

Разработка грунта взрывом.

В строительстве взрывы применяют при разработке скальных и мерзлых грунтов, устройстве земляных сооружений (выемок и насыпей) методом направленных взрывов, разрушении предназначенных к сносу зданий и сооружений и т.д.

Для производства взрывных работ используют взрывчатые вещества и средства взрывания.

Взрывчатыми веществами (ВВ) называют химические соединения или механические смеси, способные под влиянием внешнего импульса (удар, искра) к быстрым химическим превращениям (со скоростью в несколько тысяч метров в секунду). Выделяемая при этом энергия способна производить механическую работу. По скорости, взрывчатого разложения и воздействию на окружающую среду различают три основные группы ВВ – инициирующие, бризантные и метательные.

К инициирующим ВВ относятся гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС) и азид свинца. Их особенностью является чрезвычайная чувствительность к внешним воздействиям (искра, огонь, удар, трение), после которых они обычно взрываются. Поэтому их применяют для изготовления капсюлей-детонаторов, капсюлей-воспламенителей.

Наиболее часто в строительстве используют *бризантные* ВВ: аммиачно-селитренные, динамит, тротил и др.. По агрегатному состоянию различают порошкообразные, прессованные, литые ВВ.

Аммиачно-селитренные ВВ (аммониты) по сравнению с другими ВВ менее опасны, так как мало чувствительны к удару, искре, огню, трению.

К средствам взрывания относят капсюль-детонатор, электродетонатор, огнепроводный и детонирующий шнуры, а также источники и проводники электрического тока.

Капсюль-детонатор предназначен для возбуждения детонации при производстве взрывных работ способом огневого взрывания (рис. 1). Электродетонатор представляет собой смонтированные в одной гильзе капсюль-детонатор и электровоспламенитель, который при прохождении тока воспламеняется и взрывает детонатор. Электродетонаторы бывают мгновенного и замедленного действия. Огнепроводный шнур предназначен для передачи капсюлю-детонатору пучка искр. Скорость распространения огня по огнепроводному шнуру 1 см/с. Детонирующий шнур служит для передачи и возбуждения взрыва ВВ, он передает детонацию практически мгновенно. Для взрывных работ применяют в качестве источника тока подрывные машинки, аккумуляторы, для передачи тока – саперный провод, электроосветительный и др.

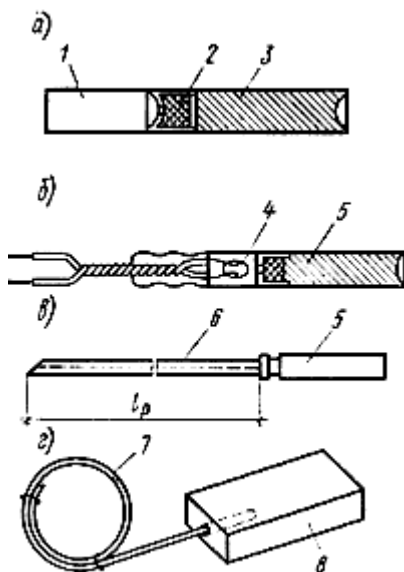


Рисунок 1. Средства взрывания: а - капсюль-детонатор; б - электродетонатор; в - зажигательная трубка; г - патрон-боевик; 1 - гильза; 2 - инициирующее ВВ; 3 - заряд высокобризантного ВВ; 4 - электровоспламенитель; 5 - детонатор; 6 - огнепроводный шнур; 7 - зажигательная трубка; 8 - шашка-брикет ВВ.

Для осуществления взрыва ВВ формируют в заряды (т.е. определенное расчетное количество ВВ).

Взрывание зарядов ВВ может осуществляться огневым способом, электрическим и с помощью детонирующего шнура. По времени взрывания отдельных зарядов различают мгновенное, короткозамедленное и замедленное взрывание.

Огневой способ применяют для взрывания одиночных зарядов или разновременного взрывания группы зарядов. При огневом способе взрывания из капсюля-детонатора и огнепроводного шнура (рис. 2) изготавливают зажигательную трубку, которая в соединении с патроном ВВ образует патрон-боевик (рис. 1г). Последний вводится в заряд ВВ и взрывает его при воспламенении зажигательной трубки.

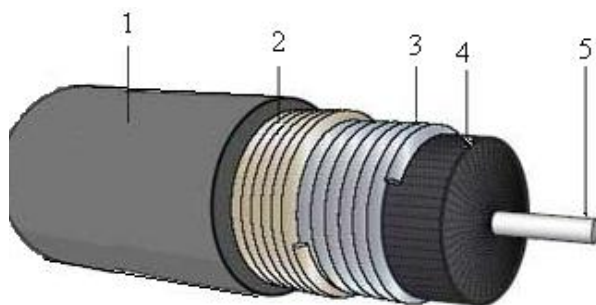


Рисунок 2. Огнепроводный шнур: 1 - наружный слой асфальта или пластик; 2 - наружная оплетка; 3 - внутренняя оплетка; 4 - пиротехнический состав (порох); 5 - направляющая нить.

Электрический способ применяется, когда необходимо взорвать большую серию зарядов на значительном расстоянии одновременно или с необходимым замедлением. Для этого используют замедлители взрывания и различные соединения электрических сетей (рис. 3).

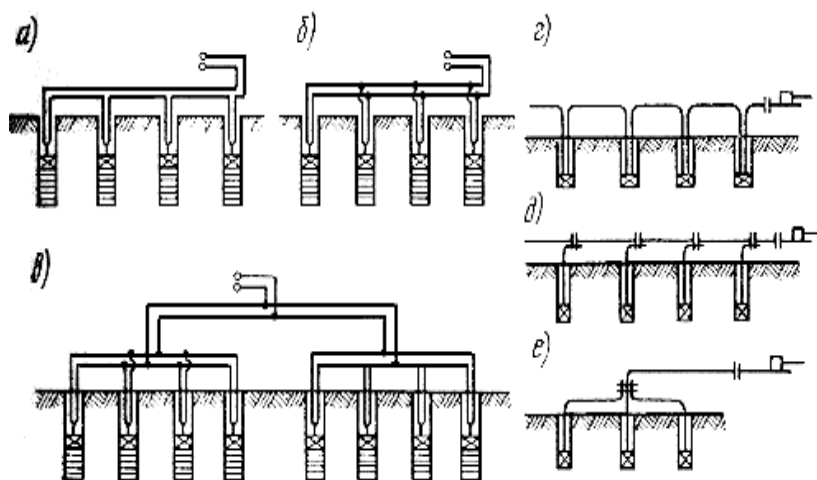


Рисунок 3. Схемы взрывных сетей: а - последовательное соединение при электрическом способе взрывания; б - параллельное соединение; в - смешанное; г, д, е - то же, при взрывании с использованием детонирующего шнура.

Взрывание с помощью *детонирующего шнура* (рис. 4) наиболее распространено, так как достаточно просто осуществлять, а в случае отказа в зарядах нет опасных детонаторов. Бескапсюльное взрывание обязательно при наличии блуждающих токов на площадке. детонирующий шнур (ДШ) предназначен для одновременного взрывания нескольких зарядов; он имеет сердцевину из бризантного ВВ.

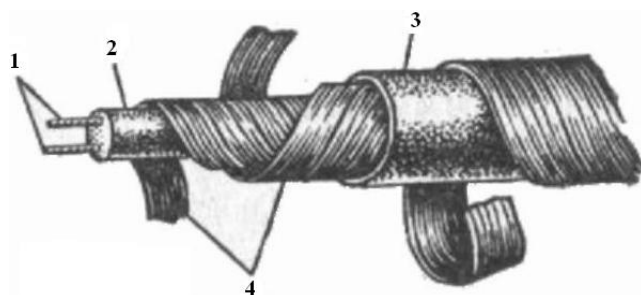


Рисунок 4. Детонирующий шнур: 1 — направляющие нити; 2 — сердцевина из ВВ; 3 — воск и озокерит; 4 — воспламеняющий состав.

По месторасположению заряды могут быть *наружными*, располагаемыми на поверхности взрываемого объекта, и *внутренними*, располагаемыми в выработках (шпурах, скважинах, камерах, рукавах и т.д.). В зависимости от формы заряды подразделяют на сосредоточенные, удлиненные и фигурные.

По действию, оказываемому на окружающую среду, различают заряды выброса, рыхления и камуфлеты (рис. 5).

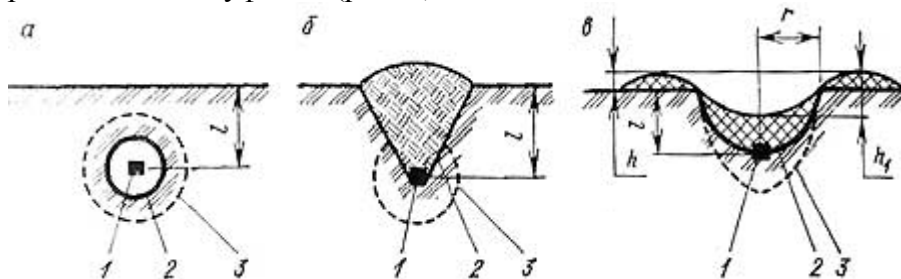


Рисунок 5. Действие заряда на взрываемую породу: а – камуфлет; б – рыхление; в – выброс; 1 – заряд ВВ; 2 – зона разрушения; 3 – зона уплотнения.

Количество взрывчатого вещества в заряде определяется расчетом в зависимости от назначения взрыва. При взрыве на выброс в грунте образуется конусообразное углубление, называемое воронкой. Грунт, выброшенный взрывом, под действием силы тяжести падает частично в воронку и частично вокруг нее.

Воронки взрыва имеют радиус разрушения r , линию наименьшего сопротивления l (ЛНС), равную кратчайшему расстоянию от центра заряда до ближайшей свободной поверхности.

Действие взрыва принято характеризовать отношением $n = r/l$ называемым показателем действия взрыва. Выбор вида и величины заряда зависит от целей взрывания. Масса заряда определяется по эмпирическим формулам, которые в большинстве случаев являются функциями удельного расхода ВВ, объема взрываемого грунта или параметров воронки (горна).

Масса сосредоточенного заряда для образования нормального выброса (горна):

$$Q = qr^3$$

Для усиленного выброса с n от 1 до 3, по формуле М.М. Борескова:

$$Q = qh^3(0,4 + 0,6n^3)$$

Удельный расход ВВ q - в килограммах на 1 м^3 взрываемой породы.

Коэффициенты, входящие в эмпирические формулы, определяют по справочным данным. Расчетный расход ВВ проверяют до производства основных взрывов на месте работ пробным взрыванием.

Методы ведения взрывных работ зависят от технических задач, решаемых с использованием энергии взрыва.

Метод *шпуровых зарядов* применяют на открытых и подземных разработках. Сущность его состоит в том, что удлиненные заряды располагают и взрывают в шпурах. Заряд ВВ не должен занимать более $2/3$ его длины. Верхняя часть шпура заполняется забивкой, вначале песчано-глинистой смесью, а затем песком или буровой мелочью (рис. 6).

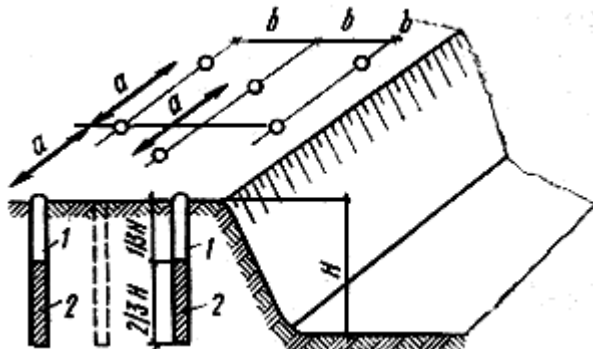


Рисунок 6. Схемы размещения зарядов при шпуровом методе взрывания: 1 - забойка шпура; 2 - заряд ВВ.

На открытых работах шпуровой метод используют при послойной разработке грунтов. Взрывают каждый ряд шпуров одновременно: сначала - ближайший к забою ряд, затем - последующие, используя электрический способ взрывания или детонирующий шнур. Одиночные шпуровые заряды применяют для дробления отдельных камней или корчевания пней. Групповые заряды используют для дробления и рыхления скальных и мерзлых грунтов. Шпуровые заряды используют также для разрушения предназначенных к сносу зданий и сооружений.

Метод *скважинных зарядов* отличается от шпурового только тем, что заряды размещаются в скважинах диаметром 75-300 мм и глубиной до 30 м. Заряды могут быть удлиненные - сплошные или прерывистые, заполняющие большую часть скважины, за исключением верхней части, которую заполняют забивкой.

Взрывание одиночных шпуровых и скважинных зарядов производят огневым способом, групповых - электрическим. При электрическом способе сеть необходимо дублировать. Взрывать можно мгновенно и с замедлением. При короткозамедленном взрывании достигается лучшее дробление породы, снижается удельный расход ВВ и уменьшается интенсивность сейсмического действия взрыва. Направленные взрывы на выброс являются результатом совместного действия крупных зарядов, располагаемых во взрываемом массиве в соответствии с формой и размерами требуемой выработки.

Для достижения направленного выброса в одну сторону необходимы как минимум двухрядное расположение зарядов и разновременное их взрывание. Грунт, поднятый при взрыве первого ряда, перемещается в сторону выброса энергией взрыва второго ряда (рис. 7).

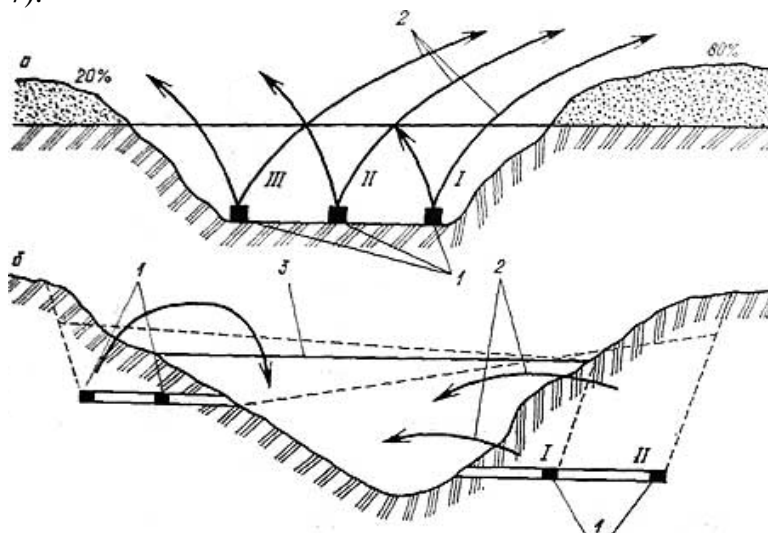


Рисунок 7. Схемы направленных взрывов: а - при устройстве выемки; б - при устройстве насыпи; 1 - заряды ВВ; 2 - направление перемещения взорванного грунта; 3, 4 - массивы грунта правого и левого склонов, предназначенные к взрыву; 5 - проектный профиль насыпи; I-III - ряды зарядов.

При необходимости устройства нешироких траншей в зимних условиях может быть применен метод рыхления мерзлого грунта *щелевыми зарядами ВВ* (рис. 8). Рыхление мерзлых грунтов щелевыми зарядами ВВ способствует получению при взрыве проектного контура траншеи без необходимости зачистки основания и стенок. При щелевом методе рыхления мерзлых грунтов по сравнению со шпуровым производительность труда возрастает в 4-5 раз.

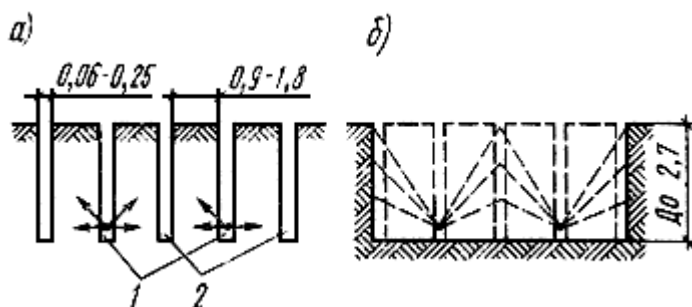


Рисунок 8. Схемы щелевых зарядов: а - расположение зарядов; б - профиль выемки; 1 - зарядная щель; 2 - компенсирующая щель.

Щелевые заряды могут применяться при рыхлении грунтов на больших площадях. В данном случае, используя щели в качестве дополнительных плоскостей скольжения, можно увеличить эффект рыхления грунта и снизить расход ВВ.

При производстве взрывных работ необходимо строго соблюдать утвержденные Госгортехнадзором **"Единые правила безопасности при взрывных работах"**. Для производства взрывных работ требуется разрешение инспекции Госгортехнадзора. К работе допускаются лица, сдавшие экзамен квалификационной комиссии. Обязательным условием при производстве взрывных работ является определение границ зоны безопасности, за пределами которой исключено поражение людей, механизмов и сооружений в результате сейсмических воздействий, действия ударной волны, разлета кусков разрушаемого взрывом материала. Радиусы опасной зоны устанавливают специальными расчетами. Опасную зону оцепляют и устанавливают предупредительные знаки. Перед взрывом взрывники и инженерно-технический персонал удаляются за пределы опасной зоны. О предстоящем взрыве предупреждают звуковой или световой сигнализацией.

Важным условием безопасности является соблюдение правил транспортирования и хранения взрывчатых материалов. Склады размещают вне опасной зоны и вдали от строений.