

Тема 5.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Лекция 12.

Закрытые способы разработки грунтов. Разработка мерзлых грунтов

Гродно

ВОПРОСЫ:

12.1 Закрытые способы производства земляных работ и область их применения.

12.2 Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей.

12.3 Технология разработки мерзлых грунтов. Способы предохранения грунтов от промерзания. Способы рыхления и оттаивания мерзлых грунтов.

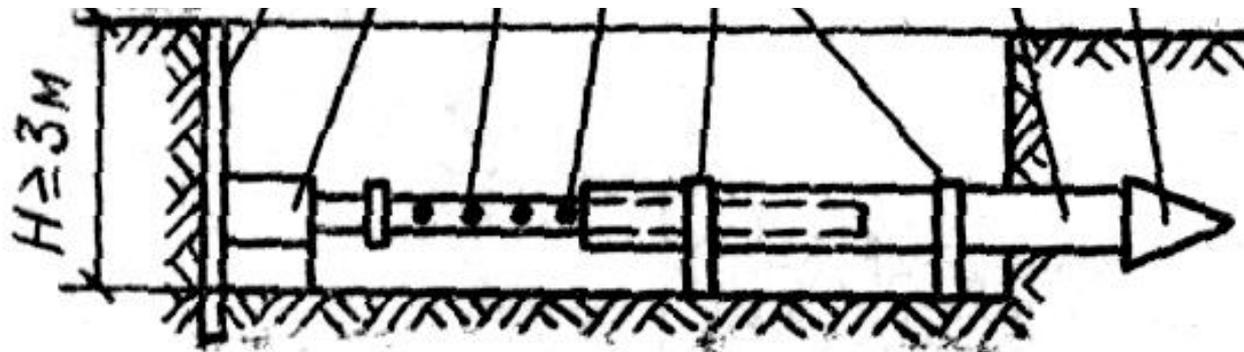
12.4 Охрана труда при производстве земляных работ.

12.1 Закрытые способы производства земляных работ и область их применения.

Способ прокола наиболее технологичный, хорошо освоен, находит широкое применение

Прокол — образование отверстий в грунте при вдавливании в него трубы с коническим наконечником, приваренным к её торцу.

Применяется для трубопроводов диаметром до 400 мм на расстояние до 50 м и осуществляется при помощи одного или нескольких гидравлических домкратов.

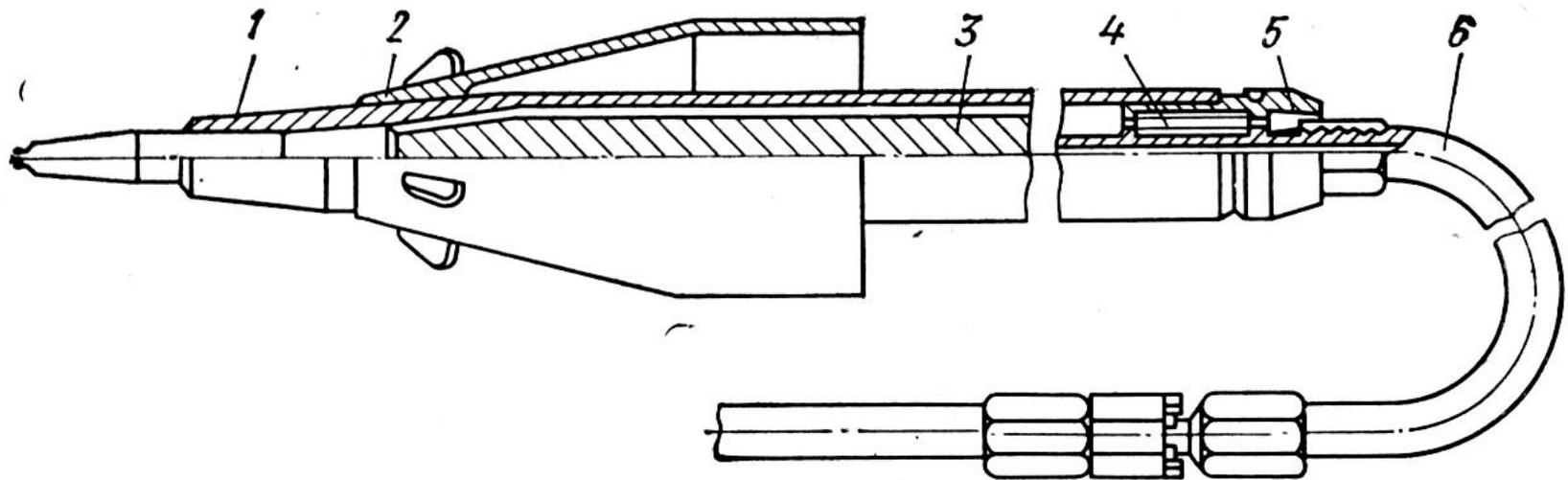


Пневмопробивка скважин

ведется при помощи специального самодвижущегося **пневмопробойника**, работающего на сжатом воздухе.

применяют для проходки в грунте скважин **диаметром 50...400 мм** на расстояние **не более 50 м**

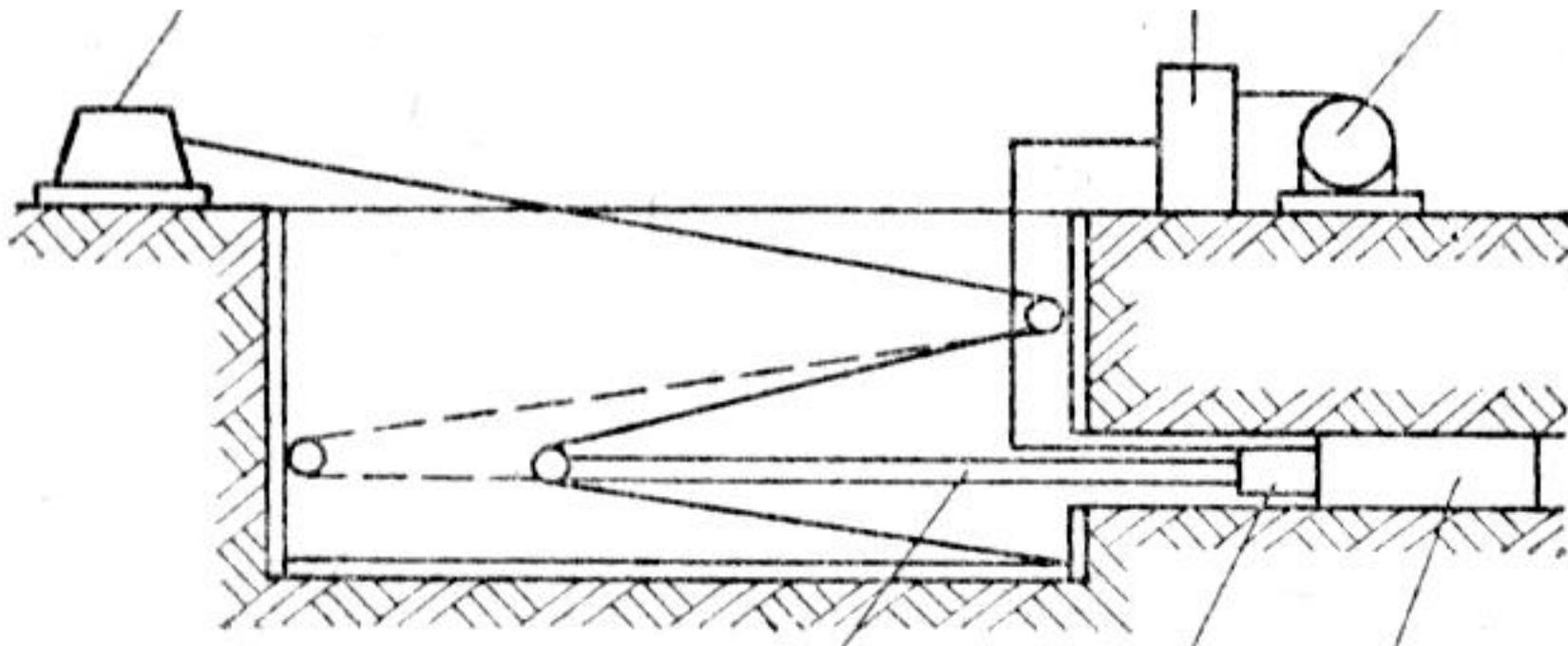
Самый мощный пневмопробойник диаметром 400 мм может забить трубу **диаметром до 2 м** на расстояние **30. .40 м**.



Вибровакуумный способ устройства скважин

осуществляется установкой, состоящей из проходческого снаряда, лебедки и вакуум-насоса с грунтоулавливателем.

можно прокладывать скважины диаметром 200..500 мм, длиной до 25 м.



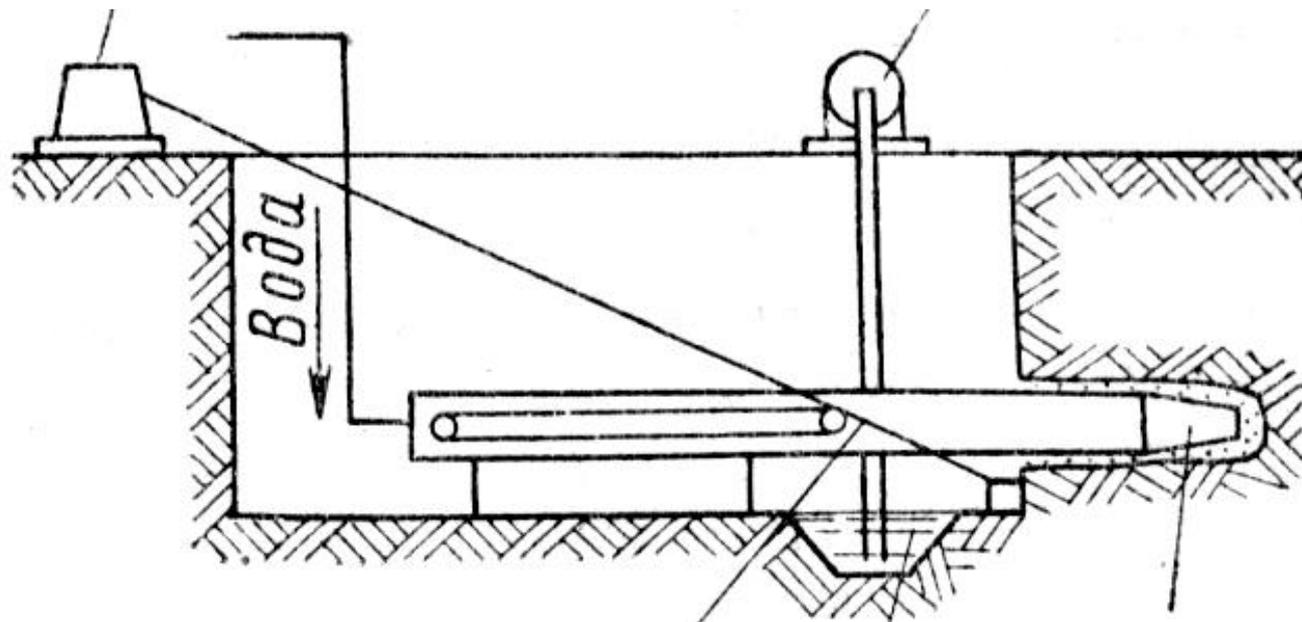
Гидромеханический способ прокладки трубопроводов

основан на использовании разрушающего действия струи воды.

Первое звено проталкиваемой трубы снабжается конической насадкой с отверстием.

прокладываются трубы диаметром до 600 мм на расстояние до 50 м.

скорость проходки не превышает 3 м в смену.

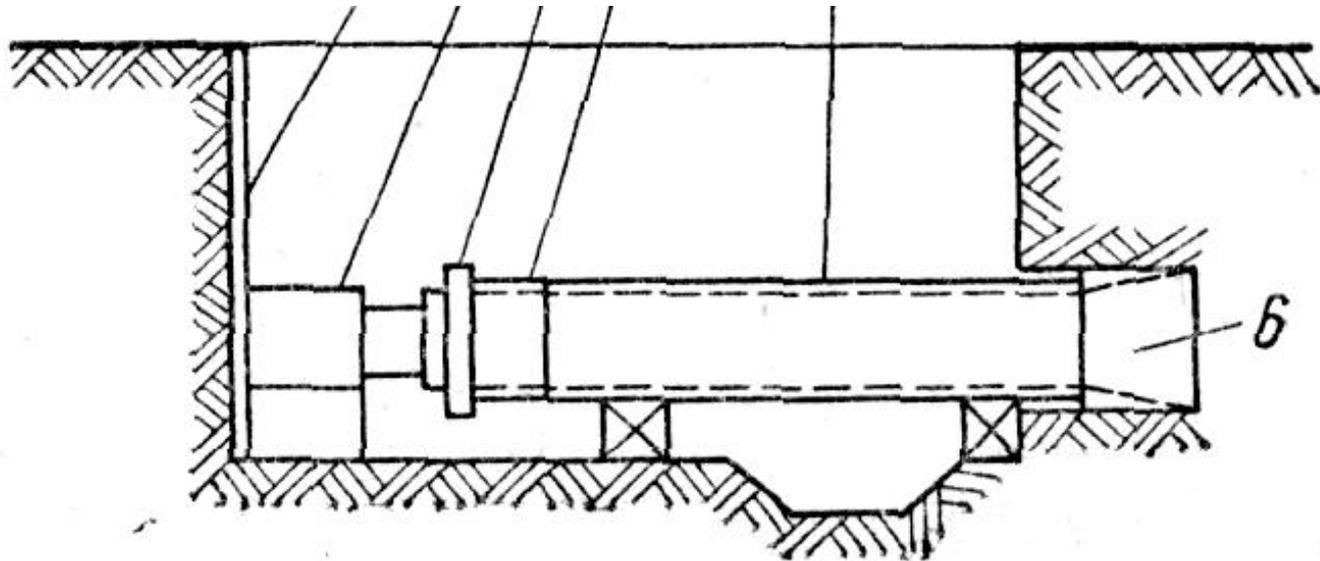


Способ продавливания

применяют установку из рамы с одним или несколькими домкратами, которые передают усилие на торец трубы через надеваемый на него нажимной фланец. Другой конец трубы снабжён ножевым кольцом большего диаметра для уменьшения сопротивления грунта.

применяют для прокладки стальных труб диаметром 500..1800 мм и длиной до 80 м.

скорость проходки не превышает 3 м в смену.

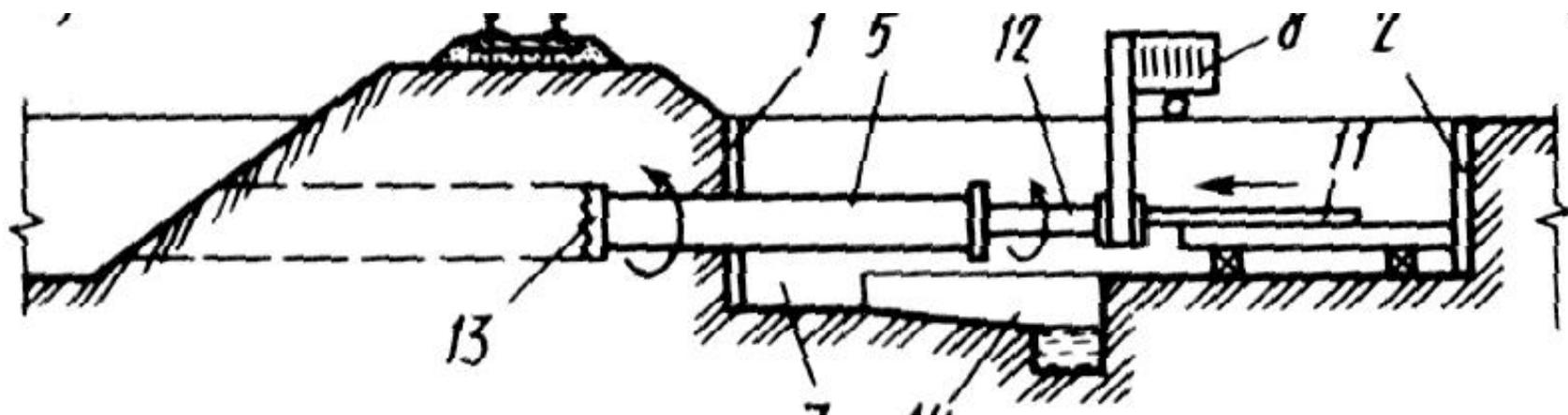


Горизонтальное бурение

труба приводится во вращение от двигателя, установленного на поверхности земли у бровки котлована. Конец трубы снабжают режущей коронкой увеличенного диаметра.

Применяют для прокладки в глинистых грунтах трубопроводов диаметром 800...1000 мм на длину 80...100 м.

Производительность проходки 4...5 м/ч.



Щитовая проходка

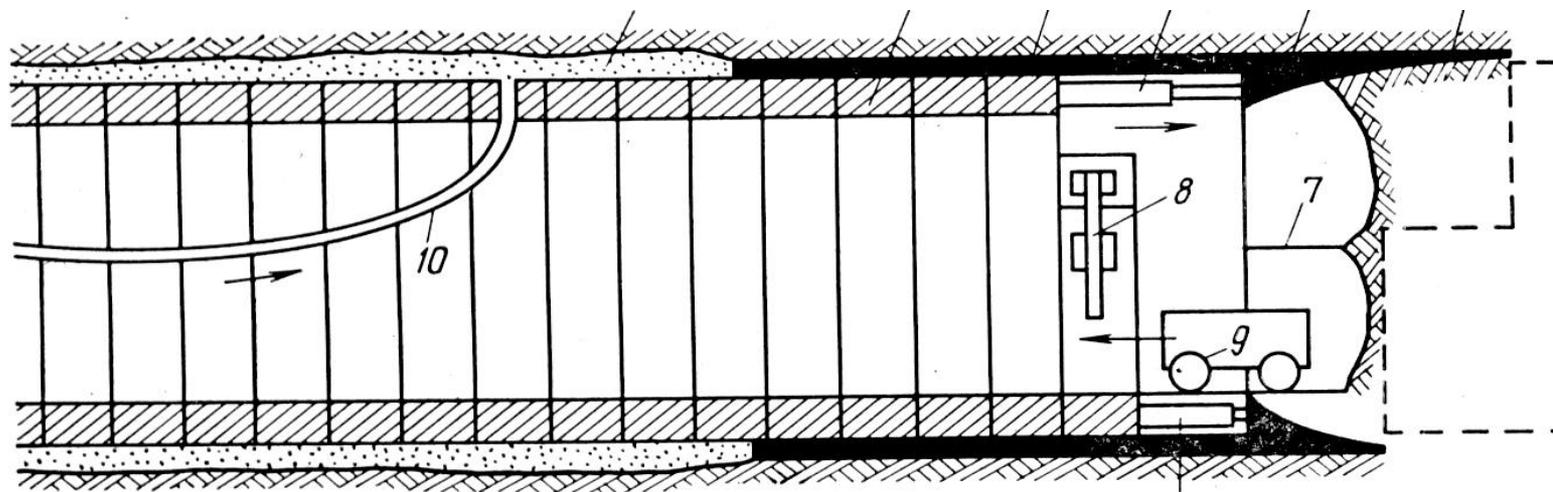
Проходческий щит состоит из трех основных отсеков: рабочего (режущая часть с козырьком), опорного (домкратного) и хвостового.

В рабочем отсеке ведется разработка грунта.

В опорной части щита размещены домкраты, которые опираются на обделку выработки и вдавливают щит в грунт.

В хвостовой части ведется обделка проходки блоками.

Применяется для устройства выработок диаметром 1,5 м и более на длину до 150 м



12.2 Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей.

Метод применяют при просадочных грунтах, грунтах с малой плотностью и прочностными характеристиками.

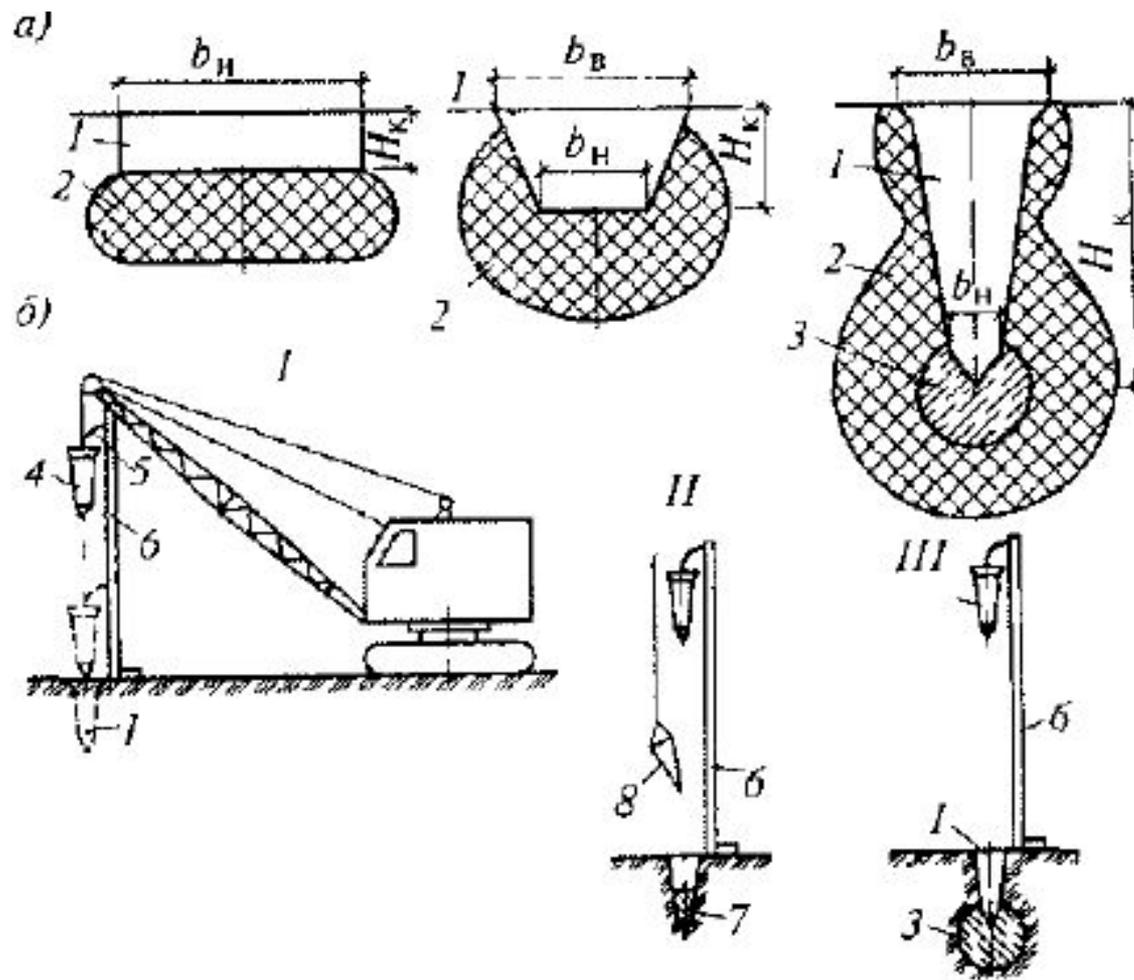
К таким грунтам относят глинистые и песчаные, в том числе водонасыщенные.

Вытрамбовывание осуществляют посредством передачи на грунт ударной нагрузки путем сбрасывания с высоты 3...8 м трамбовки массой 2...10 т. в одно и то же место до образования котлована необходимой глубины.

Трамбовки

могут иметь форму квадрата, прямоугольника, шестиугольника или круга шириной: понизу 0,4...4 м, поверху 0,7...2,0 м. Высота трамбовки 1..3,5 м с конусностью боковых стенок от 1:20 до 1:5. Масса трамбовки находится в пределах 2..10т.

Вытрамбовывание грунта



Эффективность вытрамбовывания

влияет ряд факторов, к которым относят **параметры трамбования**

- массу трамбовки m ,
- высоту сбрасывания H ,
- энергию удара $\mathcal{E} = mH$
- **грунтовые условия**

Эффективность метода

метод вытрамбовывания по сравнению с традиционными позволяет **в 3 - 5 раз** сократить объем работ, снизить затраты **в 1,5 - 3 раза** и трудоемкость **в 1,8 - 2,5 раза**.

Применение этого метода **наиболее эффективно** в просадочных грунтах.

12.3 Технология разработки мерзлых грунтов. Способы предохранения грунтов от промерзания. Способы рыхления и оттаивания мерзлых грунтов.

Теплопроводность мерзлого грунта **больше**, а **теплоемкость** **меньше**, чем талого. **Из-за этого грунт быстро промерзает и медленно оттаивает.**

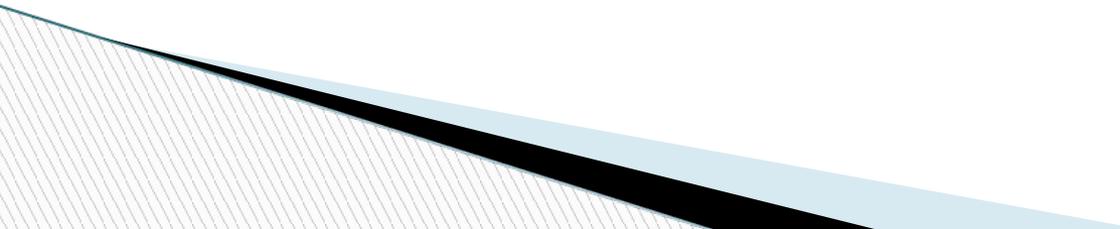
Электропроводность мерзлого грунта **очень невелика**. Т.к. лед по своим свойствам близок к диэлектрику.

Водопроницаемость мерзлого грунта **близка к нулю**.

Для мерзлых грунтов характерным является значительное **увеличение трудоемкости их разработки, уменьшение производительности, быстрый износ деталей машин, особенно их рабочих органов.**

В то же время **временные выемки** в мерзлом грунте **можно разрабатывать без откосов.**

Методы разработки грунта в зимних условиях:

- 1) Предохранением грунта от промерзания и разработкой обычными методами.
 - 2) Разработкой грунта в мерзлом состоянии с предварительным рыхлением.
 - 3) Непосредственной разработкой мерзлого грунта.
 - 4) Оттаиванием грунта и его разработкой в талом состоянии.
- 

Способы предохранения грунтов от промерзания.

- **вспахивание** с боронованием, глубокое **рыхление**, **перекрёстное рыхление**,
- **снегозадержание**,
- **утепление** ледозащитной оболочкой
- **и теплоизоляционными материалами**,
- **пропитка** грунта растворами солей.

Вспахивание с боронованием

в первой трети зимы тракторными плугами на глубину 30-35 см с глубоким боронованием. Глубина промерзания **уменьшается в три раза**.

Перекрёстное рыхление

На глубину 30- 40 см, второй слой под углом $60\dots90^0$, а каждая последующая проходка выполняется с нахлёсткой на 20 см.

Такая обработка, включая снежный покров, **отодвигает начало замерзания** грунта на **2,5...3,5 мес.**

Глубокое рыхление

осуществляется одноковшовыми или многоковшовыми экскаваторами путем перелопачивания грунта отдельными проходками на глубину 1,3—1,5 м.

Снегозадержание

наиболее экономичный способ предохранения грунта от глубокого промерзания

Коэффициент теплопроводности рыхлого снега в 7-10 раз меньше теплопроводности грунта
надежно предохранять от промерзания слоем снега в 1-1,5 м

Ледозащитная оболочка

Площадка ограждается земляным валом высотой 50-60 см, по всей ее площади через 1,5-2 м в шахматном порядке забиваются колья высотой 0,4 м над уровнем земли.

При наступлении устойчивых морозов участок заливается водой. После образования ледяной корки толщиной 10-15 см воду удаляют через специальные отверстия

Теплоизоляционные покрытия

из **дешевых местных материалов**: древесных листьев, шлака, стружек, опилок **слоем 20...40 см**. **Применяют для небольших по площади выемок**.

Более **эффективным** является в сочетании с **воздушной прослойкой**.

раскладывают лежни **толщиной 8... 10 см**, на них горбыли, ветки, насыпают слой **опилок 15...20 см**

Это защита в течение всей зимы.

Пропитка грунта солевыми растворами

На поверхности песчаного и супесчаного грунтов **рассыпают заданное количество соли** (хлористого кальция $0,5 \text{ кг/м}^2$, хлористого натрия 1 кг/м^2), после чего **грунт вспахивают**.

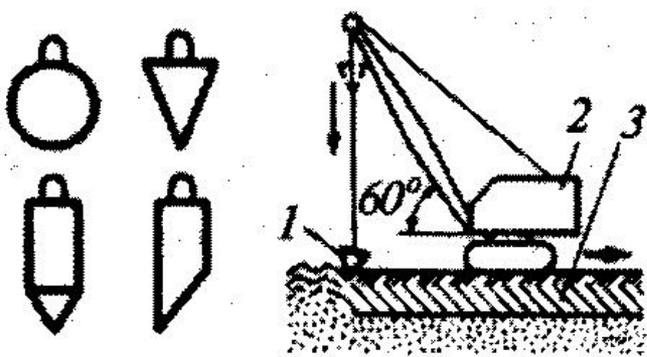
Соль растворяется в грунтовой воде и **равномерно пропитывает грунт**.

Способ является, как правило, недостаточно эффективными.

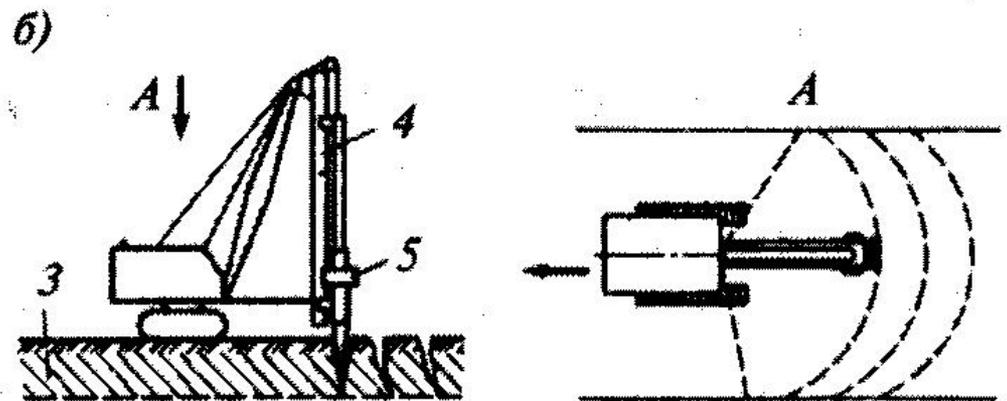
Способы рыхления и оттаивания мёрзлых грунтов механическим или взрывным методом.

Механическое рыхление динамическим воздействием

производят молотами свободного падения (шар - и клин - молотами), подвешенными на стрелы экскаваторов, либо молотами направленного действия, когда рыхление осуществляется сколом грунта - применяют **дизель - молоты** на экскаваторах или тракторах

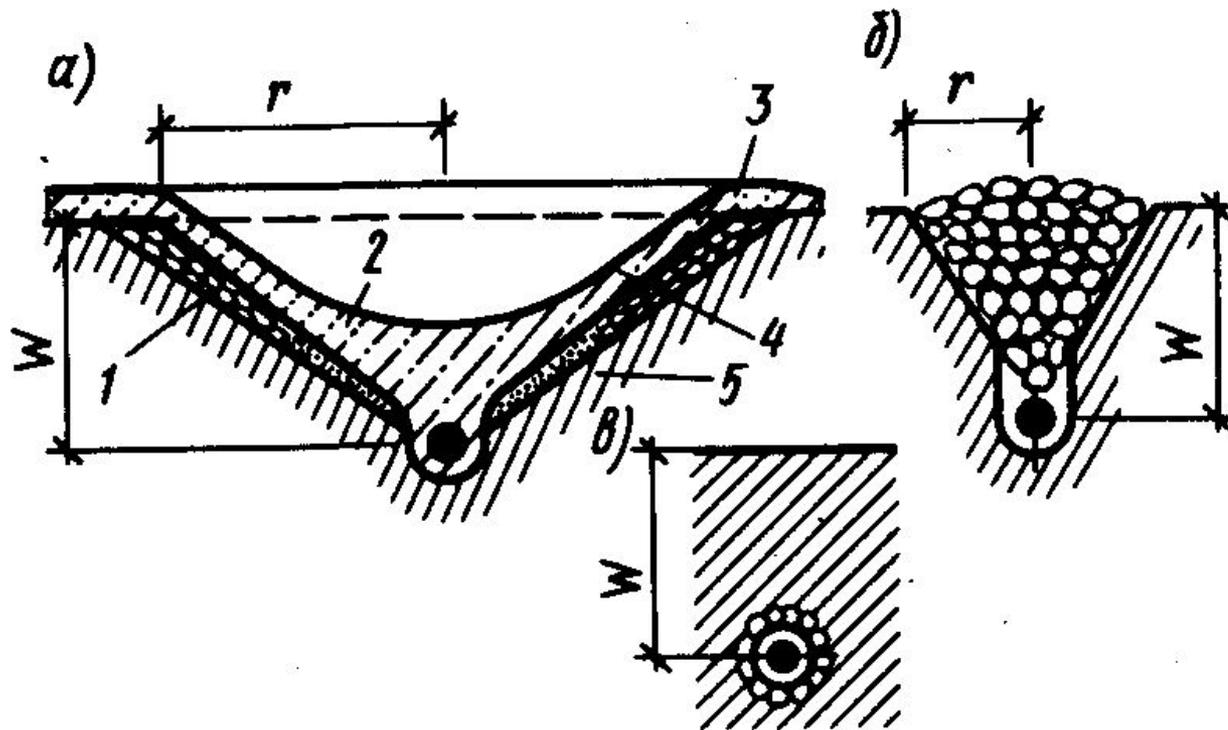


Рыхление молотом свободного падения



Дизель - молоты

Действие заряда



Действие взрыва принято характеризовать показателем действия взрыва

$$n = \Gamma/w$$

Показатель n характеризует также и заряды.

При:

- $n = 1$ заряд нормального выброса и воронка нормального выброса,
- $n > 1$ заряд и воронки усиленного выброса
- $n < 1$ — уменьшенного выброса.
- $n 0,75$ не происходит выброса, а только рыхление в объеме воронки и выпучивание на поверхности.

Масса заряда определяется по эмпирическим формулам, учитывают величину удельного расхода ВВ, объем взрываемого грунта или параметров воронки (горна).

Расход ВВ проверяют пробным взрыванием.

Методы ведения взрывных работ

Метод шпуровых зарядов - удлиненные заряды располагают и взрывают в шпурах

Заряд ВВ в шпуре должен занимать не больше $2/3$ его длины, верхнюю треть шпура заполняют забивкой.

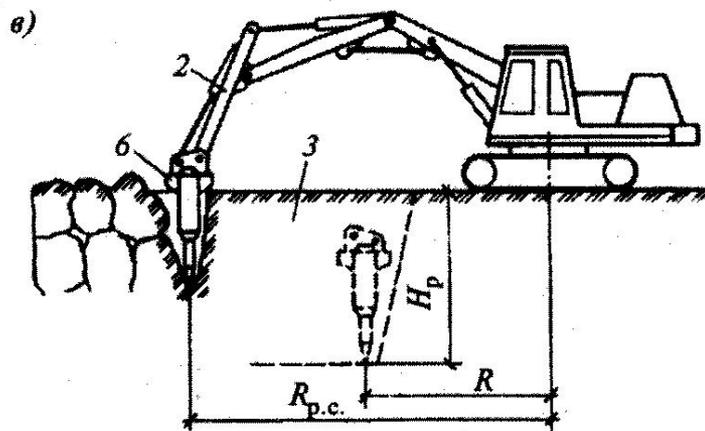
Одиночные шпуровые заряды применяют для дробления отдельных камней или корчевания пней. Групповые заряды используют для дробления и рыхления скальных и мерзлых грунтов.

Шпуровые заряды применяются для разрушения предназначенных к сносу зданий и сооружений - шпуры располагаются в шахматном порядке.

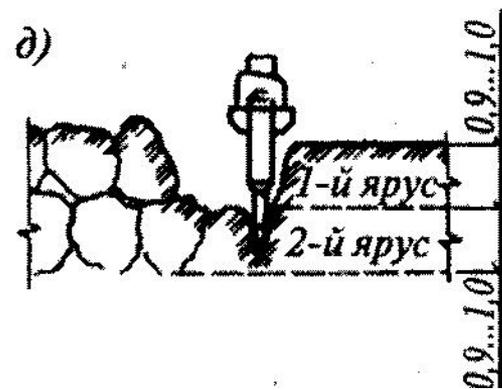
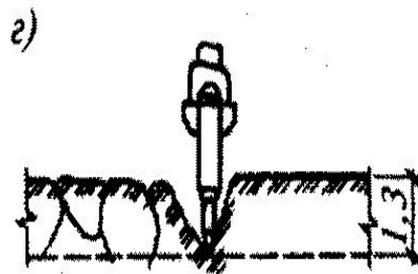
Молоты массой до 5 т сбрасывают с высоты 5..8 м: молот в форме шара рекомендуется при рыхлении песчаных и супесчаных грунтов,

клин-молоты — для глинистых (при глубине промерзания 0,5..0,7 м).

дизель - молоты позволяют разрушать промороженный грунт на глубину до 1,3 м.



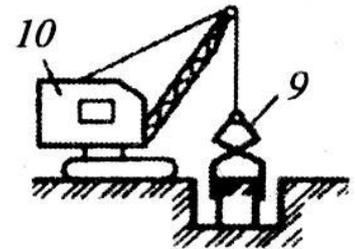
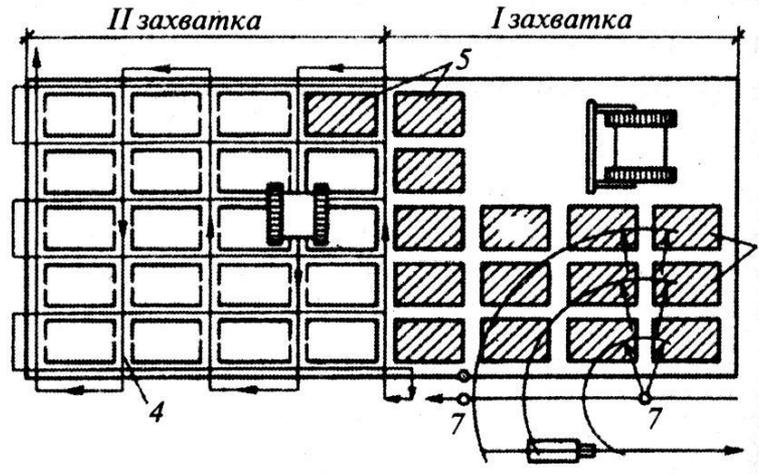
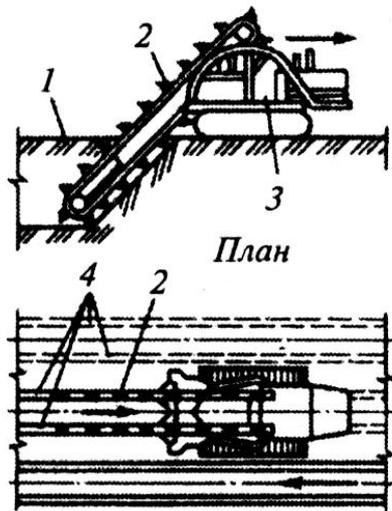
*Вибромолот
на экскаваторе*



*При глубине мерзлого грунта:
г — до 1,5м;
д — более 1,5м*

нарезка мерзлого грунта статическим воздействием

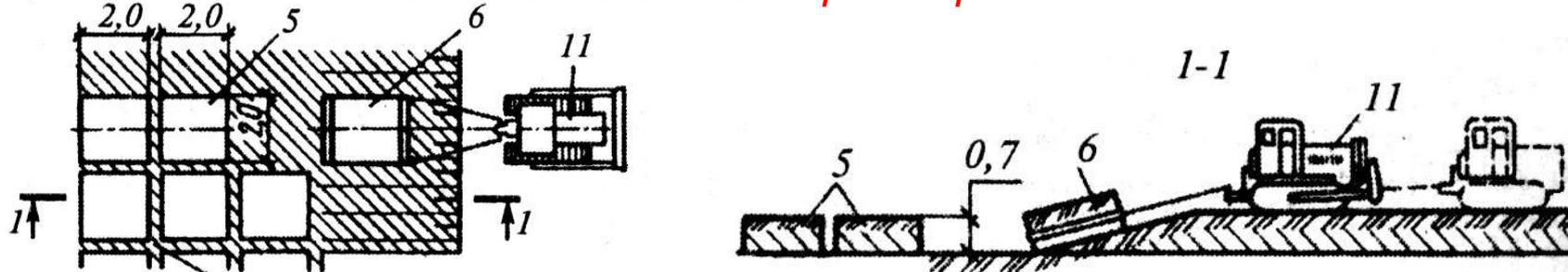
Используется **баровая установка** для **блочной разработки** грунта путем статического воздействия **рабочим органом зубом** производят послойную проходку на глубину рыхления 0,3.. 0,4 м через 0,5 м, затем поперечными проходками под углом 90°
Производительность рыхлителя 15 - 20 м³/ч.
применяют также **экскаваторы** с рабочим органом — **зубом-рыхлителем**.



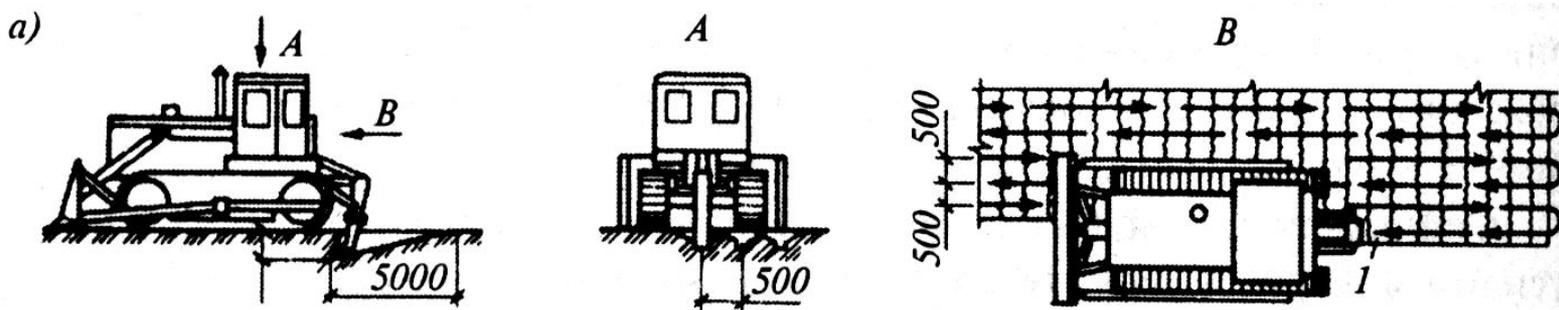
*Нарезка щелей
баровая машиной*

Извлечение блоков краном

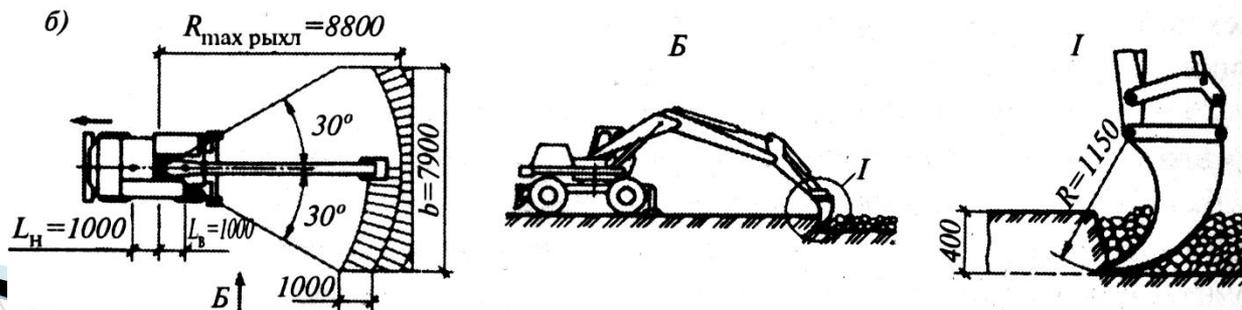
Извлечение блоков трактором



бульдозер с рабочим органом — зубом-рыхлителем



экскаваторы с рабочим органом — зубом-рыхлителем



Рыхление взрывом

наиболее **экономично** при больших объемах работ

используют не только **для рыхления**, но и **для выброса** земляных масс.

Выполняют **методом шпуровых и щелевых зарядов** при глубине промерзания грунта до 2 м; **методом скважинных и щелевых зарядов** при глубине промерзания свыше 2 м.

При взрывании **не повреждаются стенки котлована**

Шпуры просверливают диаметром 22..50 мм, **скважины** - 900...1100 мм, расстояние между рядами от 1 до 1,5 м. **Щели** через 0,9.. 1,2 м одна от другой нарезают машинами фрезерного типа или баровыми машинами.

Из трех соседних щелей **заряжается одна средняя**, крайние щели **служат для компенсации** сдвига мерзлого грунта во время взрыва

Заряжают щели зарядами затем их **забивают песком**.

Щелевые заряды

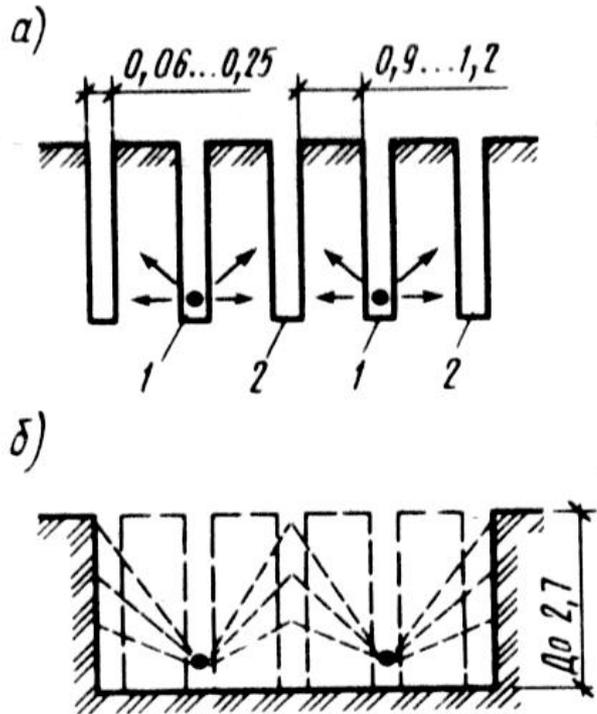
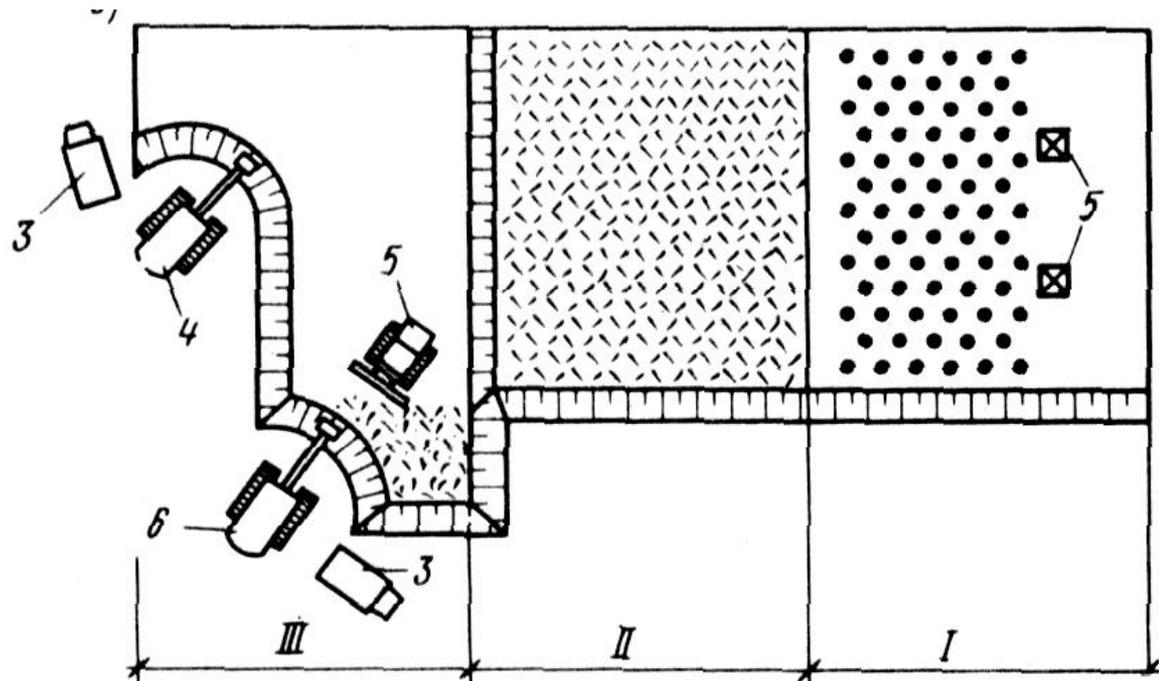


Схема выполнения взрывных работ



Способы оттаивания мерзлого грунта

Оттаивание грунта сверху вниз способ — наименее эффективный

Оттаивание грунта снизу вверх. Способ наиболее экономичный

Оттаивание грунта по радиальному направлению - по экономическим показателям занимает промежуточное положение

Оттаивание сжиганием топлива

Если необходимо выкопать 1...2 ямы, можно обойтись простым костром - за смену грунт оттаивает на 30...40 см.

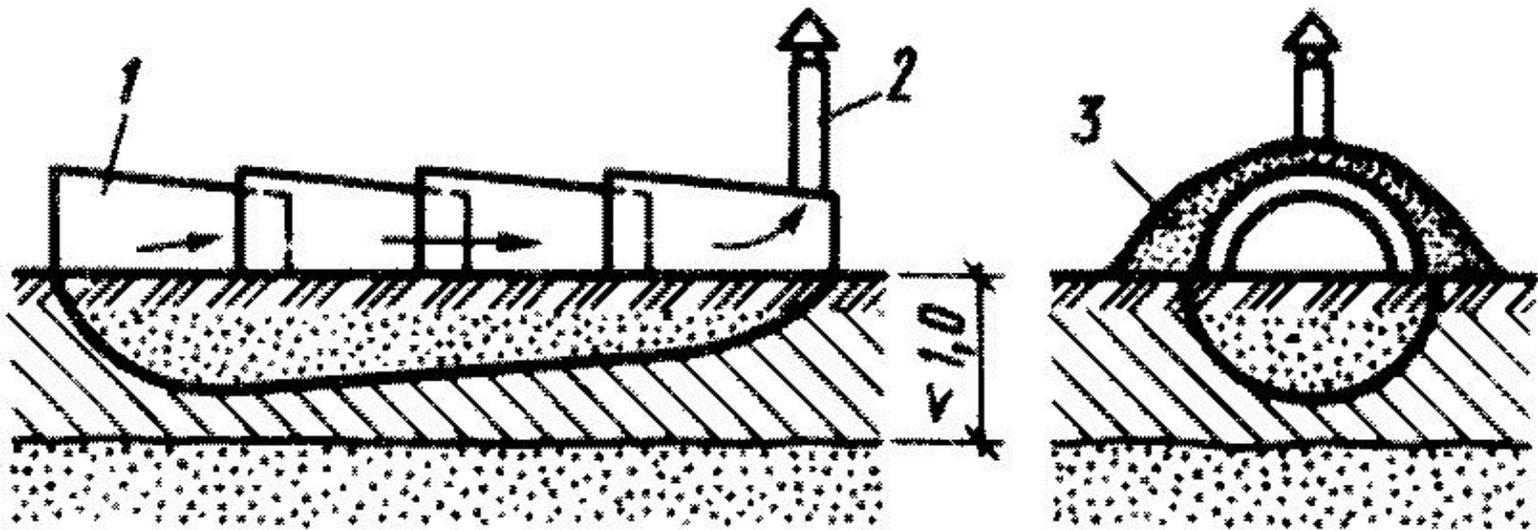
Если утеплить место костра опилками, то оттаивает до 1 м.

Применяют способ крайне редко

Огневой способ оттаивания для отрывки траншей

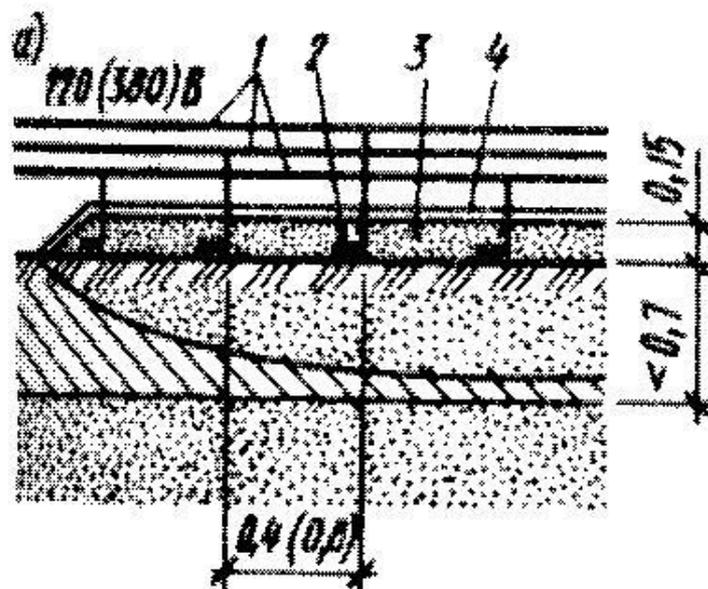
используется **звеньевая конструкция** из ряда **металлических коробов**, из которых собирается **галерея** необходимой длины в первом из них устраивают **камеру сгорания**

После смены агрегат убирают, полосу оттаявшего грунта **засыпают опилками**, дальнейшее оттаивание продолжается за счет **аккумулированного в грунте тепла**.



Способ электропрогрева

Используют **горизонтальные** или **вертикальные** электроды
горизонтальные электроды - **укладывают** электроды
покрывают **слоем опилок** толщиной 15- 20 см, **смачивают**
солевым раствором с концентрацией 0,2 - 0,5%
применяют при глубине промерзания грунта до 0,7 м,
температура не превышает 80 - 90°C.



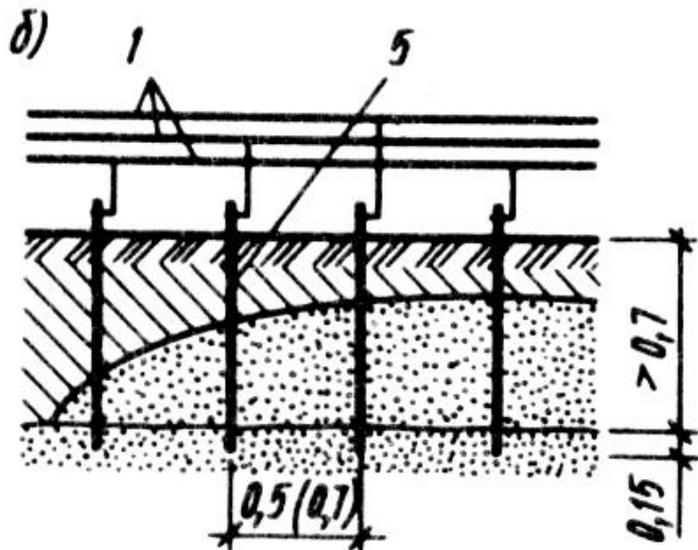
горизонтальные электроды

Оттаивание грунта вертикальными электродами

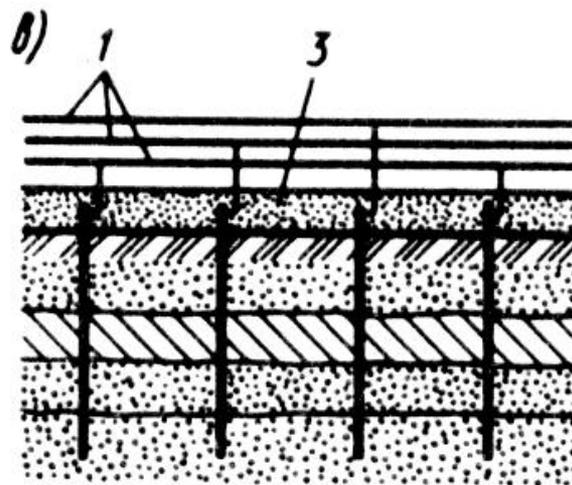
Сверху вниз

с заостренными концами, их забивают в грунт в шахматном порядке на 20 -25 см

Делают опилочную засыпку, увлажненную соевым раствором а по мере оттаивания грунта погружают на большую глубину.



вертикальными электродами
сверху вниз



вертикальными электродами
сверху вниз и снизу вверх

Оттаивание грунта вертикальными электродами

Снизу вверх

необходимо бурить скважины, расположенные в шахматном порядке на 15 -20 см глубже толщины мерзлого грунта.

Расход энергии существенно снижается, слой опилок не требуется

Оттаивание токами высокой частоты

промерзший грунт сохраняет проводимость к токам высокой частоты, отпадает надобность в большом заглублении электродов, в устройстве опилочной засыпки. Расстояние между электродами может быть увеличено до 1,2 м, т. е. в два раза.

Ограниченное использования способа - недостаточный выпуск генераторов токов высокой частоты

Паровое оттаивание

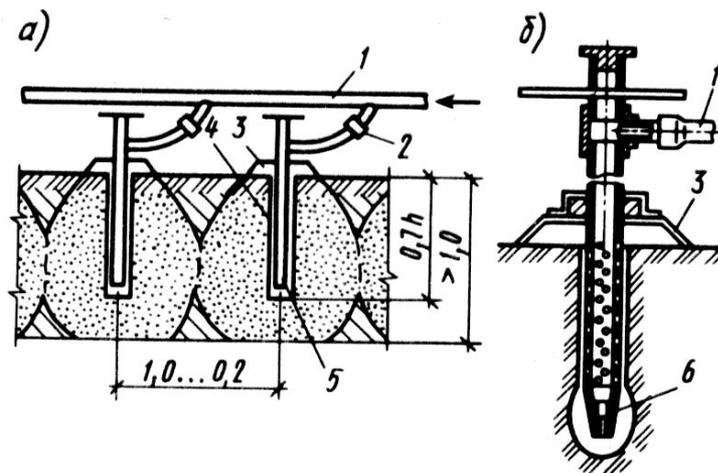
применяют **паровые иглы** - металлическая труба длиной до 2 м, диаметром 25.. 50 мм.

На нижнюю часть трубы насажен **наконечник с отверстиями** 2.. 3 мм. Иглы соединяют с паропроводом.

Иглы **заглубляют в пробуриваемые скважины** на глубину 70% глубины оттаивания.

Иглы **в шахматном порядке** через 1.. 1,5 м.

расхода теплоты в 2 раза больше, чем метод глубинных электродов.



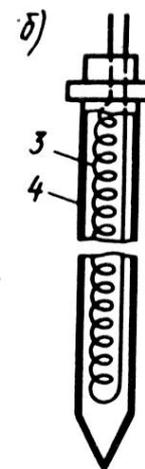
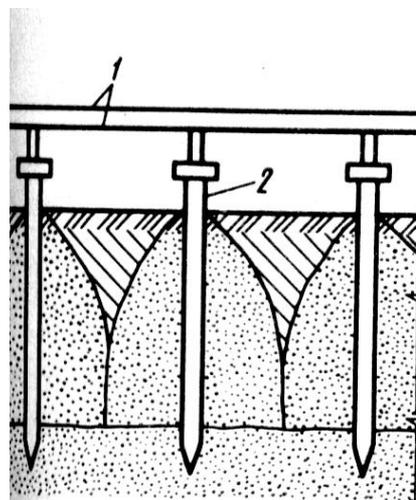
паровые иглы

Оттаивание грунта теплоэлектронагревателями

применяются **электроматы**, изготавливаемые из специального теплопроводящего материала. **Прямоугольные маты** могут закрывать поверхность от 4...8 м.кв. Время, необходимое для оттаивания, **составляет 15-20 ч.**

Оттаивание электронагревателями

применяют **электроиглы**, стальные трубы длиной около 1 м, диаметром до 50...60 мм. Внутри иглы установлен **нагревательный элемент**, теплота распространяется в радиальном направлении



электроиглы

РАЗРАБОТКА МЁРЗЛОГО ГРУНТА БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РЫХЛЕНИЯ

Блочный метод – путем **разрезки** грунта на **блоки**, которые затем удаляют экскаватором или др. способом. При малой глубине промерзания (до 0,6 м) достаточно **сделать продольные прорезы**. **Глубина** прорезаемых щелей должна быть **80% от глубины промерзания**

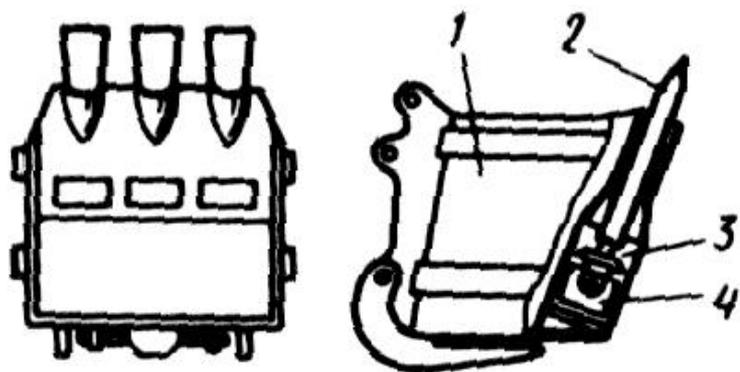
Механический метод

Используются **обычные машины** со специальными рабочими органами для экскаваторов — **ковши с виброударными активными зубьями** и ковши с захватно-клещевым устройством.

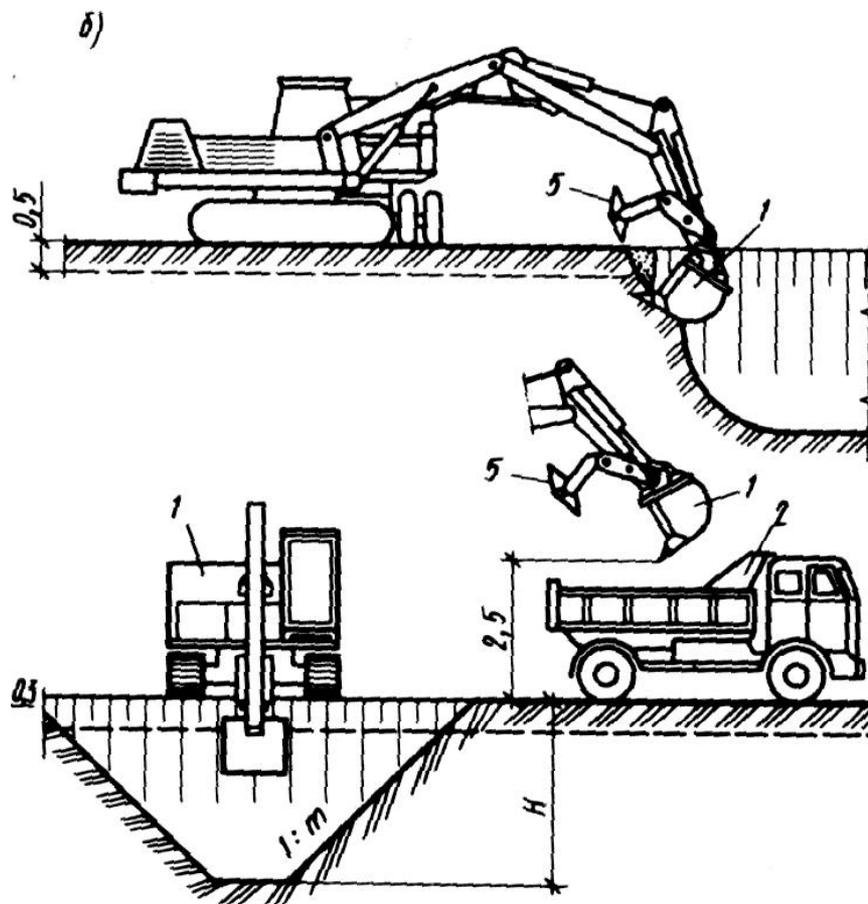
Прямая и обратная лопата могут работать **при глубине промерзания 0,25...0,3 м**; с ковшом 0,65 м -0,4 м;
экскаватор драглайн – до 0,15 м;

бульдозеры и скреперы могут разрабатывать промерзший грунт на глубину **до 15 см**.

ковши с виброударными активными зубьями



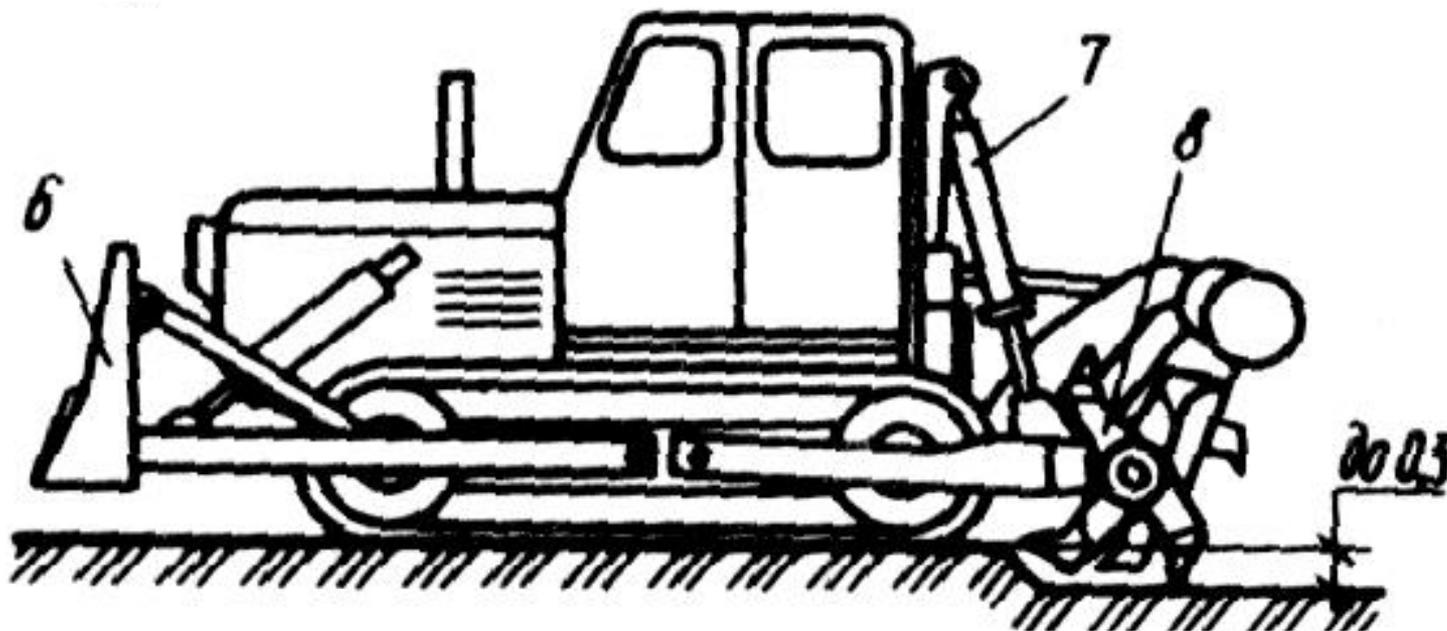
Работа экскаваторов с ковшами с активными зубьями и захватно-клещевым устройством



Механический метод

Послойную разработку грунта можно осуществлять специализированной **землеройно-фрезерной машиной**, снимающей стружку глубиной до 0,3 м и шириной 2,6 м.

Перемещение разработанного мерзлого грунта производят **бульдозерным оборудованием**, входящим в комплект машины.



разработка грунта землеройно-фрезерной машиной

12.4 Охрана труда при производстве земляных работ.

Перед началом земляных работ на местности **должны быть отмечены** все **подземные сооружения**, расположенные в зоне разработки грунта. Особую осторожность следует проявлять, если на участке находятся **электрокабели**

Земляные работы в зонах **подземных коммуникаций** можно проводить только с **письменного разрешения организации**, в ведении которой находятся эти коммуникации, и **в присутствии** их представителя.

В местах расположения **электрокабелей** грунт разрешается **разрабатывать только** при помощи **лопат**; ударные инструменты (ломы, кирки и др.) применять не разрешается.

Если **обнаружены подземные сооружения**, не предусмотренные проектом, работы на этом месте **приостанавливают**

В случае **появления** в выемках вредных **газов**, **работы прекратить**

Места работ в населенных пунктах необходимо ограждать и снабжать предупредительными надписями; в ночное время — освещать.

Для спуска рабочих в котлованы применять стремянки шириной не менее 0,75 м с перилами

Движущиеся по отсыпанной насыпи машины не должны приближаться к бровке ближе 0 5 м.

Котлованы и траншеи разрабатывают с устройством откосов либо с креплением их стенок

крутизна откосов принимать по нормативам

состояние креплений необходимо проверять ежемесячно

Снимать крепления разрешается только в присутствии прораба или мастера;

крепления снимают в направлении снизу вверх по одной доске

В зимнее время разрешается работать без креплений только на глубину промерзания грунта

Материалы, транспортные средства и механизмы вдоль верхней бровки котлованов необходимо размещать вне призмы обрушения.

расстояние от оси погрузочного пути до бровки разрабатываемого откоса для автотранспорта принимают 2,5 м.

Пребывание людей в зоне призмы обрушения и в зоне разворота стрелы экскаватора запрещается.

Погрузку грунта производить со стороны заднего или бокового борта автомобиля

вблизи населенного пункта территорию производства работ ограждают.

людей удаляют из района действия струи гидромонитора.

линии электропередач, проходящие над забоем, должны быть перенесены

Работа гидромонитора во время грозы запрещается.