоянии бывает в пределах $1\text{--}2 \text{ ом}$. При пропускании тока мостик нагревается и сопротивление его увеличивается примерно в $1,5$ раза и составляет около $2,5 \text{ ом}$. Это сопротивление и является расчетным.

Когда нужно произвести одновременный взрыв группы электродетонаторов, то делается их калибровка, т. е. подбор электродетонаторов с одинаковым сопротивлением. Разница в величинах сопротивлений электродетонаторов, включенных в одну группу, допускается не более $0,1 \text{ ом}$. Если разница окажется более допустимой, то может произойти взрыв элек-

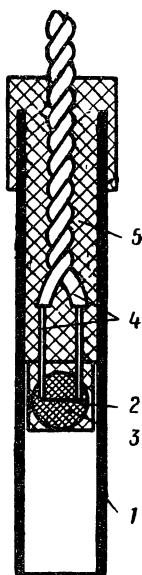


Рис. 13.
Электровоспламенитель:

- 1 — медная гильза; 2 — мостик; 3 — воспламенительный состав; 4 — провода; 5 — мастика

тротонатора с наибольшим сопротивлением и размыкание цепи, а остальные электротонаторы не взорвутся.

Калибровка электротонаторов производится большим омметром, проверка целостности нити мостика — малым омметром. В целях безопасности электротонаторы при проверке или калибровке зарываются на 10—15 см в землю, помещаются за щиток из досок, железа или в металлическую трубку во избежание поражения осколками гильзы, разлетающимися на расстояние до 30 м.

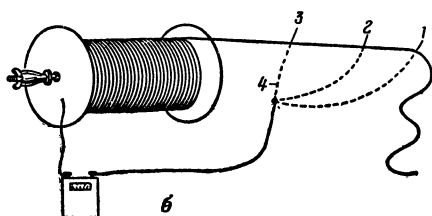
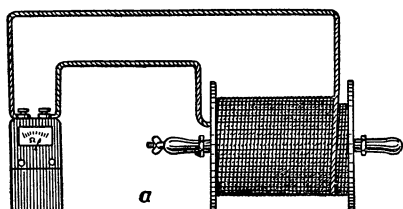


Рис. 14. Проверка целостности жилы провода:

а — жила провода цела — стрелка омметра отклонилась вправо; *б* — отыскание места повреждения жилы; 1, 2, 3 — места проколов иглой; 4 — игла

резиную изоляцию и оплетку. Сопротивление 1 км одной жилы — 25 ом, вес провода СП-1 — 30 кг, СП-2 — 45 кг. Саперный провод бывает свернутым в бухты или намотанным на металлические катушки.

Перед прокладыванием сети из проводов производят их проверку на целостность жилы и исправность изоляции.

Для проверки целостности жилы оба конца проверяемого провода присоединяются к зажимам малого омметра (рис. 14, *а*). Стрелка омметра должна отклониться в сторону нуля. Это говорит, что жила цела. Если стрелка не отклоняется, то жила порвана. Для отыскания места внутреннего разрыва жилы нужно внимательно просмотреть весь провод, ощупывая его руками и слегка натягивая. В месте разрыва жилы изоляция будет легко растягиваться.

Место разрыва жилы можно обнаружить также следующим образом. Зачищенный конец проверяемого провода при-

мещаются за щиток из досок, железа или в металлическую трубку во избежание поражения осколками гильзы, разлетающимися на расстояние до 30 м.

Провода

Провода служат для передачи электрической энергии от источника тока к электротонаторам. Наиболее удобно пользоваться саперными проводами: одножильным СП-1 и двухжильным СП-2.

Каждая жила состоит из семи медных луженых проволок общим сечением 0,75 мм². Провод имеет

соединяют к одному зажиму омметра. К другому зажиму присоединяют кусок провода с иглой на конце (рис. 14, б). Проверяемый провод разматывают с катушки и в некоторых местах прокалывают иглой изоляцию до соприкосновения с жилой. Проколы повторяются до тех пор, пока стрелка омметра не отклонится к нулю. Повторными проколами место повреждения уточняется. После этого кусок провода, имеющий внутренний порыв, вырезается, концы исправного провода сращиваются и проводится проверка его целиком на случай наличия старого разрыва. Места проколов заливают резиновым клеем или обматывают изоляционной лентой.

Исправность изоляции проверяется в том случае, если провод будет прокладываться в воде или сыром грунте. Для этой цели в сосуд с подсоленной водой (1—2 стакана поваренной соли на ведро воды) опускают зачищенный до блеска металлический лист площадью не менее 1500 см^2 и бухту проверяемого провода. К металлическому листу присоединяют кусок провода, конец которого подключают к зажиму омметра. Ко второму зажиму присоединяют конец проверяемого провода. Изоляция считается исправной, если по прошествии 20—30 мин. сопротивление ее будет не менее 3000 ом. Меньшее сопротивление свидетельствует о неисправности изоляции.

Для нахождения места поврежденной изоляции нужно медленно вытягивать из сосуда конец провода, обтирая его насухо тряпкой; резкое отклонение стрелки омметра в сторону увеличения сопротивления покажет, что часть провода с испорченной изоляцией вышла из воды. Эти места изолируются лентой, резиновым клеем или специальной пропиточной битумной массой — озокеритом. Бывает, что резкого отклонения стрелки омметра не произойдет, сопротивление будет увеличиваться постепенно, по мере вытаскивания проверяемого провода из воды. Это говорит о том, что провод старый или бывший в употреблении и вся изоляция его ненадежна. Изоляция такого провода подлежит полностью пропитке озокеритом.

С саперным проводом необходимо обращаться аккуратно, сильно не натягивать при прокладке линий, не перекручивать. Снятый с линии провод должен быть очищен от грязи, промыт и просушен.

Саперный провод не рекомендуется долго держать на солнце, вблизи отопительных приборов, под дождем или на морозе. Лучше всего его хранить в сухом проветриваемом, неотапливаемом помещении.

Изоляцию провода периодически проверяют и пропитывают озокеритом.

Вместо саперного провода можно применять и любой другой изолированный провод: телефонный, электроосветительный, различные кабели и т. д. При использовании таких проводов необходимо измерить их сопротивление.

Источники тока

В качестве источников тока при электрическом способе взрывания применяются подрывные машинки, сухие элементы и батареи, могут быть также использованы любые аккумуляторные батареи, военные электрические станции, осветительные и силовые сети местных станций.

Подрывная машинка ПМ-1 (рис. 15) представляет собой миниатюрную динамомашину постоянного тока, которая приводится в действие заводной пружиной с помощью ключа. Машинка весит 7 кг и развивает напряжение до 290 в.

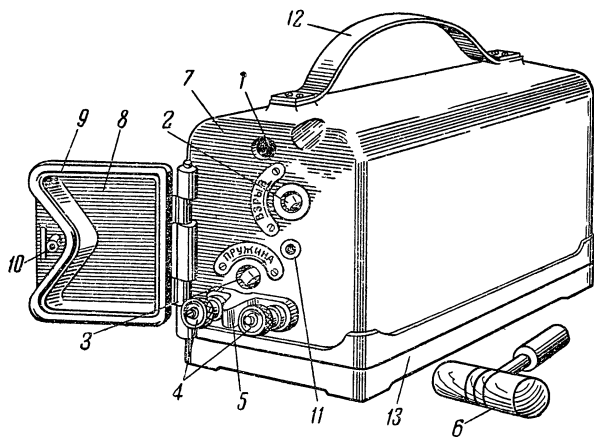


Рис. 15. Внешний вид подрывной машинки ПМ-1 с открытой дверцей:

1 — гнездо для хранения ключа; 2 — гнездо для спуска пружины; 3 — гнездо для завода пружины; 4 — зажимы; 5 — изолирующая пластинка; 6 — ключ; 7 — кожух; 8 — дверца; 9 — резиновая прокладка; 10 — винт запора дверцы; 11 — гнездо винта запора дверцы; 12 — ручка для переноски; 13 — станина

При сопротивлении электровзрывной сети, равном 290 ом, машинка дает ток силой 1 а, достаточный для взрыва электродетонаторов, включенных в сеть последовательно. Практически машинкой ПМ-1 можно взорвать до 100 электродето-

наторов, соединенных последовательно одножильным саперным проводом общей длиной до 1,5 км.

На передней стенке корпуса машинки, прикрываемой дверцей, имеются: зажимы для присоединения проводов электровзрывной сети, гнездо с надписью «пружина» для завода пружины и гнездо с надписью «взрыв» для освобождения спуска пружины при производстве взрыва.

Взрывание зарядов подрывной машинкой ПМ-1 производится следующими приемами:

— вынуть ключ из гнезда для хранения и открыть им дверцу;

— вставить ключ в гнездо «взрыв» и повернуть его против часовой стрелки до отказа;

— вставить ключ в гнездо «пружина» и, вращая его по часовой стрелке до отказа (6—7 оборотов), завести пружину;

— зачищенные концы проводов присоединить к зажимам машинки, прижав их плотно гайками, и не допускать соприкосновения проводов между собой и с корпусом машинки;

— вставить ключ в гнездо «взрыв» и по команде или сигналу повернуть его по часовой стрелке до отказа.

После взрыва концы магистральных проводов отключают от зажимов, доверху закрывают и завинчивают, а ключ вставляют в гнездо для хранения.

Подрывная машинка ПМ-2 (рис. 16) также является малогабаритной динамомашинкой постоянного тока, приводимой в действие ключом от руки. Машинка весит 2,5 кг и развивает напряжение до 120 в.

При сопротивлении электровзрывной сети, равном 80 ом, машинка дает ток силой 1,5 а. Машинкой ПМ-2 можно взорвать до 25 электродетонаторов, соединенных последовательно одножильным саперным проводом общей длиной до 600 м.

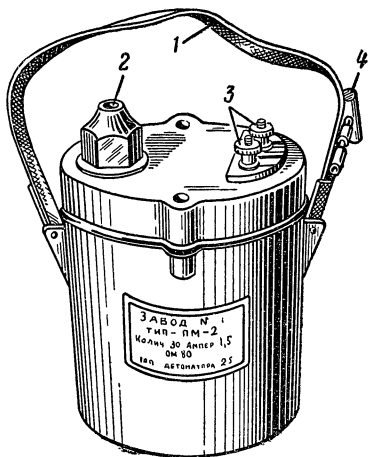


Рис. 16. Внешний вид подрывной машинки ПМ-2:

1 — ремень для переноски; 2 — гнездо для ключа при производстве взрыва; 3 — зажимы; 4 — ключ

На панели корпуса машинки имеются зажимы для присоединения проводов и гнездо для вставления ключа при производстве взрыва.

Взрывание зарядов подрывной машинкой ПМ-2 производится следующими приемами:

- вынуть ключ из петли на ремне;
- присоединить концы магистральных проводов к зажимам машинки;
- установить машинку на ладонь левой руки и вставить ключ в гнездо на крышке;
- по команде или сигналу резко повернуть ключ по часовой стрелке до отказа и задержать в таком положении, пока не произойдет взрыв.

После взрыва концы магистральных проводов отсоединяются от зажимов, а ключ вкладывается в петлю на ремне.

Напряжение на зажимах машинки ПМ-2 находится в большой зависимости от скорости поворота ключа, поэтому сопротивление внешней сети не должно превышать 80 *ом*.

Подрывная машинка ПМ-3 по устройству и внешнему виду похожа на машинку ПМ-2, но отличается от нее технической характеристикой. Машинка ПМ-3 весит 3,2 *кг*, развивает напряжение до 80 *в* и при сопротивлении электро-взрывной сети, равном до 80 *ом*, дает ток силой 1 *а*, которым можно взорвать до 25 электродетонаторов, соединенных последовательно. Приемы производства взрыва подрывной машинкой ПМ-3 такие же, как и машинкой ПМ-2.

Перед использованием подрывных машинок проверяется исправность их механической и электрической части.

Для проверки механической части машинки ПМ-1 несколько раз заводят и спускают пружину. По продолжительности звука (жужжания), издаваемого раскручиваемой пружиной, определяют, насколько быстро происходит спуск пружины. Если раскручивание происходит мгновенно, механическая часть исправна. При медленном раскручивании или если пружина не заводится (ключ проворачивается без отказа), машинку следует отдать в ремонт.

Проверку электрической части машинок производят пультом, пробным взрывом электродетонаторов и с помощью обыкновенной электрической лампочки.

Пульт для проверки исправности подрывных машинок (рис. 17) представляет собой специальный реостат с подвижной шкалой в остекленном окне. Во втором окне помещена неоновая лампочка.

Вращающаяся рукоятка под окном со шкалой служит для установки нужного сопротивления и поворота шкалы. При проверке машинки ПМ-1 шкалу устанавливают на цифре 290 по верхнему ряду цифр, а при проверке машинки ПМ-2 — на цифре 120 по нижнему ряду, при проверке машинки ПМ-3 — на 80 по нижнему ряду цифр шкалы.

На торцевой стенке корпуса пульта расположены четыре зажима для присоединения проводов, идущих от зажимов подрывных машинок. У двух зажимов, предназначенных для проверки машинок ПМ-1, имеется буквенное обозначение «ПМ-1», два других зажима для проверки машинок ПМ-2 и ПМ-3 имеют обозначения «ПМ-2» и «ПМ-3».

При проверке исправности подрывной машинки зажимы ее двумя проводами присоединяются к зажимам пульта. Установив подвижную шкалу пульта в нужное положение, машинку приводят в действие, наблюдая через окно за неоновой лампочкой. Если лампочка дает короткую вспышку, то машинка исправна.

Проверка подрывной машинки пробным взрывом электродетонаторов или электровоспламенителей требует введения в электровзрывную сеть добавочного сопротивления определенной величины. Машинка ПМ-1 проверяется двумя параллельно включенными электродетонаторами с добавочным сопротивлением 290 *ом*, машинка ПМ-2 — взрывом одного электродетонатора с добавочным сопротивлением 80—100 *ом*.

Электродетонаторы при пробном взрыве должны быть закопаны в грунт на 10—15 *см* во избежание разлета осколков.

Для проверки подрывных машинок электрической лампочкой к зажимам присоединяются концы проводов от патрона, в который ввинчивается лампочка мощностью 40—60 *вт*. При проверке машинки ПМ-1 лампочка должна быть напряжением 220 *в*, при проверке машинки ПМ-2 — 127 *в*. Затем машинку заводят и спускают пружину. При исправ-

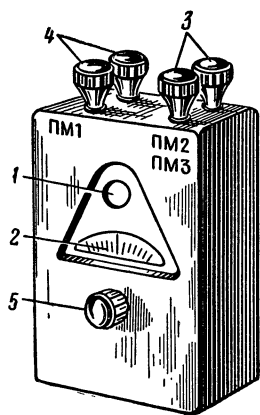


Рис. 17. Пульт для проверки исправности подрывных машинок:

- 1 — неоновая лампочка;
- 2 — вращающаяся шкала;
- 3 — зажимы для машинок ПМ-2 и ПМ-3; 4 — зажимы для машинки ПМ-1; 5 — ручка реостата

ной машинке лампочка даёт вспышку белого накала нити.

При хранении машинки оберегают от сырости, жары и холода, пружина машинки должна быть спущена.

Конденсаторная подрывная машинка КПМ-2 (рис. 18) представляет собой мощный переносный источник электрического тока. В этой машинке электрическая энергия вырабатывается при вращении ручки индуктора, накапливается в блоке конденсаторов-накопителей и отдается мгновенно в электровзрывную сеть при нажатии на кнопку взрыва.

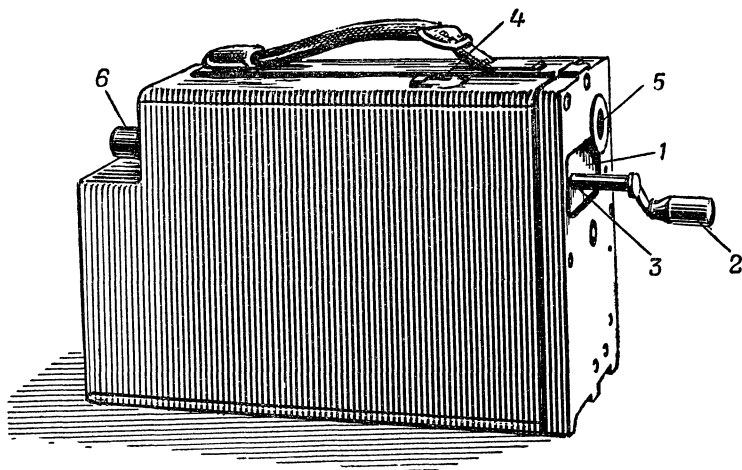


Рис. 18. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-2 (вид спереди):

1 — пружинная защелка отверстия для ручки; 2 — ручка индуктора; 3 — отверстие для ручки; 4 — окно сигнальной неоновой лампочки; 5 — кнопка взрыва; 6 — зажимы

Максимальное напряжение, развиваемое машинкой КПМ-2, достигает 1500 в. Время зарядки блока конденсаторов-накопителей до готовности машинки к производству взрыва находится в пределах от 3 до 10 сек. Вес машинки 7,8 кг.

Подрывная машинка КПМ-2 способна взорвать до 350 электродетонаторов, соединенных последовательно, или 6 шт., соединенных параллельно.

Взрывание зарядов подрывной машинкой КПМ-2 производится следующими приемами:

— открыть крышку брезентового футляра и, отодвинув защелку, ввернуть ручку индуктора до отказа;

— равномерно вращать ручку индуктора по часовой стрелке со скоростью 3—4 об/сек до ровного свечения сигнальной неоновой лампочки (около 15 сек.);

— присоединить провода электровзрывной сети к зажимам машинки;

— по команде командира резко нажать кнопку взрыва до отказа.

После производства взрыва нужно вывернуть ручку индуктора, резко повернув ее против часовой стрелки, и после отключения концов проводов закрыть крышку футляра.

При пользовании машинкой КПМ-2 надо всегда помнить о ее высоком напряжении. Поэтому запрещается прикасаться руками к металлическим деталям, зажимам машинки, так как в случае какой-либо неисправности или при случайном нажиме на кнопку взрыва удар током может оказаться смертельным для человека.

В комплект машинки КПМ-2 входит специальный пульт для проверки ее исправности, представляющий собой добавочное сопротивление величиной 750 ом, подключаемое к зажимам машинки с помощью пластинчатых контактов. К зажимам пульта присоединяются параллельно два электродетонатора или электровоспламенителя с соблюдением соответствующих мер безопасности. При исправности машинки электродетонаторы взорвутся.

Для взрыва зарядов электрическим способом могут использоваться сухие и аккумуляторные батареи любых типов. Перед применением должно быть проверено либо их напряжение на выводных проводах или зажимах с помощью вольтметра, либо сила тока амперметром при нагрузке, равной сопротивлению электровзрывной сети. Надо также учитывать внутреннее сопротивление всех этих источников тока, которое бывает весьма большим, особенно у батарей с просроченным сроком хранения, даже если они и не были в употреблении, или аккумуляторов старой зарядки.

Одна батарея типа БАС-80 способна взорвать до 20 электродетонаторов, соединенных последовательно, батарея БАС-60 — до 10 электродетонаторов при длине провода до 600 м, батарейка карманного фонаря взрывает 1—2 электродетонатора.

Для увеличения напряжения источника тока несколько батарей соединяются между собой последовательно, т. е. к положительному полюсу одной батареи присоединяется отрицательный полюс второй батареи, к положительному полюсу второй — отрицательный полюс третьей и т. д.

Для увеличения силы тока батареи соединяются параллельно, т. е. положительные полюса всех батарей — с положительными, образуя общий плюс, а отрицательные полюса — с отрицательными, образуя общий минус.

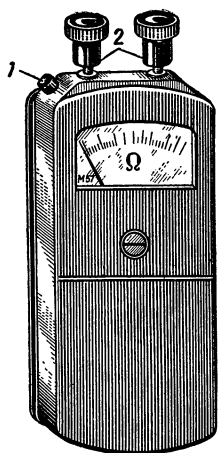


Рис. 19. Внешний вид малого омметра:

1 — кнопка для проверки нуля (в приборах последних выпусков); 2 — зажимы

Если нужно увеличить и напряжение и силу тока, применяется смешанное соединение батарей, представляющее собой сочетание последовательного соединения с параллельным.

Для взрывания электродетонаторов могут применяться также автомобильные и танковые аккумуляторы.

Чтобы произвести взрыв от батарей или аккумуляторов, нужно зачистить до блеска концы выводов от батареи и концы проводов электровзрывной сети, к одному полюсу батареи плотно прикрутить конец магистрального провода и по команде командира коснуться вторым проводом сети второго полюса батареи. На работе батарей и аккумуляторов отрицательно сказывается низкая температура окружающего воздуха. На морозе они значительно снижают свое напряжение. При температуре примерно -20°C батареями пользоваться нельзя. Это явление носит временный характер. После отогревания батарея полностью восстанавливает свои свойства. При работах зимой в условиях низких температур принимают меры по утеплению батарей и аккумуляторов: их завертывают в войлок, бумагу, ветошь, солому и т. д. Применяются также холодоустойчивые батареи.

Измерительные приборы

Для измерения сопротивлений электродетонаторов, проводов и проверки их исправности в подрывном деле применяют малый и большой омметры.

Малый омметр (рис. 19) служит для проверки проводимости проводов, электродетонаторов и электровзрывных сетей, а также для приближенного измерения сопротивления их в пределах от 0 до 5000 *ом*. Источником тока малого омметра является батарея карманного фонаря, которая помещается в нижней части прибора.

При пользовании омметром к его зажимам присоединяют измеряемое сопротивление и по шкале производят отсчет.

Перед работой с малым омметром необходимо произвести две проверки. Первая проверка состоит в регулировке нуля: лезвием ножа или нажатием кнопки (в приборах последних выпусков) накоротко замыкают зажимы омметра. Если стрелка не совпадает с нулем шкалы, вращением регулировочного винта (магнитного шунта) на задней стенке стрелку подводят к нулю. В тех случаях, когда винт не поворачивает стрелки, нужно заменить батарею и снова произвести проверку и регулировку.

Второй проверкой удостоверяются в безопасной силе тока в приборе. Для этого к зажимам омметра присоединяют электродетонатор с соблюдением необходимых мер предосторожности. Если взрыва не произойдет, а стрелка при этом подойдет к нулю, то прибор исправен.

Омметр (линейный мост) ЛМ-48 (рис. 20) представляет собой усовершенствованный большой омметр. Он применяется для точного измерения сопротивления электровзрывных сетей и электродетонаторов.

Омметр имеет вращающийся лимб с двухрядной шкалой сопротивлений: нижняя шкала — для измерения малых сопротивлений (от 0,2 до 50 *ом*) и, в частности, для калибровки электродетонаторов, верхняя шкала — для измерения больших сопротивлений (от 20 до 5000 *ом*). Точность показаний прибора — в пределах $\pm 5\%$ от измеряемого сопротивления. Источник тока — сухой элемент 1-КСХ-3 или 1-КСУ-3. Корпус омметра — водонепроницаемый, панель закрывается крышкой с резиновой прокладкой. Вес прибора 1,5 *кг*.

Перед измерением сопротивления омметр подготавливают к работе. Прибор ставят в горизонтальное положение, открывают замок и крышку, поворотом винта корректора стрелку гальванометра устанавливают на среднюю отметку, после чего нажатием кнопки проверяют наличие элемента питания и правильность его установки. Если элемент установлен правильно, стрелка гальванометра отклонится вправо; отклонение стрелки влево говорит о том, что элемент вышел из строя или поставлен неправильно.

Измерение сопротивления электровзрывной сети или электродетонатора производят в следующей последовательности:

— омметр ставят в горизонтальное положение, открывают крышку;

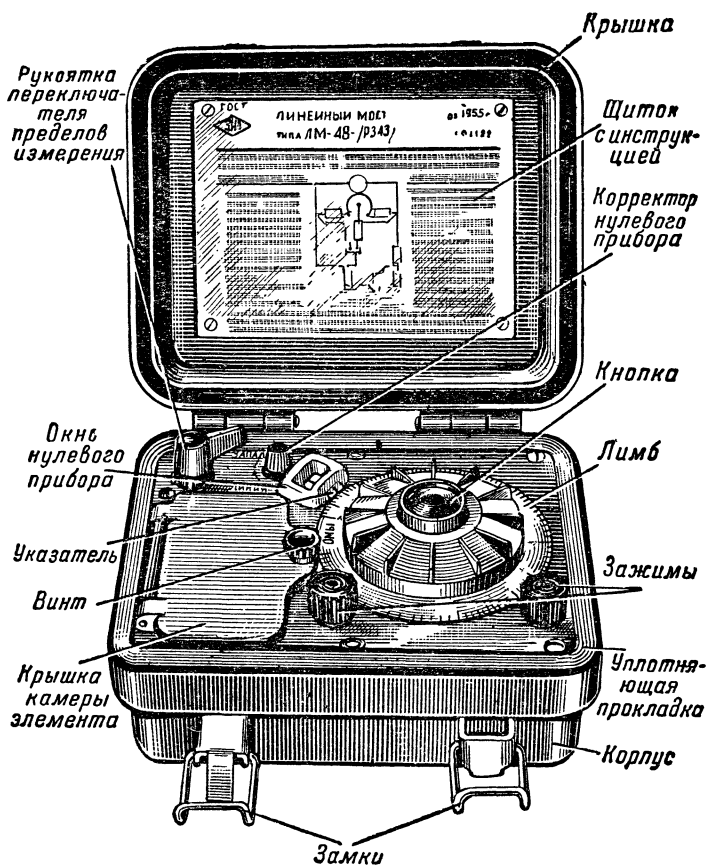


Рис. 20. Омметр (линейный мост ЛМ-48) с открытой крышкой

— к зажимам подключают зачищенные концы проводов электровзрывной сети или электродетонатора;

— рукоятку переключателя пределов измерений ставят в нужное положение «запал» при измерении малых сопротивлений или в положение «линия» при измерении больших сопротивлений;

— нажимая пальцем на кнопку, вращают лимб до совмещения стрелки гальванометра со средней отметкой на его шкале;

— отпустив кнопку, по черте указателя читают значение сопротивления на верхней или нижней шкале лимба.

Не следует забывать того, что цена одного малого деления не одинакова по всей шкале лимба. Так, например, при пользовании нижней шкалой между цифрами 0,2 и 1,0 одно малое деление соответствует двум сотым долям ома, между 1,0 и 2,0 одно деление соответствует уже пяти сотым, между 10 и 20 — одному ому. Между 20 и 50 имеется двенадцать маленьких делений. Каждое из первых десяти делений соответствует двум омам, а два последних соответствуют пяти омам каждое. При отчетах по верхней шкале цена каждого деления будет в сто раз больше, чем по нижней шкале.

Приемы работы с большим омметром старой конструкции в основном такие же, как и с омметром ЛМ-48.

Большие омметры — точные приборы и требуют аккуратного обращения. Их следует оберегать от тряски и ударов, после работы в дождливую погоду панель насухо вытирать. Омметры хранят в сухих, отапливаемых помещениях.

Электровзрывная сеть

Система проводов с присоединенными к ним электродетонаторами называется электровзрывной сетью. В электровзрывной сети имеются участковые и магистральные провода. Участковые провода расположены между зарядами и соединяют электродетонаторы между собой, магистральные идут от места расположения зарядов к подрывной станции, где располагаются источники тока.

В зависимости от способа соединения электродетонаторов с проводами различают три типа электровзрывных сетей: последовательную, параллельную и смешанную.

Последовательная сеть (рис. 21, а) применяется при источниках тока, имеющих большое напряжение, но небольшую силу (1—1,5 а). К таким источникам тока относятся подрывные машинки ПМ-1, ПМ-2 и ПМ-3.

В последовательной сети наименьший расход проводов по сравнению с сетями других типов. Вязка ее проста, проверка исправности электровзрывной сети легко может быть произведена малым омметром с подрывной станции. Однако такая сеть недостаточно надежна: порыв участкового провода или поломка мостика одного электродетонатора приводит к отказу всей сети. Этот недостаток иногда заставляет отказываться от последовательных сетей в боевых условиях.

Параллельная сеть (рис. 21, б) применяется при таких мощных источниках тока, как подрывная машинка КПМ-2,

подвижные электростанции, которые способны обеспечить силу тока не менее $0,5 a$ на каждую участковую ветвь с электродетонатором.

Параллельная сеть значительно надежнее последовательной: порыв участкового провода или наличие электродетонатора с поврежденным мостиком вызывает отказ только од-

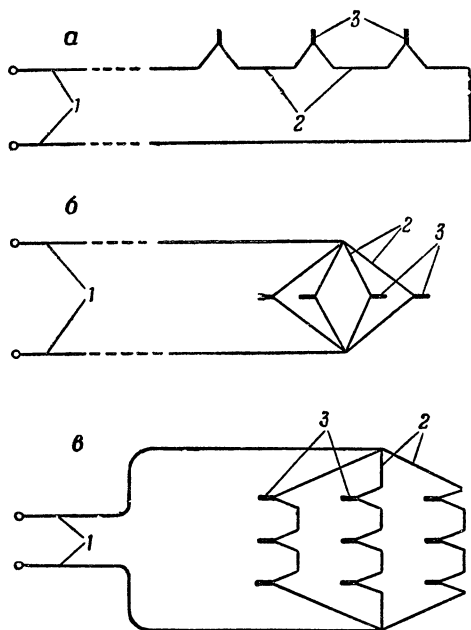


Рис. 21. Схемы соединений электродетонаторов:

a — последовательное; *б* — параллельное; *в* — смешанное; 1 — магистральные провода; 2 — участковые провода; 3 — электродетонаторы

ного электродетонатора, не препятствуя взрыву остальных. Вместе с тем такая сеть имеет и серьезные неудобства: проверку исправности сети малым омметром с подрывной станции произвести нельзя; расчет параллельной сети сложнее, чем последовательной; провода магистрали должны иметь достаточное сечение, чтобы пропустить ток большей силы; не всегда в боевых условиях могут оказаться под рукой мощные источники тока.

Смешанная сеть (рис. 21, *в*) представляет собой сочетание последовательного и параллель-

ного соединений и поэтому в известной мере обладает свойствами, присущими обоим типам сетей. Умелым выбором числа параллельных ветвей и распределением по ним электродетонаторов можно добиться равенства токов в ветвях и небольшой силы тока в магистрали, благодаря чему для взрыва удастся использовать источник тока сравнительно небольшой силы и напряжения при сохранении достоинств параллельной сети. Несмотря на некоторую сложность по сравнению с последовательной, смешанная электровзрывная сеть более удобна для практического применения.

При монтаже электровзрывных сетей особое внимание нужно обращать на тщательность соединения проводов, ибо небрежное сращивание — одна из наиболее распространенных причин отказов.

Сростки бывают прямые, под углом и сетевые (рис. 22).

Прямой сросток служит для сращивания двух концов провода. С концов проводов ножом снимают изоляцию на 4—5 см, а оплетку еще на 1,5 см. Оголенные концы жил плотно скручивают в том же направлении, в каком они были скручены в проводе, и зачищают до блеска. Затем концы провода накладываются один на другой и скручиваются плоскогубцами или обжимом, после чего сросток обвертывается изоляционной лентой.

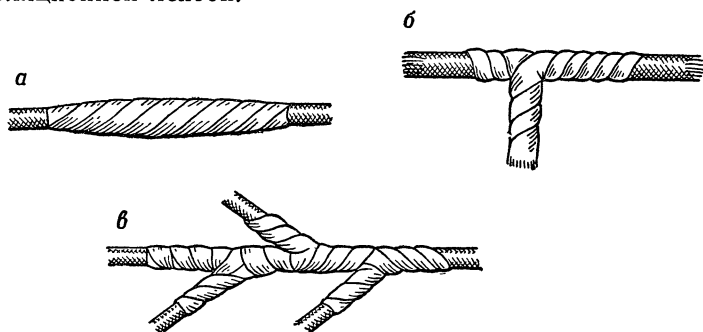


Рис. 22. Виды сростков проводов:
а — прямой; б — под углом; в — сетевой

Сростки под углом и сетевой применяются, когда к магистрали присоединяются ответвления. Порядок изготовления этих сростков такой же, как и прямого, только изоляция магистрального провода для сростка под углом снимается не на 4—5, а на 1 см, а для сетевого сростка провод оголяется на столько сантиметров, сколько концов будет к нему приращиваться.

При изготовлении сростков надо следить за тем, чтобы не перерезать проволочки жил, особенно при сращивании концевиков электродетонаторов с участковыми проводами.

При заблаговременной подготовке взрыва электровзрывные сети укладываются в ровики глубиной 25—50 см для предохранения от осколков снарядов, мин, механических повреждений и с целью маскировки. Закапывание проводов обязательно и при поспешном прокладывании электровзрывной сети на участках пересечения проводов с дорогами и тропами.

Как магистральные, так и участковые провода должны прокладываться со слабиной во избежание натяжения и разрывов жил проводов. Длина проводов принимается на 10—15% больше фактического расстояния между зарядами и до подрывной станции с учетом глубины заложения зарядов.

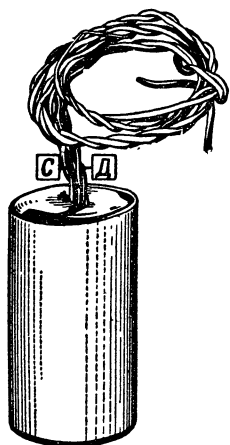


Рис. 23. Внешний вид грозозащитного прибора ГЗУ

Во время грозы в магистральных и участковых проводах электровзрывной сети возникают кратковременные электрические токи, которые при соответствующей величине могут вызывать взрыв электродетонаторов. Заглубление проводов в грунт способствует их защите от грозовых разрядов, при этом особенно тщательно проверяется качество изоляции, а места, где она нарушена, изолируются изоляционной лентой. Двужильный саперный провод лучше противостоит грозовым токам, чем одножильный. При выполнении сети из одножильных проводов их следует скручивать в один шнур или оба провода располагать на всем протяжении в одном ровике и обяза-

тельно связывать между собой. Концы магистральных проводов на подрывной станции должны разводиться в стороны и тщательно изолироваться.

Для защиты электровзрывных сетей от грозовых разрядов применяют специальные грозозащитные устройства ГЗУ (рис. 23), состоящие из неоновой разрядники и индуктивной катушки, заключенных в общем водонепроницаемом корпусе с двумя парами выводных проводов. Прибор ГЗУ защищает не сеть в целом, а каждый электродетонатор в отдельности и поэтому включается в электровзрывную сеть параллельно, перед каждым электродетонатором: провода с биркой «С» к сети, с биркой «Д» — к электродетонатору.

Расчет электровзрывных сетей

Перед изготовлением электровзрывной сети необходимо произвести ее расчет.

Целью расчета всякой электровзрывной сети является определение ее общего сопротивления. В дальнейшем можно найти силу тока в сети, зная напряжение на зажимах источ-

ника тока, или определить необходимое напряжение по принятой силе тока в сети.

Величины силы тока, напряжения и сопротивления связаны между собой законом Ома:

$$I_{\text{общ}} = \frac{V}{R_{\text{общ}}} \quad (1)$$

где $I_{\text{общ}}$ — сила тока в амперах (a);

V — напряжение на зажимах источника тока в вольтах (v);

$R_{\text{общ}}$ — сопротивление электровзрывной сети в омах (om).

В последовательной сети ток протекает по цепи не разветвляясь, т. е. в любой точке сети сила тока имеет одинаковую величину:

$$i_{\text{д}} = I_{\text{общ}}, \quad (2)$$

где $i_{\text{д}}$ — сила тока в одном электродетонаторе.

Для безотказного взрыва группы электродетонаторов, соединенных последовательно, сила тока в цепи должна быть не менее 1 a .

Сопротивление сети возрастает при удлинении проводов и увеличении количества электродетонаторов. Общее сопротивление всей последовательной сети равно сумме всех сопротивлений, составляющих сеть:

$$R_{\text{общ}} = r_{\text{м}} + r_{\text{уч}} + r_{\text{д}} \cdot n, \quad (3)$$

где $r_{\text{м}}$ — сопротивление магистральных проводов;

$r_{\text{уч}}$ — сопротивление участковых проводов;

$r_{\text{д}}$ — сопротивление электродетонатора в нагретом состоянии (принимается равным 2,5 om);

n — число электродетонаторов в сети.

При пользовании в качестве источника тока электрическими батареями также учитывается (прибавляется к общему сопротивлению) внутреннее сопротивление батарей, величина которого определяется по таблицам или непосредственным измерением.

Пользуясь формулами (1), (2) и (3), можно решить любую задачу по расчету последовательной электровзрывной сети.

Пример 1. Последовательная сеть состоит из 20 электродетонаторов и саперного провода, расстояния между зарядами 10 м, длина магистрали (от зарядов до подрывной станции) 500 м. Определить тип подрывной машинки, пригодный для взрыва.

Решение:

1) Сопротивление магистральных проводов в оба конца с учетом 10% слабины при сопротивлении 1 км провода, равном 25 ом,

$$r_m = \frac{25}{1000} \times 500 \times 2 \times 1,1 = 27,5 \text{ ом.}$$

2) Сопротивление 20 участков проводов при сопротивлении 1 км провода, равном 25 ом, с учетом 10% слабины

$$r_{уч} = \frac{25}{1000} \times 20 \times 10 \times 1,1 = 5,5 \text{ ом.}$$

3) Сопротивление 20 электродетонаторов

$$r_d = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ ом.}$$

4) Общее сопротивление сети

$$R_{общ} = 27,5 + 5,5 + 50 = 83 \text{ ом.}$$

5) Величина найденного сопротивления показывает, что для взрыва могут быть использованы машинки ПМ-1 и КПМ-2. Машинки ПМ-2 и ПМ-3 не годятся.

В параллельной сети ток, идущий по магистрали одним потоком, растекается затем по нескольким параллельным ветвям. Общая сила тока равна сумме величин токов во всех ветвях. Если сопротивления всех ветвей одинаковы, то и токи, проходящие по ним, будут равны между собой. В этом случае общая сила тока $I_{общ}$ будет равна

$$I_{общ} = m \cdot i_d, \quad (4)$$

где m — число параллельных ветвей;

i_d — ток, потребный для взрывания одиночного электродетонатора.

Для безотказного взрыва электродетонатора, включенного в параллельную сеть, сила тока в ветви должна быть не менее 0,5 а.

Общее сопротивление сети равно

$$R_{общ} = r_m + \frac{r_{уч} + r_d}{m}. \quad (5)$$

Если сопротивления ветвей не будут одинаковыми, их следует находить отдельно для каждой ветви. По формулам (1), (4) и (5) производится расчет параллельных электро-взрывных сетей с ветвями, имеющими одинаковое сопротивление.

Пример 2. Электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов общей длиной 300 м (в оба конца) и 15 ветвей с электродетонаторами длиной 10 м каждая. Провод-

ник — саперный. Определить силу и напряжение источника тока, потребного для взрывания всех электродетонаторов.

Решение:

1) Общая потребная сила тока

$$I_{\text{общ}} = 15 \times 0,5 = 7,5 \text{ а.}$$

2) Сопротивление магистральных проводов

$$r_{\text{м}} = \frac{300}{1000} \times 25 = 7,5 \text{ ом.}$$

3) Сопротивление проводов одной ветви

$$r_{\text{уч}} = \frac{10}{1000} \times 25 = 0,25 \text{ ом.}$$

4) Общее сопротивление сети

$$R_{\text{общ}} = 7,5 + \frac{0,25 + 2,5}{15} \approx 7,7 \text{ ом.}$$

5) Потребное напряжение на зажимах источника тока

$$V = 7,5 \times 7,7 = 57,8 \text{ в.}$$

При смешанных сетях расчетные формулы зависят от системы соединений электродетонаторов. Если сеть включает в себя несколько параллельных ветвей, имеющих равное сопротивление и состоящих из групп последовательно соединенных электродетонаторов, то расчеты ведутся по формулам:

1) Общее сопротивление сети

$$R_{\text{общ}} = r_{\text{м}} + \frac{r_{\text{уч}} + r_{\text{д}} \cdot n}{m}, \quad (6)$$

где $r_{\text{уч}}$ — сопротивление всех участков проводов одной параллельной ветви, имеющей n электродетонаторов;

m — число ветвей.

2) Общая сила тока

$$I_{\text{общ}} = m \cdot i_{\text{д}}. \quad (7)$$

Для безотказности взрыва всех электродетонаторов, включенных в ветвь смешанного соединения, сила тока в ветви не должна быть менее 1 а.

Пример 3. Смешанная электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов общей длиной 600 м и 3 ветвей, включающих в себя по 8 последовательно соединенных электродетонаторов. Провода — саперные. Электродетонаторы соединены между собой и с магистралью отрезками проводов длиной по 4 м. Определить силу тока и потребное на-

пряжение источника тока для взрывания всех электродетонаторов.

Решение:

1) Общая потребная сила тока

$$I_{\text{общ}} = 3 \times 1 = 3 \text{ а.}$$

2) Сопротивление магистральных проводов

$$r_{\text{м}} = \frac{600}{1000} \times 25 = 15 \text{ ом.}$$

3) Сопротивление участковых проводов в каждой ветви

$$r_{\text{уч}} = \frac{25}{1000} \times 8 \times 4 = 0,8 \text{ ом.}$$

4) Общее сопротивление сети

$$R_{\text{общ}} = 15 + \frac{0,8 + 8 \times 2,5}{3} = 21,9 \text{ ом.}$$

5) Потребное напряжение на зажимах источника тока

$$V = 3 \times 21,9 = 65,7 \text{ в.}$$

Работа команды по прокладыванию электровзрывной сети и оборудованию подрывной станции.

Команда, выделенная для изготовления и прокладки электровзрывной сети и оборудования подрывной станции, подразделяется на три расчета, выполняющих каждый определенную задачу. Первый расчет прокладывает магистраль, второй изготавливает участковую сеть, а третий производит оборудование подрывной станции.

Из поставленной командиром задачи старшему команды должно быть известно: местонахождение подрываемого объекта, количество одновременно взрываемых зарядов, тип соединений электровзрывной сети, место расположения подрывной станции, время готовности и сигналы связи. Работа каждого расчета организуется в соответствии с общей задачей команды.

Первый расчет выполняет следующие операции:

— получает с полевого склада саперный провод и омметры, проверяет их и, если нужно, производит исправление порывов и ремонт изоляции проводов;

— ознакамливается с местом расположения подрывной станции, подрываемым объектом и направлением укладки магистрали;

— концы проводов магистрали привязывает со слабиной у подрываемого объекта;

— разматывает катушку с проводом до подрывной станции; если провода одной катушки недостаточно, то сращивает с ним провод второй катушки;

— по окончании прокладки проверяет провода магистрали малым омметром, затем концы проводов разъединяет и тщательно их изолирует;

— вдоль проложенных проводов магистрали отрывает траншею глубиной 40—50 см;

— укладывает провода в отрытую траншею, засыпает грунтом и маскирует;

— повторяет проверку проводов малым омметром.

Для надежности взрыва желательно проложить запасную магистраль на случай повреждения основной. Правила укладки запасной магистрали такие же, как и для основной. Дублирование взрыва может быть осуществлено и огневым способом, для чего, кроме электровзрывной, прокладывают еще сеть из детонирующего шнура, закапывая ее в траншею.

Второй расчет выполняет следующие операции:

— получает с полевого склада требуемое количество (с запасом) электродетонаторов, омметры, а при надобности и калибровку; за хранение и учет электродетонаторов отвечает старший расчета;

— ознакабливается с подрываемым объектом, местами расположения зарядов и началом магистральной сети;

— нарезает концевики участковых проводов нужной длины;

— укладывает провода на объекте по схеме, указанной командиром;

— укрепляет на подрываемом объекте или около него электродетонаторы с таким расчетом, чтобы они находились не ближе 1 м от зарядов;

— сращивает проводники электродетонаторов с концевиками участковых проводов, не делая изоляции сростков;

— с разрешения старшего команды проверяет участковую сеть по элементам и в целом наружным осмотром и малым омметром, устраняя обнаруженные неисправности;

— производит изоляцию всех сростков;

— по указанию командира присоединяет участковую сеть к магистральным проводам.

Третий расчет выполняет следующие операции:

— получает с полевого склада подрывные машинки, про-

веряет их исправность и ключи от машинок сдает старшему команды; машинки находятся под охраной одного из солдат;

— в указанном командиром районе выбирает место для подрывной станции;

— производит отрывку укрытия для защиты людей и материальной части от огня противника и обломков подрываемого объекта.

После проверки магистральных проводов к их изолированным концам из состава третьего расчета выставляется часовой, который никого к ним не допускает без личного приказа старшего команды; под охраной этого же часового находятся и подрывные машинки или другие источники тока. Батареи и аккумуляторы хранятся на подрывной станции в ящике под замком, ключ от которого находится у старшего команды.

При последовательной электровзрывной сети по выполнении первым и вторым расчетами всех операций с подрывной станции производится проверка исправности всей сети малым омметром. Для проверки исправности параллельной или смешанной электровзрывной сети необходимо измерить большим омметром отдельно сопротивления магистральных линий и последовательных участков ветвей с электродетонаторами, а также общее сопротивление сети, после чего произвести расчет общего сопротивления сети по теоретическим формулам. Если величины рассчитанного и фактически замеренного общего сопротивления сходятся, значит сеть исправна.

Приведенный примерный порядок работы команды по прокладыванию электровзрывной сети и оборудованию подрывной станции представляет собой лишь один из вариантов. Возможен и другой порядок работ. В частности, если команда малочисленна, она на расчеты не подразделяется, а выполняет операции поочередно: сначала первого, затем второго и, наконец, третьего расчетов.

4. МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

Механический способ взрывания применяется главным образом для взрывания различных мин, но при неимении принадлежностей для огневого или электрического способа может быть использован в подрывном деле для взрывания одиночных зарядов.

При механическом способе взрывания используется любой взрыватель натяжного действия, например, модернизи-

рованный упрощенный взрыватель (МУВ) с запалом МД-2 или МД-5. Устройство и действие ударного механизма взрывателя МУВ описаны выше (см. стр. 30). Запал МД-2 представляет собой сочетание капсюля-воспламенителя с капсюлем-детонатором № 8, соединенных ниппелем, имеющим резьбу для свинчивания с ударным механизмом взрывателя. Запал МД-5 отличается от запала МД-2 тем, что нижний конец его ниппеля имеет вторую, наружную резьбу для ввинчивания запала во втулку подрывной шашки или стандартного заряда.

Взрывание заряда с помощью взрывателя МУВ производится в такой последовательности:

— на шток взрывателя надевают предохранительную трубку и вставляют шпильку в верхнее отверстие штока;

— ввинчивают запал МД-2 или МД-5 в корпус взрывателя;

— укрепляют снаряженный взрыватель в запальном гнезде заряда;

— к боевой чеке взрывателя привязывают шпагат или проволочку, второй конец которой должен находиться на пункте управления взрывом;

— осторожно вытаскивают шпильку и снимают предохранительную трубочку;

— отходят на пункт управления взрывом и по команде старшего натяжением шпагата выдергивают боевую чеку.

5. ВЗРЫВАНИЕ ДЕТОНАЦИЕЙ НА РАССТОЯНИИ

Детонацией на расстоянии называется такой способ взрывания, при котором от взрыва одного заряда (активного) взрываются и другие заряды (пассивные), находящиеся от первого на некотором удалении. Заряды между собой ничем не соединены. Активный заряд взрывается огневым, электрическим или механическим способом. В запальное гнездо пассивного заряда вставляется оживляющий капсюль-детонатор, открытое дульце которого должно быть обращено точно к активному заряду.

Расстояние, на которое можно удалить пассивный заряд от активного, зависит от величины последнего. При одной большой тротиловой шашке расстояние между зарядами берется не более 0,5 м, при 2—4 больших шашках — 1 м. Если заряды на подрываемом объекте находятся на большом уда-

лении один от другого, то между ними ставятся промежуточные заряды (рис. 24) на допустимых расстояниях.

Способ взрывания по детонации применим только на воздухе, причем между активным и пассивным зарядами не

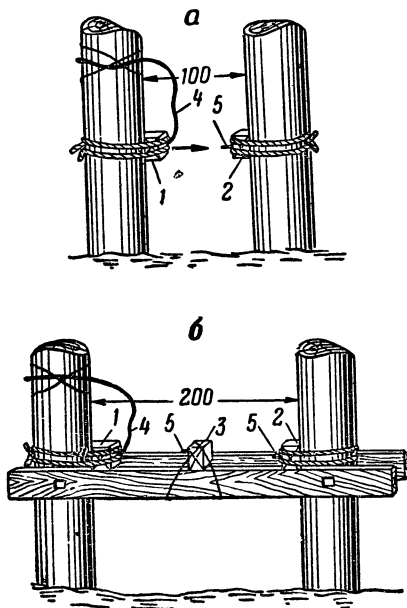
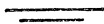


Рис. 24. Взрывание детонацией на расстоянии:

a — без промежуточного заряда; *b* — с промежуточным зарядом; 1 — активный заряд; 2 — пассивный заряд; 3 — промежуточный заряд; 4 — зажигательная трубка; 5 — капсюль-детонатор

должно находиться никаких предметов, ибо они могут ослабить или задержать взрывную волну. Поэтому в воде или грунте, где взрывная волна гасится средой, указанный способ неприменим.



ГЛАВА IV

СОСТАВЛЕНИЕ ЗАРЯДОВ И ИХ КРЕПЛЕНИЕ НА ПОДРЫВАЕМЫХ ОБЪЕКТАХ

Зарядом называется определенное количество взрывчатого вещества, подготовленное для производства взрыва.

В зависимости от вида подрываемого объекта, расположения на нем заряда, типа имеющегося ВВ и условий взрыва заряду придают ту или иную форму, наиболее выгодную для данного случая взрыва. По форме различают заряды: сосредоточенные, удлиненные, фигурные и кумулятивные.

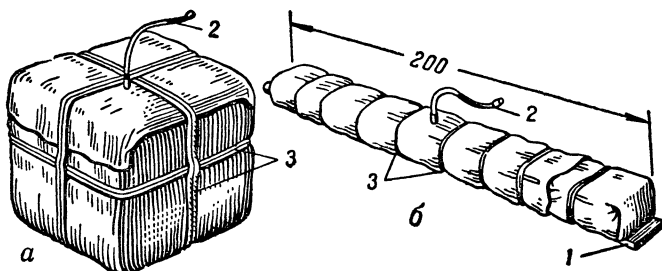


Рис. 25. Заряды взрывчатых веществ из подрывных шашек, обернутых тканью или бумагой:

1 — доска; 2 — зажигательная трубка; 3 — бечевка или вязальная проволока

Сосредоточенные заряды (рис. 25, а) имеют примерно одинаковую ширину, высоту и длину, приближаясь по форме к кубу или шару.

Удлиненные заряды (рис. 25, б) имеют длину, во много раз превышающую ширину и высоту.

Фигурные заряды могут иметь самую разнообразную форму, позволяющую плотно прилегать к фигурной поверх-

ности подрываемого объекта. Например, для подрывания стальной клепаной балки использован фигурный заряд, показанный на рис. 29.

Кумулятивные заряды (рис. 26) в отличие от всех других имеют выемку в форме конуса или полушария, благодаря которой образующиеся при взрыве газообразные продукты сосредоточиваются (кумуляруются) в узкую струю, направленную по оси выемки. Разрушительная способность кумулятивной струи значительно превосходит силу взрыва обычного заряда такой же величины.

При использовании кумулятивными зарядами следует иметь в виду три характерные особенности, которыми они обладают:

— наибольшей силы кумулятивная струя достигает в некотором удалении от заряда; поэтому кумулятивные заряды никогда не прикладывают вплотную к подрываемому объекту, а располагают на таком расстоянии, которое обеспечивает образование мощной кумулятивной струи;

— если поверхность выемки покрыть стальной облицовкой, то сила кумулятивной струи увеличится; эта особенность использована в кумулятивных зарядах заводского изготовления;

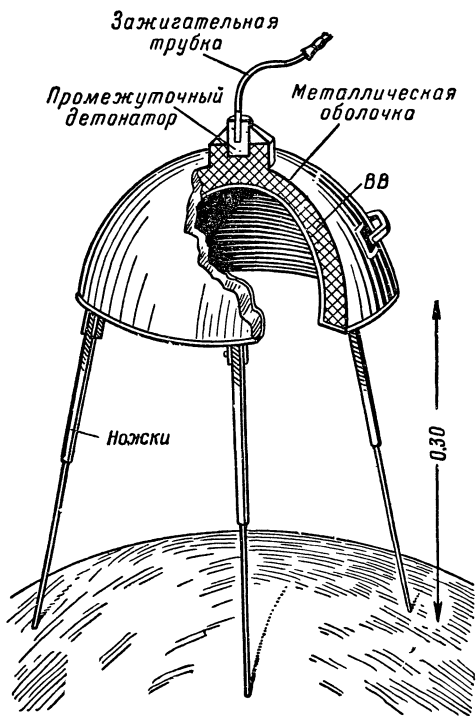


Рис. 26. Стандартный кумулятивный заряд весом 10 кг, установленный на объекте

лицовкой, то сила кумулятивной струи увеличится; эта особенность использована в кумулятивных зарядах заводского изготовления;

— кумулятивный эффект достигается лишь при правильном расположении детонатора в заряде — он должен находиться в центре заряда, со стороны, противоположной выемке.

Для подрывных работ заряды могут изготавливать сами войска, используя табельные подрывные шашки, брикеты или порошкообразное ВВ. Кроме самодельных, применяются готовые стандартные заряды заводского изготовления.

Заряды из шашек и брикетов в большинстве случаев делаются без оболочек. Шашки связываются между собой веревкой, шпагатом, мягкой проволокой или изоляционной лентой.

При изготовлении сосредоточенных и удлиненных зарядов руководствуются правилом, что высота заряда не должна быть больше его ширины. Слишком большая высота заряда не увеличивает его разрушительную способность по отношению к подрываемому объекту, так как энергия взрыва верхних слоев ВВ преимущественно рассеивается в воздух.

При изготовлении удлиненного заряда берут узкую доску, рейку или тонкую жердь и привязывают к ней шашки (лучше 400-граммовые) или брикеты, уложенные в ряд вплотную друг к другу. Шашки располагают лежа или стоя. При таком их расположении на 1 пог. м заряда приходится 10—20 400-граммовых шашек, что составляет 4—8 кг ВВ. Для удобства переноски и прочности длина удлиненного заряда не должна превышать 3 м, а вес 20—25 кг.

Можно сделать удлиненный заряд на колесах, закрепив их на оси, прибитой к низу одного конца доски. Другому концу доски придается форма ручки, держа за которую можно передвигать заряд. Зимой вместо колес к доске приделываются полозья.

Фигурные заряды чаще всего крепят на самом объекте, стараясь, чтобы против более толстых частей объекта приходилось больше ВВ.

При изготовлении зарядов очень важно следить за тем, чтобы шашки укладывались запальными гнездами наружу.

В оболочках делают заряды из порошкообразного ВВ для придания им желаемой формы. В целях более удобного крепления к объекту иногда заряды из шашек и брикетов также помещают в оболочки. Применение оболочек обязательно для зарядов, предназначенных для взрывов в воде и в сыром грунте, особенно из гигроскопичного ВВ.

В качестве водонепроницаемых оболочек могут применяться резиновые, прорезиненные и осмоленные мешки, осмоленные деревянные ящики и бочки, пластмассовая, металлическая и стеклянная тара.

Водонепроницаемая оболочка из мешковины изготавливается следующим образом: мешок набивается соломой, сеном или опилками, наружная сторона его покрывается смолой, и, когда смола остынет, набивка из мешка вытряхивается. Сначала в оболочку насыпается половина ВВ, предназначенного для заряда. Затем кладется подрывная шашка со вставленной в нее зажигательной трубкой (или электродетонатором), засыпается оставшая часть ВВ, верхняя часть мешка туго завязывается шпагатом и обмазывается смолой. Огнепроводный шнур или провода электродетонатора выводятся из мешка через горловину.

Если в качестве водонепроницаемых оболочек используются деревянные ящики или бочки, то их осмаливают внутри и снаружи. Так же, как и в мешок, взрывчатое вещество засыпают в два приема, помещая в центре заряда запальную шашку. Ящик или бочка имеет двойную крышку с отверстиями для пропуска огнепроводного шнура или проводов электродетонатора. В промежутке между крышками шнур (или провод) должен иметь петлю, чтобы капсюль-детонатор не выдергивался из запального гнезда шашки.

Стандартные заряды заводского изготовления бывают сосредоточенные, удлинённые и кумулятивные.

Стандартные сосредоточенные заряды выпускаются весом 1 и 3 кг и представляют собой жестяные оболочки, заполненные тротилом. Заряды имеют запальные гнезда с резьбовыми втулками, позволяющими применять стандартные зажигательные трубки и взрыватели с запалом МД-5. Для удобства переноски заряды имеют ручки.

Стандартные удлинённые заряды состоят из отдельных звеньев — металлических трубок длиной 1 или 2 м, наполненных ВВ. Вес ВВ, приходящегося на 1 пог. м заряда, составляет 2,88 кг. С помощью переходных муфт (колец) звенья можно между собой соединять до требуемой длины.

Стандартные кумулятивные заряды содержат 10 кг ВВ повышенной мощности в металлическом корпусе, имеющем кумулятивную выемку со стальной облицовкой. Для установки на подрываемом объекте в наимыгоднейшем от него удалении заряды имеют три складных ножки. Сбоку имеется ручка для переноски. Кумулятивные заряды служат для пробивания сквозных отверстий в железобетонных и броневых стенах и покрытиях фортификационных сооружений.

Заряды для подрывания объектов могут быть наружными (накладными) и внутренними.

Наружные заряды не требуют предварительной подготовки объекта, и поэтому взрыв их производится просто и быстро. Наружные заряды просто прикладываются к поверхности подрываемого объекта, а если это необходимо, то и крепятся к месту установки. Крепление зарядов осуществляется самыми разнообразными приемами: веревкой, шпагатом, мягкой (вязальной) проволокой, липкой бумажной или изоляционной лентой, прибиванием оболочки или доски, к которой привязан заряд, и т. п.

Крепление заряда должно обеспечивать плотное его прилегание к поверхности подрываемого элемента. Только в этом случае рассчитанный по формуле заряд перебьет полностью требуемый элемент. Кроме того, крепление должно быть достаточно прочным и надежным, выдерживать тяжесть заряда, не давать отвисать или сползать заряду со временем. Для более плотного прилегания производят расклинивание веревок путем подкладывания под них щепок или палок. Для лучшего прилегания заряда к бревнам делают стеску (рис. 27).

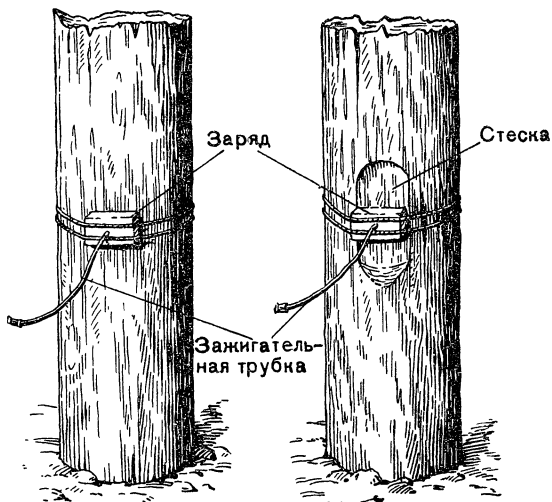


Рис. 27. Расположение наружного заряда для подрывания дерева

Производя крепление заряда, нельзя забывать о запальных гнездах, расположение которых должно быть удобным для вставления зажигательной трубки или электродетонатора.

Для перебивания свай под водой заряд привязывают к доске или жерди, подводят к свае и прикрепляют доску к свае над поверхностью воды. Зажигательная трубка или детонирующий шнур привязывается вдоль доски. Подобным образом поступают при подрывании льда и вообще в тех случаях, когда подрывнику трудно или невозможно подобраться к месту размещения заряда.

Действие наружных зарядов может быть усилено применением так называемой **забивки**. Сущность забивки состоит в том, что у заряда, плотно прилегающего одной или несколькими сторонами к подрываемому объекту, открытые поверхности засыпаются грунтом или каким-либо еще материалом. Забивка как бы отражает образующиеся при взрыве газообразные продукты взрыва и заставляет их действовать в желаемом для нас направлении. Влияние забивки заметно сказывается тогда, когда толщина ее не меньше толщины перебиваемого элемента. При подрывании металла или железобетона толщину забивки из грунта следует делать еще больше.

Чем больше у заряда поверхностей, соприкасающихся с подрываемым объектом, тем сильнее его разрушающее действие. Таким образом, наивыгоднейшим местом для заряда является его расположение в теле подрываемого объекта. Заряды такого типа называются **внутренними** и всегда делаются с забивкой. Во внутренних зарядах успешно применяются ВВ пониженной мощности.

При всей предпочтительности внутренних зарядов наружным их применение в боевых условиях затрудняется тем, что требуется предварительная выделка специальных камер для заряда, что является весьма трудоемкой операцией.

Зарядные камеры выделяются разных размеров и глубин в виде ниш, рукавов, борозд, минных колодцев (шурфов) или шпуров.

Ниша представляет собой небольшую выемку в стене сооружения или грунте, имеющую объем, равный объему заряда.

Рукав — более длинная горизонтальная выемка, протяжение которой составляет $\frac{1}{3}$ или $\frac{2}{3}$ толщины подрываемой стены. Для удобства закладывания зарядов диаметр рукава должен быть не менее 10 см.

Борозды имеют вид продолговатых ниш. Они служат для размещения удлиненных зарядов. Забивку таких зарядов удобно делать из досок.

Минные колодцы (шурфы) отрываются в грунте и имеют квадратное или прямоугольное сечение в плане со сторонами не менее 1 м. Заряд укладывают непосредственно на дно колодца или в камеру, отрываемую в боковой стороне.

Шпур — это канал цилиндрической формы, пробуриваемый или просверливаемый в подрываемом материале. Выделка ниш, камер, рукавов и шпуров может производиться вручную, механическим способом или взрывом небольших зарядов.

Для ручного бурения применяются земляные буры, шлямбур для кирпича, бурава для дерева и мягких пород, сверла для камня и бетона, ложки для очистки шпура от буровой муки и другие инструменты.

Из механических средств могут применяться пневматические бурильные молотки. В мягких породах допускается бурение пневмо- и электросверлами.

Для внутренних зарядов надо стремиться использовать имеющиеся выемки в сооружениях и грунте.

ГЛАВА V

КАК РАССЧИТАТЬ ВЕЛИЧИНУ ЗАРЯДА

При подрывании того или иного объекта надо правильно определить, какой величины заряд требуется для взрыва. Если величина заряда окажется недостаточной, то подрывник не выполнит возложенной на него задачи; если же заряд велик, то будет напрасная трата взрывчатого вещества.

Чтобы рассчитать величину заряда, подрывник должен принять во внимание ряд обстоятельств, важнейшими из которых являются: материал подрываемого объекта и его толщина, мощность взрывчатого вещества, способ подрывания (расположения заряда на объекте) и желаемые результаты (полное или частичное разрушение). Подробные указания по расчету зарядов приводятся в соответствующих разделах учебников подрывного дела. В этой главе читатель найдет лишь некоторые простейшие формулы для расчета зарядов, преимущественно наружных. Для удобства пользования они расположены по виду материала подрываемого объекта.

1. ПОДРЫВАНИЕ ДЕРЕВА

Величина наружного заряда для подрывания дерева зависит от породы дерева и его влажности, толщины перебиваемого элемента и мощности ВВ.

Для подрывания сухих бревен, свай, столбов из дерева средней твердости (сосна, ель) вес заряда ВВ нормальной мощности в граммах равен диаметру бревна в сантиметрах, возведенному в квадрат (т. е. умноженному на себя). Это правило выражается формулой

$$C = d^2 \quad (8)$$

где C — вес заряда ВВ в г;
 d — диаметр бревна в см.

Для сухого дерева твердых пород (дуб, клен, береза, бук), для сырого (на корню) дерева всех пород, а также при диаметрах более 40 см заряд увеличивают в полтора — два раза. Если применяется ВВ пониженной мощности, то заряд увеличивают еще в два раза.

Для дерева слабых пород (осина) величину заряда уменьшают на 20%.

При подрывании сваи под водой заряд берут в два раза меньше по сравнению с зарядом для перебивания такого же бревна на воздухе. Это объясняется тем, что вода в данном случае играет роль забивки и действие взрыва в сторону сваи усиливается.

При подсчете по этой и другим формулам полученная величина заряда при необходимости округляется в большую сторону до целого числа подрывных шашек.

Пример. Требуется подорвать клен на корню диаметром 23 см. ВВ — тротилловые шашки. Вес заряда $23 \times 23 \times 1,5 = 793,5$ г (коэффициент 1,5 взят на твердость и влажность), округляем — 800 г, т. е. две большие или четыре малые шашки.

Если заряд получается большой, то его лучше разместить по окружности дерева.

Для **перебивания брусев** вес заряда взрывчатого вещества в граммах берется равным площади поперечного сечения бруса в квадратных сантиметрах. Это выражается формулой

$$C = a \times h \quad (9)$$

где C — вес заряда ВВ в г;

a — толщина бруса в см;

h — высота бруса в см.

Твердость породы и влажность древесины учитываются так же, как и при подрыве бревен. Составные прогоны из брусев при расчете заряда принимаются за целые.

Пример. Требуется подорвать сухой сосновый брус толщиной 30 см, шириной 50 см зарядом из аммотола. Вес заряда будет $30 \times 50 \times 2 = 3$ кг (коэффициент 2 взят с учетом пониженной мощности ВВ).

Заряду для перебивания бруса следует придавать удлиненную форму и располагать так, чтобы он своей длиной перекрывал всю широкую грань бруса.

При корчевке пней заряд берется из расчета: 10—20 г ВВ нормальной мощности на 1 см диаметра пня у поверхности земли. Заряды располагают в скважинах, желательно под серединой пня. Если заряд в одной скважине не помещается, делают вторую, и заряды взрывают одновременно. Скважины делают с помощью лома, кирко-мотыги или бурового инструмента.

После укладки заряда и установки зажигательной трубки или электродетонатора производят забивку скважины грунтом, осторожно уплотняя его.

При устройстве лесных завалов заряды к деревьям привязывают с той стороны, в которую должно упасть дерево. Крепление зарядов производят на высоте 1 м с тем, чтобы образующиеся пни служили дополнительным противотанковым препятствием. Для одновременного образования завала при взрыве заряды соединяются между собой отрезками детонирующего шнура.

2. ПОДРЫВАНИЕ МЕТАЛЛА

Подрывание металлических элементов лучше производить удлиненными и фигурными зарядами, прилегающими к подрывным элементам по всей длине сечения (рис. 28), а при недостатке времени на вязку зарядов взрывают сосредоточенными зарядами.

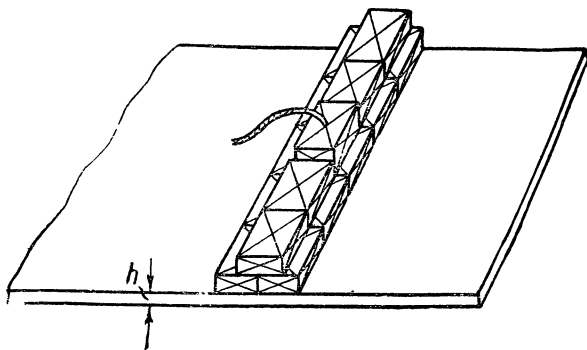


Рис. 28. Расположение удлиненного заряда из малых подрывных шашек для перебивания стального листа

При перебивании стальных листов удлиненными зарядами вес ВВ определяется из расчета толщины листа и площади перебиваемого поперечного сечения.

Для листов толщиной до 2,5 см — по 25 г ВВ нормальной мощности на 1 см² площади поперечного сечения:

$$C = 25 F \quad (10)$$

Для листов толщиной от 2,5 до 10 см — по 10 · h граммов ВВ на 1 см² перебиваемого сечения:

$$C = 10 \cdot h \cdot F \quad (11)$$

где C — вес заряда ВВ в г;

F — площадь перебиваемого поперечного сечения (в квадратных сантиметрах), получаемая умножением ширины листа на его толщину;

h — толщина листа в см.

Дробные размеры толщины округляются в большую сторону до целого числа сантиметров.

Если лист перебивается не удлиненным, а сосредоточенным зарядом, величина заряда увеличивается еще в два раза.

Пример. Требуется перебить удлиненным зарядом стальную полосу толщиной 2 см и шириной 60 см. Вес заряда будет $25 \times 2 \times 60 = 3000$ г, т. е. 15 малых шашек. Поскольку длина заряда должна быть 60 см, а длина одной шашки 10 см, то шашки уложатся: 2 ряда по 6 шашек и один — из 3 шашек.

В том случае, если листы составные и между ними имеется воздушный промежуток, то за расчетную толщину листа принимают сумму толщин обоих листов и воздушного промежутка. Высоту головок заклепок с одной стороны листа прибавляют к толщине перебиваемого листа.

Броневые плиты перебиваются зарядами, увеличенными вдвое.

Стальные балки представляют собой прокатную деталь или составную, состоящую из нескольких ли-

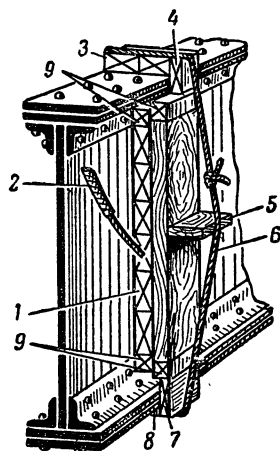


Рис. 29. Расположение заряда для перебивания стальной фигурной клепаной балки:

1 — удлиненный заряд на стенке балки; 2 — зажигательная трубка; 3 — заряд на верхней полке; 4 и 7 — соединительные шашки; 5 — распорка; 6 — обвязка; 8 — заряд на нижней полке; 9 — большая шашка для перебивания углов

стов металла. Расчет зарядов для перебивания балок производят, как и для отдельных стальных листов, причем на каждую пару прилегающих к полке уголков добавляются 2—4 большие шашки. Заряды делаются, как правило, фигурными, они составляются и связываются отдельно для стенок с уголками и отдельно для верхней и нижней полок. Для обеспечения одновременного взрыва в углах элементов устанавливаются соединительные шашки (рис. 29).

Плотное прилегание зарядов к стенке и полкам достигается установкой распорок между веревкой и доской.

Если величина заряда для подрывания балки достаточно велика, целесообразно обкладывать балку шашками с обеих сторон, но располагая шашки одной стороны против шашек другой стороны со сдвигом, чтобы при взрыве происходило перерезание балки в месте сдвига.

Подрывание **стальных тросов** производится двумя зарядами, подвезанными с двух диаметрально противоположных сторон со сдвигом одного относительно другого.

Величина каждого заряда определяется по формуле

$$C = 50 d^2 \quad (12)$$

где C — вес заряда ВВ нормальной мощности в г;

d — диаметр перебиваемого троса в см.

При диаметре троса более 4 см величина заряда удваивается.

3. ПОДРЫВАНИЕ КИРПИЧА, КАМНЯ И БЕТОНА

Заряды для подрывания кирпича, камня, бетона и железобетона могут быть наружными или внутренними. Наружные заряды применяются при ускоренном подрывании объектов, но требуют большего расхода ВВ, чем внутренние заряды. Внутренние заряды для своего помещения в толщу материала нуждаются в специальных углублениях (нишах, рукавах, шпурах), изготовление которых весьма трудоемко.

По форме заряды могут быть сосредоточенными или удлиненными. Удлиненные заряды применяются лишь при малых толщинах подрываемых стен. Если же требуется осуществить разрушение толстых стен на некотором протяжении, то размещают ряд сосредоточенных зарядов, взрываемых одновременно.

Как наружные, так и внутренние заряды должны иметь забивку. Свободное от заряда место в шпуре или в рукаве

заполняется землей. Наружные заряды перед взрывом также следует засыпать землей или прикрыть мешками с песком.

Величина зарядов для подрывания кирпичных, каменных и бетонных стен рассчитывается по формулам:

Для сосредоточенных зарядов

$$C = A \cdot B \cdot R^3 \quad (13)$$

Для удлиненных зарядов

$$C = A \cdot B \cdot R^2 \cdot L \quad (14)$$

где C — вес заряда $ВВ$ в кг;

R — необходимый радиус разрушения в м;

A — коэффициент, зависящий от прочности материала и вида $ВВ$;

B — коэффициент расположения заряда и степени забивки;

L — длина заряда в м.

При наружном заряде за необходимый радиус разрушения принимается полная толщина стены в том месте, к которому приложен заряд.

При расположении заряда в рукаве или шпуре за необходимый радиус принимается расстояние от центра заряда до поверхности стены, которую нужно пробить насквозь. Так, например, если заряд находится в шпуре, глубина которого равна $1/4$ толщины стены, необходимым радиусом разрушения будут оставшиеся $3/4$ толщины.

Значения коэффициентов A и B для наиболее часто встречающихся условий приведены ниже.

Коэффициент A
(для $ВВ$ нормальной мощности)

Каменистый грунт	0,77
Скала известковая	1,11
Скала гранитная	1,34
Кладка кирпичная на известковом растворе крепкая	1,08
Кладка кирпичная на цементном растворе	1,24
Каменная кладка из естественного камня	1,45
Бетон	1,80

Коэффициент *B*

На поверхности (наружный заряд) без забивки	9
На поверхности с забивкой из грунта	5,0
В нише без забивки	6,0
В нише с забивкой	4,5
В рукаве на $\frac{1}{3}$ толщины подрываемого элемента:	
без забивки	1,7
с забивкой	1,5
В середине подрываемого элемента:	
без забивки	1,3
с забивкой	1,15

Дробление отдельных камней объемом до 5 м^3 производят наружными зарядами, вес которых берется из расчета 2 кг ВВ нормальной мощности на 1 м^3 камня. Заряд укладывают сверху на камень, желательно в трещину или расщелину. Если заряды располагаются в шпурах, то на 1 м^3 камня вес заряда ВВ берется в 16 раз меньше, чем при наружном заряде.

4. ОСОБЕННОСТИ ПОДРЫВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Ввиду того, что железобетон по своей структуре не однороден, имеются существенные особенности в его подрывании. Полное перебивание железобетона, т. е. выбивание бетона и перерезание арматуры одним взрывом, требует чрезмерно больших зарядов, поэтому такой способ в практике подрывного дела применяется очень редко.

Обычно при подрывании железобетонных элементов наружными зарядами ограничиваются выбиванием бетона, оставляя арматуру непорезанной. Величина заряда при таком случае рассчитывается по формуле для подрывания камня, причем значение коэффициента *A* принимается равным 5. Роль забивки из грунта при взрыве наружных зарядов снижается, поэтому коэффициент *B* принимается равным 6,5. Для образования сквозной брешки в бетоне (например, при подрывании покрытия долговременного оборонительного сооружения) заряд, рассчитанный по указанной формуле, увеличивают в 2—3 раза. Величину заряда также удваивают при подрывании железобетонного покрытия с противооткольной арматурой из рельсов, стальных балок и т. п.

Если необходимо перебить также и арматуру, то практикуется способ двойных взрывов: первым зарядом выбивают бетон, а вторым перебивают арматуру. Величину

второго заряда рассчитывают по формулам для перебивания металла.

При наличии достаточного времени железобетон может подрываться внутренними зарядами, причем шашки располагают по всей длине шпура, возможно ближе к арматуре.

5. ВЗРЫВЫ В ГРУНТАХ

Взрывные работы в грунтах могут проводиться с различными целями. В одних случаях производят взрывание на выброс с образованием воронки, в других — взрывание для рыхления, при котором подорванная порода или грунт не выбрасывается, а дробится.

Взрывы в грунтах являются старейшим видом подрывных работ, в котором сохранилась своя специфическая терминология. С некоторыми ее понятиями нужно быть знакомым.

Заряд ВВ, заложенный в грунт и подготовленный к взрыву, называется **горном**. Глубина заложения заряда в грунт, т. е. кратчайшее расстояние от центра заряда до поверхности грунта, называется **линией наименьшего сопротивления (ЛНС)**.

Отношение радиуса образующейся при взрыве воронки к линии наименьшего сопротивления называется **показателем действия горна**.

В зависимости от показателя действия горны бывают (рис. 30):

— **нормальный** (простой), при котором радиус воронки равен линии наименьшего сопротивления;

— **усиленный**, при котором радиус воронки больше линии наименьшего сопротивления;

— **уменьшенный**, при котором радиус воронки меньше линии наименьшего сопротивления;

— **выпирающий**, при котором воронки не образуется, но на поверхности земли заметно **вспучивание** грунта;

— **камуфлет**, при котором никакого наружного действия не проявляется, лишь на глубине, в месте расположения взорванного заряда, образуется **пустота** в результате уплотнения грунта газообразными продуктами взрыва.

При подрывных работах на выброс применяют обычно ВВ пониженной мощности, взрывая нормальные или усиленные горны. Расчет этих горнов производится по формуле

$$C = A \cdot b \cdot r^3 \quad (15)$$

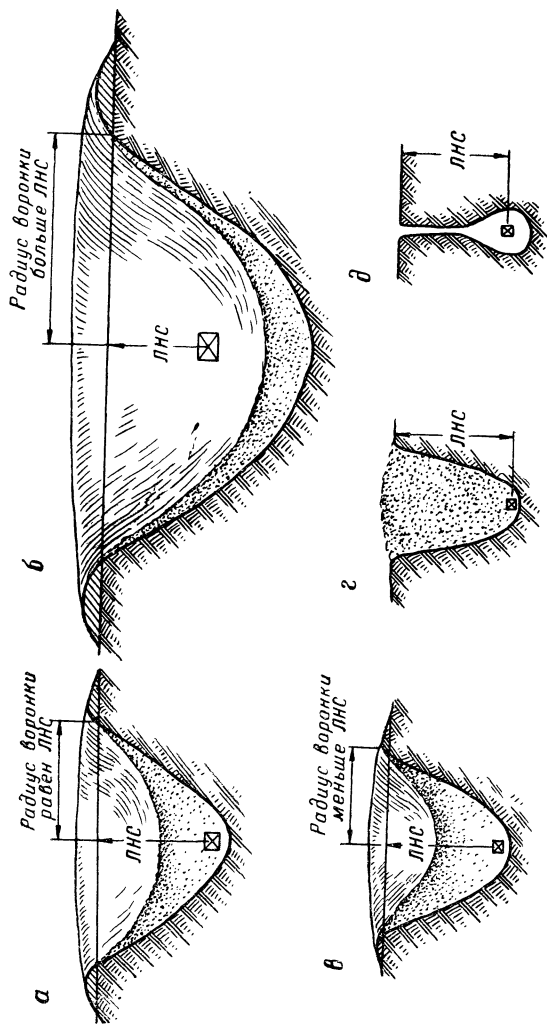


Рис. 30. Различные горы:
 а — нормальный (простой); б — усиленный; в — уменьшенный; г — выпирающий; д — камуфлет

где C — вес заряда ВВ в кг;

r — радиус воронки в м;

A — коэффициент, зависящий от характера грунта и его состояния (см. раздел 3 настоящей главы «Подрывание кирпича, камня и бетона»);

b — коэффициент, зависящий от показателя горна.

При нормальном горне этот коэффициент равен 1,70; при полуторном — 1,60—1,50; при двойном — 1,55—1,65.

При рыхлении грунта и дроблении пород, а также для разрушения подземных сооружений применяют выпирающие горны и камуфлеты.



ГЛАВА VI

ПОДРЫВАНИЕ ДОРОГ И ДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Дороги разрушают, как правило, в узких местах, где трудно сделать объезд и потребуется много времени для восстановления. Такими местами являются насыпи, выемки, участки дорог, идущие по склонам гор, по болоту и в густом лесу.

В первую очередь подлежат разрушению искусственные сооружения на шоссе и железных дорогах. К ним относятся мосты, виадуки, водопропускные трубы, туннели, подпорные стенки.

1. ПОРЧА ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

В непроезжее состояние дорогу приводят путем устройства на ней воронок такого размера, чтобы диаметр их захватывал всю ширину проезжей части и обочин (рис. 31).

Величина заряда рассчитывается по формуле для взрыва в грунтах. При ширине дорожного полотна до 6 м воронку устраивают взрывом одного заряда, укладываемого посередине дороги. При большей ширине дорога разрушается двумя и более зарядами. Заряды закладывают в колодцы, отрываемые на глубину 2—2,5 м.

На дорогах, проходящих в глубоких выемках (при высоте откосов 5 м и более), горных ущельях и на склонах гор бывает выгоднее вместо воронок делать обвалы. Для обрушения откоса заряд помещают от края откоса на глубину не менее 3 м (рис. 32). Галерею располагают горизонтально у основания откоса.

Воронки и обвалы лишь тогда могут считаться серьезным препятствием для противника, если на дороге их не-

сколько. Расстояния между отдельными воронками и обвалами принимают примерно 100—200 м.

Удобными местами для разрушения дорожного полотна являются водопропускные трубы, которые подрывают сосре-



Рис. 31. Воронка на шоссе, образованная взрывом крупного сосредоточенного заряда ВВ. 1943 г.

доточенными зарядами, располагаемыми внутри трубы или в колодцах над трубой.

Трубы небольшие (с отверстием, имеющим поперечное сечение до 2 м^2) выгоднее подрывать зарядом, расположенным внутри, под серединой дорожного полотна. Количество ВВ в заряде для бетонных труб определяется из расчета

2 кг ВВ нормальной мощности на 1 м³ внутреннего объема трубы. Заряд при этом должен плотно примыкать к потолку или замку свода (рис. 33), а концы трубы должны быть забиты мешками с землей на длину 1—2 м каждый.

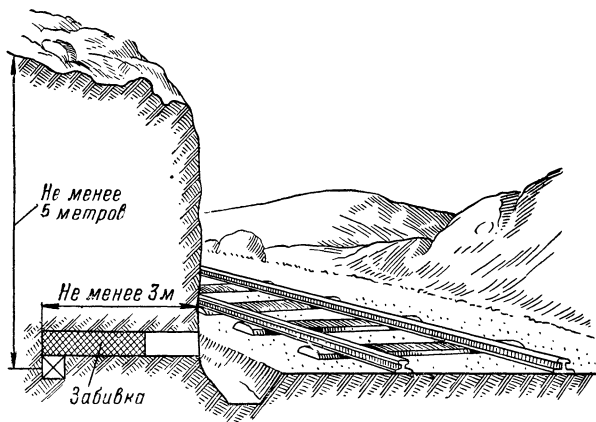


Рис. 32. Заряд в минной галерее для устройства обвала на дороге

Трубы с отверстием более 2 м² выгоднее подрывать сосредоточенными зарядами, расположенными над трубой в колодцах, отрытых с проезжей части на глубину $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ высоты насыпи над трубой. Подобным же образом подрывают туннели. Заряды располагают внутри участка туннеля или в колодцах, сделанных над входом.

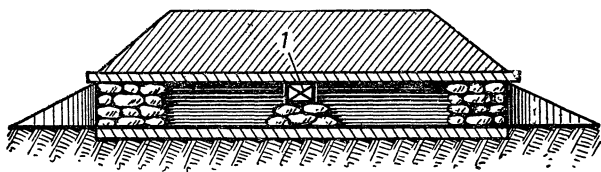


Рис. 33. Расположение заряда в водопропускной дорожной трубе с забивкой по концам:
1 — заряд

2. РАЗРУШЕНИЕ МОСТОВ

При подрывании моста важным фактором, определяющим принятую схему подрывания и организацию работы подрывной команды, является время, имеющееся на подготовку подрыва. В случае заблаговременной подготовки моста

к взрыву стремятся к тому, чтобы разрушить мост наиболее полно с наименьшим расходом ВВ. Если время для проведения работ ограничено, прибегают к ускоренному способу подрывания крупными зарядами в самых важных его частях и на наиболее глубоком (с быстрым течением) месте реки.

Перед минированием производится инженерная разведка, которая выясняет систему моста, его габаритные размеры, материал и поперечные сечения отдельных элементов пролетного строения и опор, возможности проведения подготовительных работ, места, удобные для расположения подрывной станции, полевого склада ВВ, вопросы обороны моста на случай появления противника.

Как правило, взрыв всех зарядов для разрушения моста должен быть одновременным.

Надежность взрыва обеспечивается дублированием электровзрывной сети сетями детонирующего шнура и наличием резерва заготовленных сосредоточенных зарядов и зажигающих трубок.

Работы по подготовке моста к подрыву нужно вести так, чтобы в случае необходимости была взорвана хотя бы часть моста со стороны противника.

При подрывании **деревянных мостов** свайные или рамные опоры лучше подрывать под водой на глубине порядка 50 см. Сваи шестиметровой высоты подрывают в двух местах. На суходоле сваи подрывают у самой земли. В опорах подрываются все сваи. В одном — двух местах опоры подрываются также и насадки.

Подрывание клеточных опор производится несколькими сосредоточенными зарядами весом 10—15 кг, закладываемыми под клетку с одной стороны опоры на расстоянии 3—4 м один от другого.

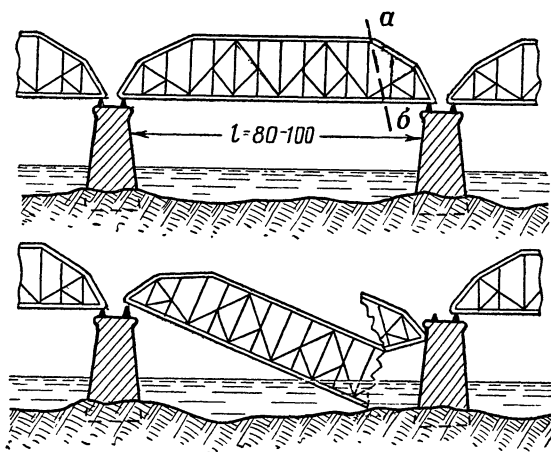
Заряды для подрывания пролетного строения следует размещать в местах соединений различных элементов моста, с тем чтобы после взрыва не оставалось длинных бревен или брусьев.

Ускоренное подрывание деревянного моста производят крупными сосредоточенными зарядами, расположенными по 1—2 шт. на опору или пролет, в местах сопряжения пролетного строения с опорами. При зарядах весом 25 кг (ящик тротила) можно приблизительно считать, что радиус разрушения будет равным 2 м.

Для крепления зарядов к элементам моста могут устраиваться подмости. Для этого к сваям прибивают пластины и на них укладываются доски. Подмости можно укладывать

также на горизонтальные схватки или подкосы. В качестве подмостей используются и элементы самого моста. Этот способ применим в больших и сложных по устройству мостах. В целях безопасности работающие солдаты привязываются веревками к пролетному строению.

Подвезку зарядов к сваям, а при невысоких мостах и к прогонам можно вести с пловучих средств. Для подлезания под пролетное строение подвешивают доски на веревках поперек моста, а также вырубают или вынимают доски из настила, под которыми крепятся заряды. Для лазания под мостом используются веревочные стремянки, деревянные лестницы и т. п.



Размеры в м

Рис. 34. Схема подрывания мостовых ферм у одной опоры:

ab — линия перебивания ферм

При подрывании ферм **металлических мостов** выбираются линии перебивания, по которым все элементы фермы, раскосы и пояса должны быть подорваны.

Линии перебивания выбираются в наиболее длинных пролетах и располагаются либо у одной опоры (рис. 34), либо посередине пролета (рис. 35), либо у обеих опор (рис. 36). Последний вариант приносит мосту наибольшие разрушения. Заряды в линиях перебивания следует располагать так, чтобы падающие части не зависали, а упавшие фермы не могли быть использованы для устройства по ним переправы.

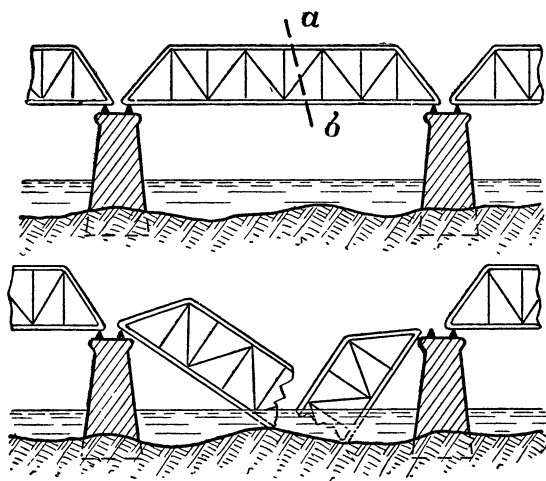


Рис. 35. Схема подрывания мостовых ферм
посередине пролета:
аб — линия перебивания ферм

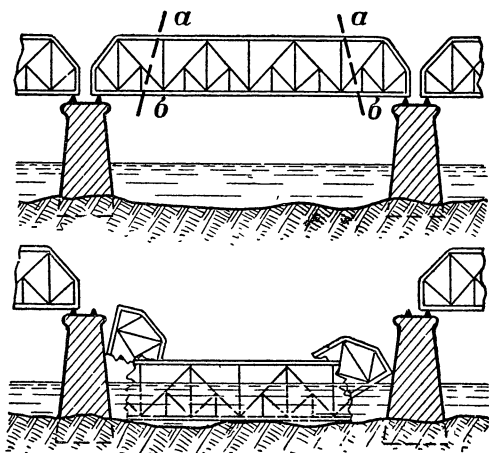


Рис. 36. Схема подрывания мостовых ферм
у обеих опор:
аб — линия перебивания ферм

При расположении у опоры заряды должны находиться от нее на расстоянии $1/4—1/6$ длины пролета.

При ускоренном разрушении подрывают верхние и нижние пояса ферм сосредоточенными зарядами, выбирая пролет на самых высоких опорах или на фарватере реки (рис. 37).

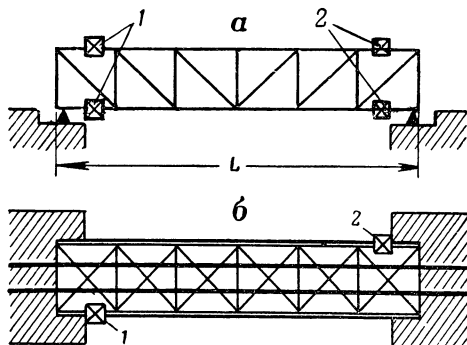


Рис. 37. Схема подрывания мостовой фермы одного пролета крупными сосредоточенными зарядами:

a — вид сбоку; *б* — план; 1 — заряды на одном конце одной фермы; 2 — заряды на противоположном конце другой фермы

При перебивании пояса мостовой фермы вес сосредоточенного заряда определяют по формуле

$$C = 0,25 \cdot L + 10 \quad (16)$$

где *C* — вес заряда ВВ нормальной мощности в кг;

L — длина фермы в м.

Заряды располагаются в узлах нижних поясов решетчатых ферм с ездой понизу и в узлах верхних поясов — в мостах с ездой поверху, с внутренней стороны фермы.

Промежуточные и береговые опоры металлических мостов подрывают такими же способами, как и каменные стены. Заряды рассчитывают по приведенным выше формулам для подрывания сооружений из кирпича, камня, бетона и железобетона, но с увеличением на 30%. При заблаговременной подготовке к взрыву применяют внутренние заряды, располагая их в нишах, минных трубах, колодцах, рукавах и шпурах.

Ускоренный способ разрушения каменных и бетонных опор мостов состоит во взрывании наружных сосредоточен-

ных зарядов, приложенных вплотную к опоре на высоте не менее 0,5 м под водой.

Каменные и бетонные арочные мосты подрываются сосредоточенными зарядами, расположенными по сторонам замка свода, над опорами, на замке свода. Могут также применяться удлиненные заряды, которые укладываются вдоль замка свода и вдоль моста по его оси. Для достижения желаемых разрушений необходима хорошая забивка.

Примером успешного подрыва железнодорожного бетонного моста в тылу противника в Великую Отечественную войну являются действия подразделения лейтенанта Попова. Высланные вперед сержант и двое солдат произвели разведку моста и установили, что он не охраняется. Выставив охранение, саперы подтащили к мосту ВВ, установили наружный сосредоточенный заряд весом около 500 кг на опоре и взорвали его огневым способом.

Благодаря тому, что мост был выведен из строя, противник при отступлении не смог вывезти большого количества вагонов с военным грузом, которые достались нашим войскам в качестве трофеев.

3. ОСОБЕННОСТИ ПОДРЫВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

На железных дорогах чаще всего приходится подрывать рельсы, стрелки и крестовины. Кроме того, могут разрушаться водонапорные башни, водоразборные краны, пово-

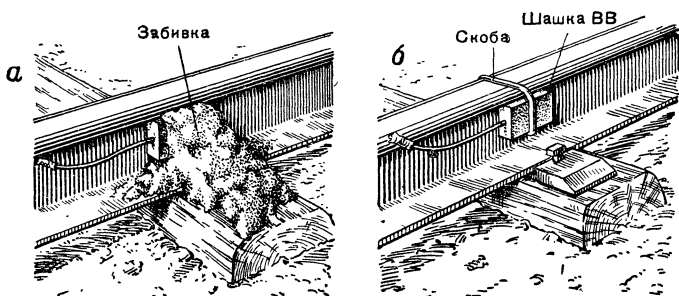


Рис. 38. Расположение заряда для перебивания рельса:
а — с присыпкой грунтом (забивкой); б — с креплением проволочной скобой

ротные круги и подвижной состав. Для перебивания рельса достаточен заряд из одной тротиловой шашки весом 200—400 г, плотно приложенной к шейке перебиваемого рельса и присыпанной скобу грунтом (рис. 38). Для плотного и быст-

рого крепления заряда к рельсу используются проволочные скобы. Стрелка перебивается в двух местах зарядами по 200—400 г тротила, расположенными между рельсом и перьями. Крестовина подрывается двумя — тремя большими шашками, расположенными между сердечником (остряком) и усовиком.

При подрывании рельсов, стрелок и крестовины осколки летят в сторону, противоположную расположению заряда, на 500 м.

Сигнализация и блокировка разрушаются подрывом центральных постов, стрелок и сигналов. В водонапорных башнях подрывают баки, вентили и трубы. Водоразборный кран выводится из строя зарядом, расположенным на колонке крана. Поворотный круг приводится в негодность зарядом, расположенным у его оси или катков. Для подрывания всех этих объектов достаточно двух — четырех больших тротило-вых шашек.

Легкое повреждение паровозу наносится одной большой тротиловой шашкой, расположенной у шатуна или кулисы; значительное повреждение достигается взрывом трех шашек у цилиндра, сухопарника, стенок котла или в топке у начала дымогарных труб. Вагоны повреждаются взрывом одной большой шашки у тонкой части рессор или у гребня колесного бандажа.



ГЛАВА VII

ПОДРЫВАНИЕ ЗДАНИЙ, ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЗАГРАЖДЕНИЙ

1. ПОДРЫВАНИЕ ЗДАНИЙ

Здания и сооружения разрушают с различными целями. Иногда их подрывают полностью или частично для того, чтобы противник не смог воспользоваться ими по назначению. При штурме населенных пунктов приходится подрывать здания, занятые противником и превращенные в укрепленные огневые точки. В некоторых случаях подрыв зданий совершается с целью расчистки обзора и обстрела, а также для уничтожения ориентиров (башен, колоколен, фабричных труб и т. п.). Наконец, с помощью взрывов разрушают здания, предназначенные на снос.

Для обрушения стены заряды располагают в один ряд в шпурах, рукавах (сделанных в стене у ее основания) или наружным зарядом, приложенным к стене.

Чтобы вывести здание из строя или разрушить внутреннее его оборудование, подрывают внутренние капитальные стены или колонны, несущие перекрытия.

Здания могут быть разрушены сосредоточенными зарядами, открыто расположенными внутри помещений первого этажа (рис. 39). Вес такого заряда определяется в зависимости от объема помещения первого этажа, толщины и прочности стен и принимается из расчета 600 г ВВ нормальной мощности на 1 м³ общего объема первого этажа при стенах толщиной до 2,0 м. Для лучшего эффекта все дверные и оконные проемы первого этажа забивают досками и закладывают мешками с землей. Если в здании имеются подвалы, то заряды помещают в них.

Во время штурмовых действий подрываются обычно стены зданий наружными зарядами, а также разрушаются междуэтажные перекрытия уложенными на них сосредоточенными зарядами.

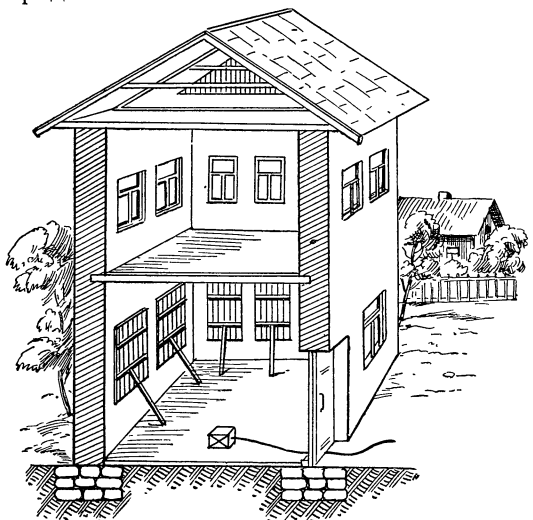


Рис. 39. Расположение сосредоточенного заряда внутри кирпичного здания для его разрушения

Успешно действовала штурмовая группа Н-ского саперного батальона, которая должна была овладеть укрепленным зданием. В состав штурмовой группы входило 8 саперов, 12 автоматчиков, 2 расчета ручных пулеметов и один станковый. Действия штурмовиков поддерживала 45-мм пушка. Командир штурмовой группы решил подорвать стены дома с двух сторон и для этого разбил группу на две подгруппы. С наступлением темноты подгруппы сосредоточились в домах, находившихся через улицу от укрепленного здания. Под прикрытием пулеметного огня саперы с двух сторон подползли к дому, уложили у каждой стены по одному заряду ВВ весом 40 кг и по сигналу старшего подожгли зажигательные трубки, после чего отползли на исходную позицию. Через несколько минут почти одновременно произошли взрывы. Броском перебежав улицу, в образовавшиеся проходы ворвалась штурмовая группа. После непродолжительной схватки солдаты противника, находившиеся в первом этаже, сдались в плен.

Во время уличных боев в Мелитополе каменная ограда сада на площади препятствовала нашим подразделениям овладеть укрепленным зданием на противоположной стороне площади. Под прикрытием артиллерийского и ружейно-пулеметного огня лейтенант Крячек с двумя саперами-штурмовиками подполз к ограде и уложил два заряда по 22 кг на расстоянии 20 м один от другого. В результате взрыва образовалось два прохода шириной по 6 м, через которые прошли наши подразделения и овладели зданием.

Кирпичные башни и колокольни разрушают сосредоточенными зарядами, расположенными внутри первого этажа здания. При подрывании фабричной трубы из кирпича заряды укладывают в нишах, бороздах или рукавах, расположенных по ее полупериметру с той стороны, в которую хотят повалить трубу.

Металлические мачты, вышки подрывают зарядами, укрепленными у опорных ног. Чтобы обеспечить опрокидывание мачты, центр тяжести ее при падении должен оказаться за пределами опор. Для этого две смежные ноги мачты подрывают зарядами, расположенными у их оснований, а у двух ног заряды привязываются на высоте 1,5—2 м. При взрыве вышка падает в ту сторону, где заряды были выше от земли.

2. ПОДРЫВАНИЕ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Заряды для подрывания бетонных, железобетонных, дерево-земляных и броневых фортификационных сооружений рассчитываются в зависимости от толщины и вида подрываемого материала. Уничтожение этих сооружений обычно выполняется в ходе штурмовых действий.

Самыми уязвимыми местами фортификационных сооружений являются амбразуры и входы. Поэтому надо стремиться прежде всего подрывать эти места. Следует также учитывать конструктивные особенности устройства тех или иных сооружений. Например, толщина брони бронеколпаков и бронебашен с тыльной стороны бывает меньше, и в этих местах заряды располагать выгоднее.

Перед тем как подорвать какое-либо сооружение противника, необходимо произвести разведку и установить: тип сооружения, его примерную конструкцию и материал, местонахождение амбразур, входов, огневую связь с другими сооружениями, наиболее удобные пути подхода. Данные разведки позволяют выбрать места взрывов и рассчитать

величины зарядов. Заряды обычно бывают наружными и взрываются огневым способом.

При подготовке саперов к штурмовым действиям перед наступлением в нашем тылу проводятся тренировочные занятия на местности, на которых солдаты отрабатывают приемы четких и слаженных действий по подрыву сооружений.

Очень часто уничтожение сооружений противника приходится производить в ходе самого наступления, когда нет времени на проведение тщательной разведки. В этих случаях штурмовые группы пользуются заранее подготовленными сосредоточенными зарядами весом до 10 кг, стандартными сосредоточенными и кумулятивными зарядами.

Успех штурмовых действий решают смелость, быстрота, инициатива и техническая смекалка воинов.

Отделению сержанта Замковдго было приказано уничтожить двухамбразурную ДЗОТ противника. Используя складки местности и воронки от снарядов и мин, Замковой с тремя солдатами стал ползком пробираться к сооружению. Противник заметил ползущих и открыл сильный огонь из одной амбразуры. Приняв влево, саперы вышли из зоны обстрела и подошли к ДЗОТ с фланга. Сержант Замковой бросил три гранаты в одну амбразуру, а рядовой Ильин — две гранаты в другую амбразуру. Пять фашистов и станковый пулемет были уничтожены. Ворвавшись после этого в сооружение, саперы взорвали внутри него заряд весом 10 кг, превратив ДЗОТ в груды обломков. Выполнив задачу, Замковой с товарищами вернулся в свою траншею. На фотографии (рис. 40) показан момент, как казаки-саперы подрывают дерево-земляное огневое сооружение противника.

При штурме высоты «Офицерская» продвижение пехоты было приостановлено сильным пулеметным огнем ДОТ противника. Группе саперов младшего сержанта Жашлова была поставлена задача — во взаимодействии с танками подорвать ДОТ. Под прикрытием танков саперы вплотную подошлись к ДОТ. Танки вели артиллерийский огонь по амбразурам, а затем один из них подошел к ДОТ и закрыл собой одну из амбразур. Воспользовавшись этим, группа Жашлова быстро подтащила 100 кг ВВ и взорвала ДОТ вместе с ее гарнизоном.

При прорыве японской обороны в 1945 г. продвижение стрелковых подразделений было приостановлено сильным артиллерийско-пулеметным огнем из ДОТ, расположенной в районе подземных складов. Для блокировки и уничтоже-



Рис. 40. Казаки-саперы подрывают дерево-земляное огневое сооружение противника. Крым, 1942 г.

ния ДОТ была создана штурмовая группа из саперов и стрелков. Действия группы поддерживало самоходное орудие, которое вело огонь по бронеколпакам ДОТ и одному из входов. На некоторое время японцы прекратили огонь из бронеколпаков. Саперы воспользовались замешательством противника и быстро взбежали на ДОТ с заготовленными мешками с песком и зарядами ВВ. Амбразуры колпаков саперы закрыли мешками, а в центре покрытия уложили сосредоточенный заряд ВВ весом 250 кг. Однако этот взрыв не дал ожидаемого эффекта, так как поверх железобетонного перекрытия оказался еще слой обсыпки толщиной до 2 м. Тогда был произведен второй взрыв заряда весом 500 кг, которым стальной колпак был разрушен. Но и на этот раз саперам проникнуть в ДОТ не удалось, так как гарнизон его ушел в другие казематы и оставался боеспособным.

Для дальнейшего разрушения ДОТ было заложено еще три заряда ВВ, по 500 кг каждый: два у входных дверей первого этажа и один на покрытие ДОТ; все они были соединены между собой детонирующим шнуром. Взрыв этих зарядов образовал пробоину, через которую штурмовики

проникли внутрь ДОТ. Сооружение было двухэтажным. Большая часть гарнизона верхнего этажа была убита взрывом, а оставшиеся в живых, пытаясь отстреливаться, были уничтожены гранатами и огнем из автоматов. Гарнизон нижнего этажа продолжал оказывать сопротивление. Для уничтожения противника был заложен еще один заряд весом 400 кг вблизи склада боеприпасов. Последний взрыв полностью разрушил сооружение и уничтожил весь его гарнизон. Всего в сооружении было уничтожено до 100 солдат и офицеров противника.

При подрывании железобетонного фортификационного сооружения наружными зарядами нет надобности перебивать взрывом арматуру для поражения находящегося в нем гарнизона, а достаточно выбить бетон. Если в покрытии сооружения имеется воронка, образованная артиллерийским снарядом, ее желательнее использовать для укладки заряда. Если воронок нет, то целесообразно производить последовательный взрыв двух зарядов, укладываемых на одно и то же место. Применяя последовательные взрывы, можно значительно сократить расход количества ВВ, что очень важно, так как доставка взрывчатого вещества к подрываемому объекту под огнем противника не так проста.

Подрывание железобетонных и броневых фортификационных сооружений выгоднее всего производить кумулятивными зарядами, которые при малом весе обладают значительной пробивной способностью.

Действуя в составе штурмовой группы в районе деревни Пинлянхэ во время боев с японцами в 1945 г., рядовой Суружий получил задачу уничтожить кумулятивным зарядом пулеметную ДОТ, мешавшую продвижению стрелковых подразделений. Подобравшись к сооружению, Суружий заметил четырех японских солдат, двигавшихся по траншее к ДОТ. Сапер пропустил их мимо себя, затем автоматом уничтожил всех четверых. После этого он уложил кумулятивный заряд на покрытие и взорвал сооружение вместе с гарнизоном.

Для подрывания долговременных фортификационных сооружений и укрепленных зданий применяются иногда подземные заряды, закладываемые в конце минной галереи, отрываемой под подрываемый объект.

3. ПРОДЕЛЫВАНИЕ ПРОХОДОВ В ЗАГРАЖДЕНИЯХ ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

В наступательном бою часто приходится встречаться со всякого рода противотанковыми и противопехотными за-

граждениями и естественными преградами. Лучшим способом преодоления заграждений является их разрушение с помощью ВВ.

В **проволочных заграждениях** проходы проделываются удлиненными зарядами. Стандартные удлиненные заряды собираются из звеньев на длину, равную не менее глубины преодолеваемого заграждения. При использовании самодельных удлиненных зарядов их взрывают поочередно, располагая последующий заряд так, чтобы он составлял продолжение предыдущего. Одиночный заряд лучше укладывать на средние (по высоте) проволоки заграждения, ближе к колу, чтобы вывести из строя сразу два смежных звена. Собранные из звеньев заряды просовывают под проволокой по земле.

В октябре 1943 г. на Карельском фронте ефрейтор Долгих получил задание проделать проход в проволочной сети противника. Улучив момент, когда солдаты были заняты усилением заграждения, Долгих просунул под проволоку удлиненный заряд и взорвал его. Взрывом не только был образован проход шириной 20 м, но и убито 6 вражеских солдат.

Для преодоления **противотанковых рвов**, эскарпов и контрэскарпов делают съезды, обрушая откосы взрывами сосредоточенных зарядов (рис. 41). Наружные заряды укла-

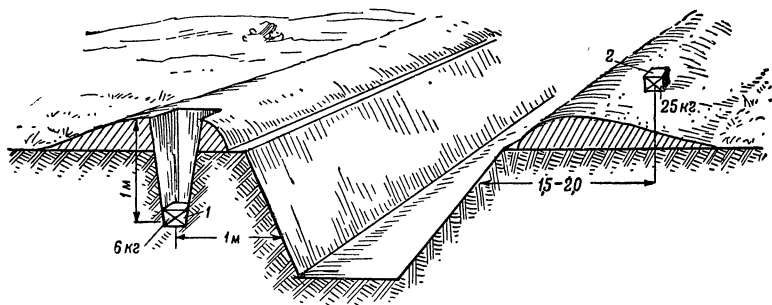


Рис. 41. Расположение зарядов для устройства съездов в противотанковом рву взрывным способом:

1 — заряд в крутости; 2 — наружный заряд

дывают на брусстер в 1,5—2 м от бровки рва. Величину наружного заряда принимают 15—25 кг в зависимости от глубины рва и твердости грунта.

Применяя внутренние заряды в колодцах глубиной до 1 м, отрываемых в брусстере или в самом откосе рва, вели-

чину заряда можно уменьшить в 2—3 раза. Устройство колодцев для зарядов в откосах рвов предпочтительно, так как при этом солдаты, производя подготовительную работу во рву, лучше защищены от наблюдения и огня противника.

Успешно действовала группа саперов в количестве 10 человек во главе с лейтенантом Шемухиным при прорыве обороны противника на р. Кальмиус. Имея за спиной по 10 кг ВВ каждый и веревочные лестницы, саперы подползли к противотанковому рву, спустились в него, отрыли шурфы и заложили заряды. При взрыве образовался удобный проход, по которому прошли танки.

Величина зарядов для подрывания **надолб** зависит от вида материала, из которого они сделаны, и рассчитывается по формулам, приведенным в главе V. Подобным же образом подрываются элементы металлических и железобетонных ежей. Каменные надолбы перебиваются зарядами до 3 кг, надолбы из трубы — 5—10 кг, железобетонные — 3—5 кг, бетон при этом выбивается, а уцелевшая арматура легко сгибается под тяжестью танка.

Заряд располагают вплотную к надолбе у самого ее основания с той стороны, в которую предполагается отход подрывников (рис. 42). При одновременном взрыве группы зарядов, намеченных для устройства сквозного прохода, заряды соединяются детонирующим шнуром.

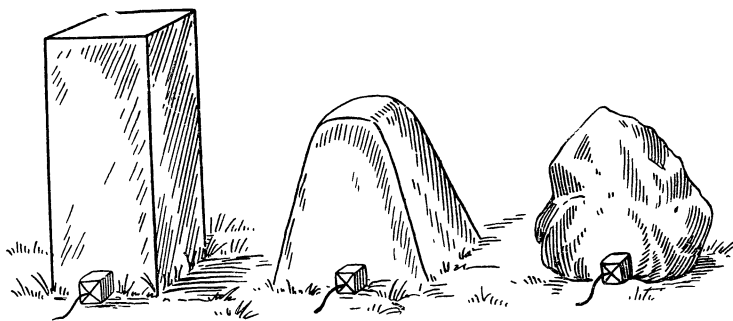


Рис. 42. Расположение зарядов для подрывания железобетонных и каменных надолб

Заряды для подрывного противотанкового **ежа** укрепляют в местах соединения их элементов.

Рядовой Черемисин, сопровождавший танки, был ранен, когда полз для подрывания металлического ежа, на одной из улиц Вены. Превозмогая боль, Черемисин продолжал

выполнять боевую задачу. Он заложил заряд и поджег зажигательную трубку. Вскоре раздался взрыв и путь для танков был расчищен.

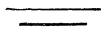
Для разрушения монолитных **вертикальных преград** — барьеров, срубов, баррикад, каменных стен и т. д. — используют сосредоточенные заряды весом до 50 кг и более, располагаемые у подножья преграды вплотную к ней. Такой способ широко применялся в Великую Отечественную войну во время уличных боев.

Путь самоходно-артиллерийской установке преграждала массивная стена каменного забора. Сапер Морозов, сопровождавший САУ, под сильным огнем противника подполз к забору, заложил в трех местах заряды ВВ и поджег зажигательные трубки. Отползая за угол дома, Морозов увидел двух вражеских солдат и, прежде чем те успели опомниться, застрелил обоих из автомата. Почти одновременно последовал взрыв. В образовавшийся в каменном заборе пролом прошло наше самоходное орудие.

Уничтожение обнаруженных **мин** производят взрывом накладных зарядов, укладываемых непосредственно на крышку мины или поверх ее маскировочного слоя, который обычно имеет толщину 5—8 см. Для подрывания большинства типов противотанковых и противопехотных мин достаточно заряд в виде малой подрывной шашки. Но если мина имеет малую нажимную площадь, или маскировочный слой грунта превышает 8 см, или, наконец, крышка мины повреждена и прикосновение к ней опасно, то заряд укладывается рядом с корпусом мины. Такие мины рекомендуются подрывать 1—2 большими подрывными шашками.

Накладные заряды, предназначенные для уничтожения группы мин, могут быть соединены сетью детонирующего шнура и взорваны одновременно.

Проход в **минном поле** проделывается также взрывом удлиненных зарядов. Этот способ не требует поиска каждой мины в отдельности.



ГЛАВА VIII

ВЫВЕДЕНИЕ ИЗ СТРОЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ЧАСТИ

Боевую и транспортную технику (боеприпасы) приводят в негодность или уничтожают для того, чтобы противник не мог ее использовать. К этому прибегают в различных условиях обстановки: при отходе, во время штурмовых действий, при нападении на вражеские гарнизоны в тылу противника. Кроме того, невзорвавшиеся снаряды и авиабомбы уничтожают взрывом при расчистке территории артиллерийских и авиационных полигонов.

В боевых условиях полностью уничтожать технику нет необходимости. Достаточно повредить важные части и агрегаты, без которых машина или средство вооружения не могут быть использованы.

Артиллерийские орудия и минометы приводят в негодность взрывом зарядов, помещаемых в каналы стволов орудий, в казенную часть (патронники) или над затворами (рис. 43).

Величина зарядов зависит от калибра орудий и примерно равна для калибров 37 — 100 мм — 1—2 кг тротила; от 100 до 300 мм — 2—7 кг; свыше 400 мм — 10 кг и более.

Танк выводится из строя зарядами весом 1—2 кг, располагаемыми в одном из следующих мест (рис. 44): у башни, внутри танка, на двигателе, у ведущего колеса, на одной или обеих гусеницах. Кроме того, обязательно выводятся из строя орудие и пулемет.

Декабрьской ночью 1943 г. группа саперов старшего сержанта Петренко, возвращаясь после выполнения задания в тылу противника, обнаружила возле дороги танк, замаскированный под скирду соломы. Саперы заложили между ведущими колесами и корпусом танка два заряда по 7 кг каждый и взорвали их.

При разведке одной из улиц Вены сержант Ивлев совместно с рядовым Яицковым обнаружили самоходное орудие противника возле углового дома квартала. Доложив командиру взвода о результатах разведки, саперы получили

*В канале ствола,
заряд ВВ*

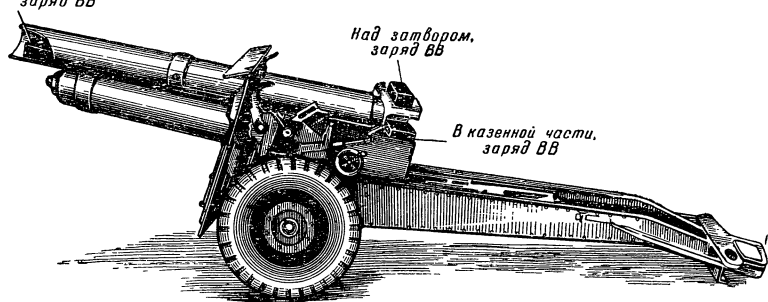


Рис. 43. Расположение зарядов для подрывания артиллерийского орудия

приказ — подорвать самоходное орудие. Взяв с собой два заряда по 10 кг каждый и по паре противотанковых гранат, Ивлев и Яицков направились на выполнение приказа. Под покровом темноты саперы через чердак соседнего дома

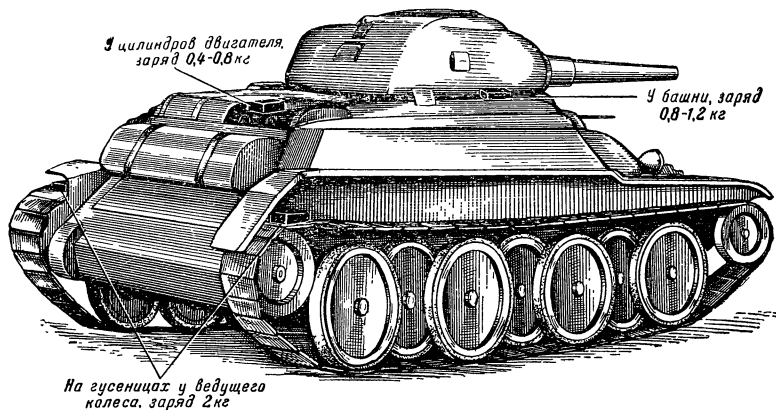


Рис. 44. Расположение зарядов для подрывания танка

проникли в угловое здание и, спустившись на третий этаж, установили, что на втором этаже находятся солдаты противника. Ивлев выбрал окно, которое приходилось как раз над самоходным орудием. Подвывая к зарядам ВВ по одной

противотанковой гранате, солдаты осторожно открыли окно и бросили один заряд вниз. Он попал в моторную часть вражеского самоходного орудия. Произошел сильный взрыв, и орудие загорелось. Выбежав на лестницу, Ивлев и Яицков увидели спустившихся гитлеровцев, в которых они бросили второй заряд, взрыв которого уничтожил много солдат противника. Не теряя времени, саперы тем же путем вернулись в расположение своего подразделения.

Автомобиль и трактор приводят в негодное состояние взрывом одной большой подрывной шашки, располагаемой у цилиндров двигателя, карданного вала, заднего моста (дифференциала) или у коробки скоростей.

Артиллерийские снаряды и минометные мины подрывают накладными зарядами, укладываемыми на корпусе снаряда. Величина зарядов берется в зависимости от калибра снаряда: для снарядов калибра 37 мм — 150 мм — одна большая тротиловая шашка; для снарядов более 400 мм — 2—3 кг ВВ.

Заряды для подрывания снарядов желательно располагать ближе к взрывателю и прикрывать дерном или слоем грунта. Сдвигать с места и менять положение невзорвавшихся снарядов и минометных мин не допускается.

Авиационные бомбы подрываются зарядами ВВ, располагаемыми сбоку корпуса в тыльной его части. Авиабомбу весом 100 кг взрывают одной большой подрывной шашкой, бомбу весом 1000 кг — четырьмя большими шашками. Чтобы уменьшить дальность разлета осколков авиабомбы, ее необходимо предварительно стащить веревками или тросом в воронку или открытый для этого ровик.

Склады боеприпасов взрывают несколькими зарядами, располагаемыми внутри хранилищ (штабелей) на корпусах снарядов. Заряды размещают в разных местах хранилищ и для одновременного взрыва соединяют между собой детонирующим шнуром.

ГЛАВА IX

УСТРОЙСТВО ОКОПОВ И ПРОТИВОТАНКОВЫХ РВОВ ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

Благодаря взрывному способу расход времени на устройство всякого рода траншей, окопов и котлованов можно сократить на 70—80% по сравнению с отрывкой вручную. Особенно важна экономия времени при работе в твердых и мерзлых грунтах или когда требуется быстро произвести окапывание или создать земляное ограждение. Наибольший эффект взрывной способ дает при отрывке выемок больших объемов, поэтому его часто применяют при устройстве окопов и укрытий для танков, самоходных артиллерийских установок, орудий и при отрывке противотанковых рвов, эскарпов и контрэскарпов.

Для устройства окопов и укрытий для танков и САУ применяют сосредоточенные заряды, укладываемые в шурфы, или удлиненные заряды в ровиках. Заряды рассчитываются на выброс или рыхление грунта на глубину окопа (укрытия). Доотрывка окопа и укрытия, устройство аппарели для въезда, щели или блиндажа для экипажа, разравнивание дна выполняются вручную.

На рис. 45 показана схема расположения четырех сосредоточенных зарядов при устройстве окопа для танка (САУ). Заряды располагаются по оси сооружения: три заряда заглубляются на 80 см и один (в месте будущей аппарели) — на 60 см. Величина зарядов тротила в грунтах средней твердости принимается по 7,5 кг. Всего требуется 30 кг ВВ. В слабых грунтах заряды можно уменьшать до 0,7 от указанного веса. В твердых и мерзлых грунтах величину зарядов увеличивают в 1,5 раза.

Заряды для взрыва соединяются детонирующим шнуром или электровзрывной сетью, делается их забивка грунтом и взрыв производится одновременно.

Возможны и другие схемы расположения сосредоточенных зарядов, например, в два ряда; при этом заряды берутся меньшей величины.

При устройстве окопа для танка могут быть использованы стандартные удлиненные заряды, для которых отрывают узкие ровики глубиной 30—50 см. В зависимости от требуемой ширины окопа укладывают 2—3 линии удлиненных зарядов. Уложенные в ровики заряды засыпаются землей и взрываются одновременно.

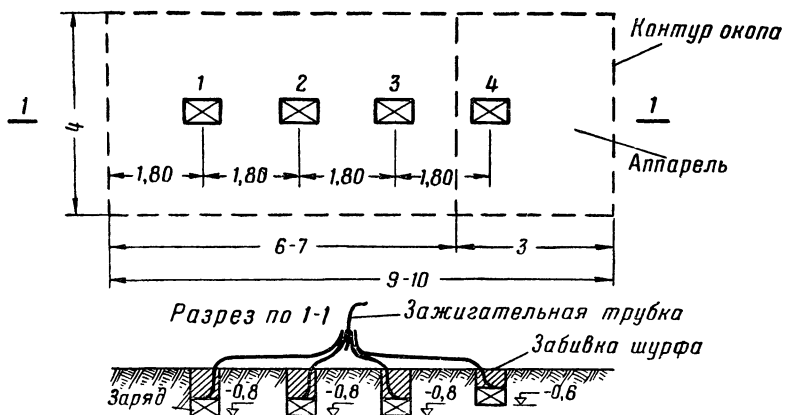


Рис. 45. Схема расположения четырех сосредоточенных зарядов при устройстве окопа для танка (САУ)

Взрывным способом пользуются для облегчения отрывки траншей и ходов сообщения в скалистых и мерзлых грунтах. Целесообразнее взрывать сосредоточенные заряды, для которых по оси будущей траншеи через 50 см делают шпур, буровые скважины или небольшие шурфы глубиной 50—60 см. В шурфы помещают 5—6 буровых пашек и делают забивку грунтом. Для одновременного взрыва сосредоточенные заряды соединяют детонирующими шнурами или взрывают электрическим способом.

При отрывке орудийных окопов, имеющих в плане форму круга, буровые скважины располагают по окружности с одной скважиной в центре окопа. При отрывке больших орудийных окопов устраивается несколько концентрических окружностей для скважин.

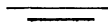
Когда невозможно использовать землеройные машины, для добычи строительных материалов применяют взрывание на рыхление.

Противотанковый ров образуется при одновременном взрыве одного, двух или трех рядов сосредоточенных зарядов.

Для отрывки противотанкового рва треугольного профиля, эскарпов и контрэскарпов применяется взрыв одного ряда зарядов. Взрыв двух или трех рядов применяется для образования рва, имеющего трапециoidalный профиль.

При двух рядах заряды располагают друг против друга, при трех рядах — в шахматном порядке. Расстояния между зарядами в рядах и между рядами принимаются равными радиусу воронки одиночного взрыва.

Если производится трехрядный взрыв, величина зарядов среднего ряда берется на 25% больше, чем крайних рядов.



ГЛАВА X

ПОДРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ВОДЕ И ПОДО ЛЬДОМ

Подрывные работы саперы производят не только на воздухе или на земле, но и в воде и подо льдом. Например, при наведении наплавных и постройке деревянных низководных мостов, оборудовании бродов, а также для пропуска судов приходится расчищать дно реки от обломков старых мостов, подводных свай, затонувших предметов, кряжей, корчаг, камней, мешающих производству работ и движению переправочных средств. Взрывы используются и для создания заграждений на реках: зимой — прорубей и полыней, летом — с целью порчи бродов.

В широких масштабах подрывные работы применяются при охране мостов от ледохода, ликвидации заторов леса во время лесосплава и для многих других целей.

Подрывание льда производят сосредоточенными зарядами, которые опускают под лед через проруби. Проруби делают вручную пешнями, ломами, кирками или взрывом мелких зарядов. Лед толщиной до 15 см разбивают вручную ломами, пешнями, кирками. Взрывом большой подрывной шашки пробивается полынья во льду толщиной 40—50 см.

Заряды опускаются в воду на глубину 1,5 м на веревке или жерди (рис. 46), которую привязывают к палке или доске, уложенной на лед над прорубью. Зажигательную трубку привязывают шпагатом к жерди (веревке) в одном—двух местах.

Величина заряда для подрывания льда зависит от толщины льда, глубины опускания заряда и мощности ВВ. При ориентировочном подсчете количества ВВ можно считать, что для разрушения 1 м² поверхности льда толщиной до 0,5 м требуется 75 г тротила или 100 г аммотола. Для

установления точного количества ВВ, глубины заложения зарядов и расстояний между ними обычно производят пробные взрывы.

Для предупреждения образования ледяных заторов с целью защиты мостов во время ледохода заблаговременно освобождают ото льда все опоры у мостов и ледорезов, делая борозды вокруг каждой опоры шириной не менее 0,5 м. Под пролетами лед разбивают вручную или небольшими зарядами. На фарватере реки выше и ниже моста

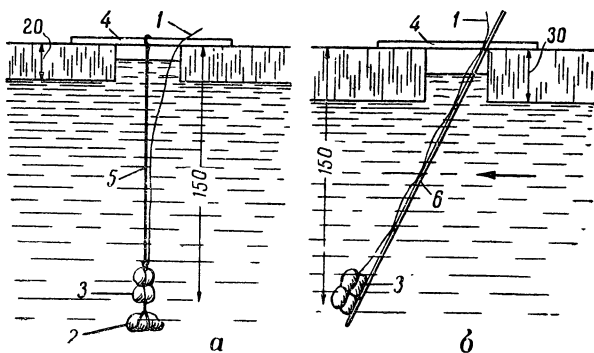


Рис. 46. Опускание заряда под лед:

a — на веревке; *б* — на жерди; 1 — провод; 2 — груз; 3 — заряд; 4 — горизонтальная жердь; 5 — веревка; 6 — жердь

взрывным способом расчищают ото льда каналы для того, чтобы во время ледохода у моста не образовался затор. Ширину каналов делают равной $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ ширины реки в каждую сторону от моста, а длину принимают: выше моста по течению — равной одной ширине, ниже — равной двухкратной ширине реки.

Устройство канала начинается с низовой стороны. На границах его выделываются борозды, затем делаются лунки для опускания зарядов. Лунки располагаются параллельными рядами, в шахматном порядке. Расстояния между рядами лунок и между лунками в ряду принимают равными 1,25—1,5 диаметра полыньи от взрыва одного заряда, определяемого пробными взрывами.

Взрыв зарядов производят по рядам. Заряды в лунки опускаются только перед взрывом данного ряда. Во избежание повреждения моста не рекомендуется взрывать ряды ближе 15 м от опор. После взрыва каждого ряда лунок крупные льдины спускаются под лед при помощи багров.

Для уничтожения возможных заторов во время самого ледохода заготавливают сосредоточенные заряды весом от 5 до 20 кг и зажигательные трубки. В местах затора на лед укладывают заряд, вставляют зажигательную трубку и воспламеняют ее. Если к нужному месту подобраться нельзя, то заряд бросают туда с зажженным огнепроводным шнуром. В том случае, если затор разбивается несколькими зарядами, длина зажигательных трубок должна быть одинаковой и воспламенение их производят одновременно по команде старшего. Это делается для того, чтобы лед, пришедший в движение после первого взрыва, не принес к мосту зарядов, не успевших взорваться. Заторы, образовавшиеся около моста, разрушают только одиночными зарядами. При хождении по затору и непрочному льду шестом проверяют прочность льда, а в наиболее опасных местах прокладывают доски для прохода. Ниже по течению держат наготове спасательные лодки.

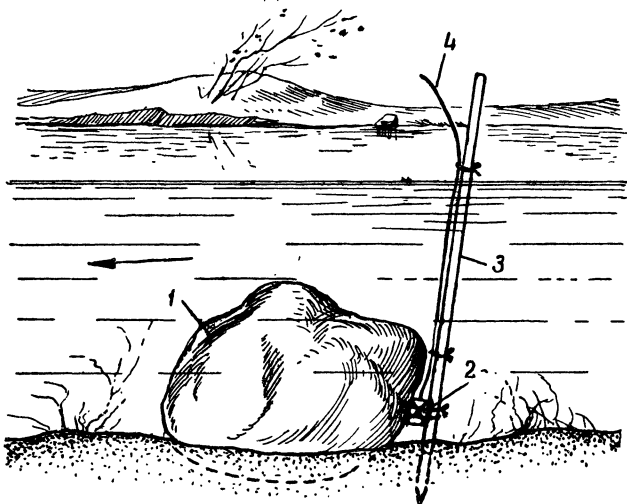


Рис. 47. Крепление заряда для подрывания камня под водой:

1 — камень; 2 — заряд; 3 — шест; 4 — зажигательная трубка

При наведении наплавных и постройке деревянных низководных мостов, оборудовании бродов, а также для пропуска судов приходится расчищать дно реки от обломков старых мостов, затонувших предметов, кряжей, корчаг, мешающих производству работ и движению переправочных средств.

Подводные кряжи, корчаги и камни подрывают зарядами, привязанными к шестам, опускаемым под воду с верховой стороны, чтобы течение плотнее прижимало к подрываемому объекту (рис. 47). Величины зарядов рассчитывают по формулам для данного вида материала. Большие камни разбивают в несколько приемов.

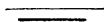
Углубление русла реки производят зарядами, опущенными на дно или заглубленными в грунт. Во втором случае значительно экономнее расходуется ВВ, но требуется больше времени и рабочей силы.

Подрывание плотов производится сосредоточенными зарядами ВВ весом до 10 кг каждый, заложенными с верховой стороны на глубине до 1,5 м от поверхности плота. Заряды опускаются при помощи деревянных шестов или веревки. Подрывание плотов можно производить и удлиненными зарядами, укладываемыми сверху поперек плота. Плот при этом перебивается пополам.

Порча бродов производится с целью затруднения использования их противником. На бродах в виде песчаных перекатов взрывами делаются фарватерные траншеи. Заряды весом около 2 кг располагают в линию в 2—3 м один от другого.

На бродах с твердым дном устраиваются в шахматном порядке воронки. Края воронок должны соприкасаться друг с другом с тем, чтобы перекрывать весь брод.

Взрывные работы на дне реки начинают вести с верховой стороны с тем, чтобы не происходило заиливания образованных воронок последующими взрывами.



ГЛАВА XI

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ПОДРЫВНЫХ РАБОТАХ

Во всякой работе существуют правила техники безопасности, выполнение которых обязательно. Но особенно тщательное соблюдение мер предосторожности необходимо при выполнении подрывных работ.

Нельзя допускать к подрывным работам солдат и сержантов, если они не изучили правила обращения со взрывчатыми веществами и средствами взрывания или плохо или нечетко знают отдельные приемы и организацию работ.

Каждый подрывник должен твердо знать основные правила обращения с ВВ и средствами взрывания и неукоснительно соблюдать их в повседневной работе.

Все взрывчатые вещества, изготовленные заряды, средства взрывания, зажигательные трубки и т. п. должны обязательно охраняться, причем капсулы-детонаторы, электродетонаторы, детонирующие и огнепроводные шнуры хранятся отдельно от взрывчатых веществ.

Для хранения взрывчатых веществ и средств взрывания в полевых условиях делаются отдельные сухие проветриваемые землянки, ниши, ровики или отводятся нежилые здания в стороне или на окраине населенного пункта.

Запрещается курить и разводить огонь во время подрывных работ или ближе 100 м от места хранения ВВ и средств взрывания, нельзя ударять средства взрывания какими-либо предметами, вскрывать ящики принадлежностями, дающими искру (топор, лом). Хранение ВВ и производство работ с ним в жилых помещениях недопустимо. Огнепроводный шнур без предварительной проверки скорости его горения употреблять нельзя.

Во время подрывных работ все действия выполняются по командам или условным сигналам командира (старшего), для чего необходимо быть внимательным и хорошо знать сигналы.

Меры предосторожности при различных способах взрывания должны тщательно выполняться.

При огневом способе взрывания ведут строгий учет выдаваемого имущества, а при взрывании нескольких зарядов считают взорвавшиеся. В случае, если какой-либо заряд не взорвется, то подходить к нему можно не раньше чем через 15 мин. после того момента, когда по расчету должен пройти взрыв.

К заряду, давшему отказ, имеет право подходить только один человек. Приближаясь к заряду, надо наблюдать, нет ли признаков горения огнепроводного шнура. Иногда вследствие производственного брака сердцевина шнура тухнет, а оболочка продолжает тлеть и снова может вспыхнуть сердцевина. Вторичное зажигание потухших трубок категорически запрещается.

В большие заряды, заложенные в грунт или труднодоступные места, для надежности взрыва вставляется несколько зажигательных трубок.

Одному подрывнику поручают поджигать за один заход не более 5 зажигательных трубок. Поджигание огнепроводных шнуров производится только по команде старшего. При команде «Отходи» немедленно все подрывники независимо от того, успели ли они поджечь свои трубки или нет, должны уйти в укрытие и доложить старшему о количестве трубок, зажженных каждым.

Перед тем как резать детонирующий шнур, бухту необходимо развернуть, чтобы от места резания до бухты было не менее 10 м. Детонирующий шнур режут одним разом острым и чистым ножом, на деревянной подкладке. Кончив резание, нож и подкладку очищают от остатков шнура и крошек.

Категорически запрещается зажигать детонирующий шнур, так как его горение может перейти в детонацию. Если заряды, соединенные детонирующим шнуром, не взорвались полностью, надо проверить отсутствие признаков горения детонирующего шнура. Подходить к невзорвавшимся зарядам допускается не ранее чем через два часа.

Капсюли-детонаторы, надетые на концы ДШ, в заряды вставляются только после окончания всех подготовительных работ, а сеть ДШ прокладывается не ближе 1 м от зарядов.

При взрывании детонацией на расстоянии следят за тем, чтобы в капсули-детонаторы, вставленные в пассивные заряды, не попадали искры от спичек и от огнепроводного шнура в момент поджигания последнего.

При механическом способе взрывания необходимо прочно укреплять взрыватель МУВ с запалом МД-2 в заряде, чтобы не вытянуть его из заряда при натяжении проволоки. Если подрывается много зарядов, то концы проволоки на подрывной станции привязываются к забитым колышкам и нумеруются.

В случае отказа взрывателя его не трогают с места, а подрывают вместе с зарядом, в который он вставлен, другим, накладным зарядом, располагаемым рядом.

При электрическом способе взрывания электродетонаторы вставляют в открытые заряды по окончании всех подготовительных работ и только по приказанию командира, руководящего подрывными работами. До вставления в заряды электродетонаторы должны находиться не ближе 1 м от зарядов. Провода, идущие к зарядам, нельзя располагать ближе 200 м от высоковольтных линий и электрических станций.

Во время грозы магистраль от сети необходимо отъединить и концы проводов тщательно изолировать. Электродетонаторы при этом должны быть вынуты из зарядов, а в электровзрывных сетях, установленных на длительный срок, должны применяться грозозащитные устройства ГЗУ.

Все источники тока охраняются и выдаются только перед взрывом. Ключи от подрывных машинок хранятся у начальника подрывной команды. Перед включением любого омметра в сеть нужно сначала проверить исправность самого омметра.

В случае отказа зарядов с электродетонаторами подойти к зарядам разрешается не раньше чем через 15 мин. Перед проверкой отказавшего заряда надо отсоединить и изолировать концы магистральных проводов на подрывной станции.

При устройстве забивки внутренних зарядов в шурфах, шпурах, рукавах и т. д. засыпку бросают на стенку шурфа, наиболее удаленную от заряда. Утрамбовку забивки делают после того, как заряд покроется слоем грунта толщиной 20—30 см.

При определении безопасных расстояний от взрываемых зарядов учитывают мощность взрыва и вид подрываемого материала. Осколки от взрыва капсуля-детонатора и электродетонатора

тродетонатора летят на 30 м. При подрыве железнодорожных рельсов осколки летят в сторону, противоположную той, в которой укреплен заряд, — на 500 м, во все другие стороны — на 20 м. При взрыве грунтов на выброс комья земли разлетаются в радиусе 300 м, а при ветре — на 25—50 % дальше.

Подрывную станцию располагают в укрытии или на безопасном расстоянии от места взрыва, с учетом разлета осколков и обломков подрываемого объекта. При проведении учебных подрывных работ на безопасном расстоянии выставляется круговое оцепление района взрыва.

Самым важным требованием техники безопасности при подрывных работах является строгое соблюдение дисциплины и четкое выполнение всех указаний командира, руководящего работами.



ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Введение	3
Глава I. Из истории подрывного дела	7
Глава II. Понятие о взрыве и взрывчатых веществах	18
Глава III. Как произвести взрыв	27
1. Огневой способ взрывания	—
2. Взрывание детонирующим шнуром	34
3. Электрический способ взрывания	36
4. Механический способ взрывания	60
5. Взрывание детонацией на расстоянии	61
Глава IV. Составление зарядов и их крепление на подрываемых объектах	63
Глава V. Как рассчитать величину заряда	70
1. Подрывание дерева	—
2. Подрывание металла	72
3. Подрывание кирпича, камня и бетона	74
4. Особенности подрывания железобетона	76
5. Взрывы в грунтах	77
Глава VI. Подрывание дорог и дорожных сооружений	80
1. Порча дорожного полотна	—
2. Разрушение мостов	82
3. Особенности подрывания железных дорог	87
Глава VII. Подрывание зданий, фортификационных сооружений и заграждений	89
1. Подрывание зданий	—
2. Подрывание фортификационных сооружений	91
3. Продельвание проходов в заграждениях взрывным способом	94
Глава VIII. Выведение из строя материальной части	98
Глава IX. Устройство окопов и противотанковых рвов взрывным способом	101
Глава X. Подрывные работы в воде и подо льдом	104
Глава XI. Меры предосторожности при подрывных работах	108

Цена 3 руб. 40 коп.