



# Земляные работы

**Земляными работами** - называют комплекс строительных процессов при устройстве различных земляных сооружений.

Все **земляные сооружения** в зависимости от расположения по отношению к дневной поверхности земли подразделяют:

**выемки** - расположенные ниже по отношению к поверхности естественного рельефа;

**насыпи** - расположенные выше по отношению к поверхности естественного рельефа.

По сроку службы земляные сооружения подразделяют:

**постоянные** - предназначенные для эксплуатации в течение длительного времени (спланированные площадки, состоящие из выемок и насыпей и т.д.);

**временные** - сооружения кратковременного использования, необходимые для выполнения последующих работ. К ним относятся:

- **котлованы** (выемки шириной более 3 м, предназначенные для возведения подземной части зданий и сооружений);

- **траншеи** (узкие выемки для устройства ленточных фундаментов, прокладки инженерных коммуникаций);

- **резервы** (специальные выемки, разрабатываемые для добычи необходимого грунта);

- **кавалеры** (специальные неиспользуемые насыпи для отсыпки излишнего грунта).



# Основные свойства и строительная классификация грунтов.

Большие трудности возникают при строительстве на особых грунтах. К ним относятся следующие структурно-неустойчивые грунты:

**Набухающие грунты** - глинистые грунты, которые увеличиваются в объеме при замачивании водой (или иной жидкостью) без нагрузки.

**Просадочные лессовые грунты**, структура которых нарушается при замачивании. При увлажнении лессового грунта имеет место резкое уменьшение его объема за счет заполнения макропор.

**Мерзлые грунты**, имеющие отрицательную температуру и содержащие лед.

**Вечномерзлые грунты**, находящиеся непрерывно в мерзлом состоянии в течение многих лет и др.

## СТРОИТЕЛЬСТВО НА СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ

- Структурно-неустойчивые грунты – это такие грунты, которые обладают способностью изменять свои структурные свойства под влиянием внешних воздействий с развитием значительных осадок, протекающих, как правило, с большой скоростью.

1. Мерзлые и вечномерзлые грунты
2. Лессовые грунты
3. Торф и заторфованные грунты
4. Закарстованные грунты
5. Насыпные грунты
6. Слабые водонасыщенные глинистые грунты
7. Набухающие грунты



# Основные свойства и строительная классификация грунтов.

Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают **физические характеристики грунтов**: плотность, сцепление, влажность, разрыхляемость, угол естественного откоса, а также просадочность, набухание, переход в плавунное и мерзлое состояние:

**Плотность** грунта - это отношение массы грунта в природном состоянии (плотном теле), включая массу воды в порах, к занимаемому этим грунтом объему.

**Сцепление** характеризует прочностные связи между частицами грунта и выражается сопротивлением сдвигу в предельном состоянии. Сцепление между частицами и плотность грунта влияют на трудоемкость его разработки. Оно учитывается в классификации грунтов по группам (приводится в ЕНиР 2-1 в табл. 1, 2). Группа определяется

наименованием грунта, его характеристикой, состоянием и способом разработки.

**Влажность** грунта - отношение массы воды к массе сухого грунта, выраженное в процентах. Сухими считают грунты, имеющие влажность до 5%, влажными от 5 до 30%, мокрыми - свыше 30%.

**Мерзлое состояние** грунта вызывается климатическими условиями. В зависимости от длительности сохранения отрицательной температуры грунты разделяют на мерзлые сезонного промерзания и вечномерзлые.



# Основные свойства и строительная классификация грунтов.

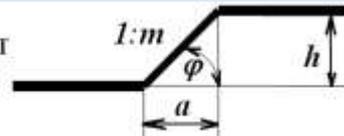
Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают **физические характеристики грунтов**: плотность, сцепление, влажность, разрыхляемость, угол естественного откоса, а также просадочность, набухание, переход в плавунное и мерзлое состояние:

**Разрыхляемость** грунта характеризуется увеличением его объема при разработке по сравнению с объемом в природном состоянии и выражается **коэффициентом первоначального разрыхления** -  $K_p$ .

Уложенный в насыпь разрыхленный грунт после уплотнения по сравнению с природным состоянием сохраняет определенное остаточное разрыхление, которое характеризуется **коэффициентом остаточного разрыхления** -  $K_{ор}$ .

**Угол естественного откоса ( $\varphi$ )** - это угол, образованный наклонной поверхностью (откосом) отсыпанного (разрыхленного) грунта с горизонтальной плоскостью, при котором грунт находится в предельном равновесии. Его величина зависит от угла внутреннего трения, сцепления и давления вышележащих слоев грунта. С учетом угла естественного откоса назначают крутизну откоса земляных сооружений, которую принято выражать отношением высоты откоса  $h$  к его заложению  $a$ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{a} = \frac{1}{\left(\frac{a}{h}\right)} = \frac{1}{m}, \text{ где } m - \text{коэффициент заложения откоса.}$$



## Основные свойства и строительная классификация грунтов.

Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают **физические характеристики грунтов**: плотность, сцепление, влажность, разрыхляемость, угол естественного откоса, а также просадочность, набухание, переход в плавунное и мерзлое состояние:

**Просадочность** - свойство лессовидных макропористых грунтов, которые относятся к пылевато-глинистым, с содержанием карбоната кальция в грунте. Такие грунты способны легко размокать, размываться, при замачивании давать под нагрузкой значительные просадки, а при полном водонасыщении переходить в плавунное состояние, что осложняет производство земляных работ.

**Набухание** без нагрузки свойственно разновидностям глинистых грунтов при их замачивании.

**Плавунное состояние** возникает в результате водонасыщения грунтов с преобладающим содержанием песчаных и пылеватых частиц. Плывуны являются структурно-неустойчивыми грунтами и при вскрытии переходят в текучее состояние, поэтому необходимы особые методы производства земляных работ.



# Земляные работы. Подготовительные процессы.

Наиболее распространены земляные работы по устройству котлованов, траншей и вертикальной планировке площадок. В их состав входят подготовительные, основные и вспомогательные процессы:

## **1) Подготовительные процессы**

(выполняются после отвода земельного участка под застройку):

**Очистка территории.** Удаление или пересаживание деревьев и кустарников, корчевка пней, удаление крупных камней-валунов, снос строений в зоне работ, перенос под наблюдением соответствующих организаций линий связи, электросети, подземные коммуникации.





# Земляные работы. Подготовительные процессы.

**Подготовительные процессы** (выполняются после отвода земельного участка под застройку):

**Предохранение грунтов от промерзания.**

**Зимними называются такие условия, когда среднесуточная температура ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  и в течение суток возможно понижение температуры ниже нуля градусов Цельсия.**

Сущность предохранения грунтов от промерзания заключается в создании на поверхности термоизоляционного слоя различными способами. Меры по предохранению от промерзания осуществляют в осенний период перед наступлением заморозков.

**Рыхление грунта** - вспашка плугами на глубину до 35 см, с последующим боронованием верхнего слоя на глубину 10...15 см.

**Укрытие поверхности грунта** - выполняют обычно на небольших площадях местными теплоизоляционными материалами (сухие листья, древесные опилки, солома, торф и т.д.).

**Пропитка грунта соевыми растворами** - применяют при температуре поверхности грунта под слоем снега не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ . Для пропитки используют технический  $\text{NaCl}$  или  $\text{CaCl}$ . Спланированный участок посыпают солью и вспахивают, чтобы соль под действием атмосферных осадков растворилась и впиталась.

**Создание льдозащитной оболочки** - применяют для защиты от промерзания глинистых водоудерживающих грунтов. Площадку планируют, обваловывают, заливают водой и после образования ледяной корки толщиной 10...15 см воду спускают.



# Земляные работы. Вспомогательные процессы.

**Вспомогательные процессы** (выполняются одновременно с основными):

**Временное крепление стенок выемок.** При разработке выемок с вертикальными стенками необходимо ставить временное крепление. Без креплений в зависимости от вида грунта и гидрогеологических условий разрешается отрывать котлованы и траншеи с вертикальными стенками на глубину 1...1,5 м.

Стенки траншей крепят инвентарными конструкциями в виде сборно-распорных рам из труб ( $\varnothing$  60...70 мм) и деревянных щитов ограждения ( $\delta$ = 40...50 мм). При значительной ширине стенки котлованов можно крепить подкосным креплением, которое устанавливают внутрь выемки или анкерным креплением. При сильном притоке грунтовых вод и неустойчивых грунтах в траншеях и котлованах делают шпунтовое крепление из деревянного или металлического шпунта.

Наибольшая допустимая крутизна откосов временных котлованов и траншей, выполняемых без креплений.

Вид грунта	Глубина выемки, м					
	До 1,5		От 1,5 до 3		От 3 до 5	
	ф, град	l: m	ф, град	l: m	ф, град	l: m
Глина	90	1:0	76	1:0,25	63	1:0,5
Суглинок	90	1:0	63	1:0,5	53	1:0,75
Супесок	76	1:0,25	56	1:0,67	50	1:0,85
Песчаный, гравийный	63	1:0,5	45	1:1	45	1:1
Лессовый	90	1:0	63	1:0,5	63	1:0,5
Насыпной	56	1:0,67	45	1:1	38	1:1,25

**Примечания:** 1) Отрывка котлованов и траншей с вертикальными стенками без креплений разрешается только в грунтах естественной и нарушенной структуры при отсутствии грунтовых вод и расположенных поблизости подземных сооружений. Глубина не должна быть более: 1 м в песчаных и гравелистых грунтах; 1,25 м в супесях; 1,5 м в суглинках и глинах; 2 м в особо плотных грунтах 2) При наплавотании различных видов грунта крутизну откоса всех пластов назначают по более слабому виду грунта. 3) К насыпным относятся грунты, пролежавшие в отвалах 6-ти месяцев и не подвергшиеся искусственному уплотнению.

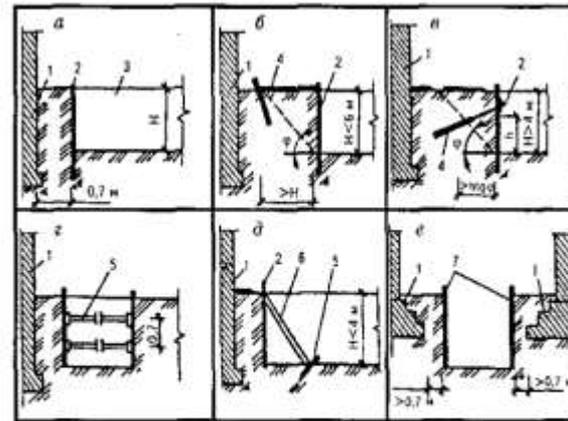
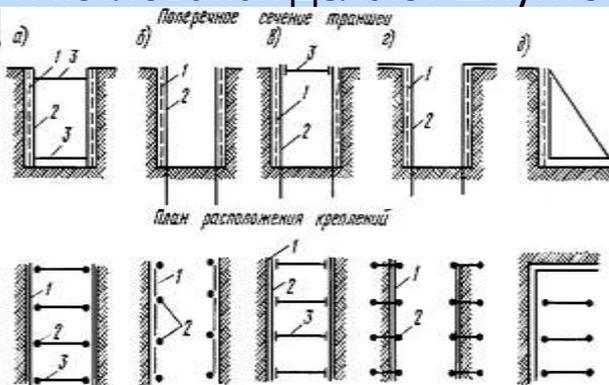
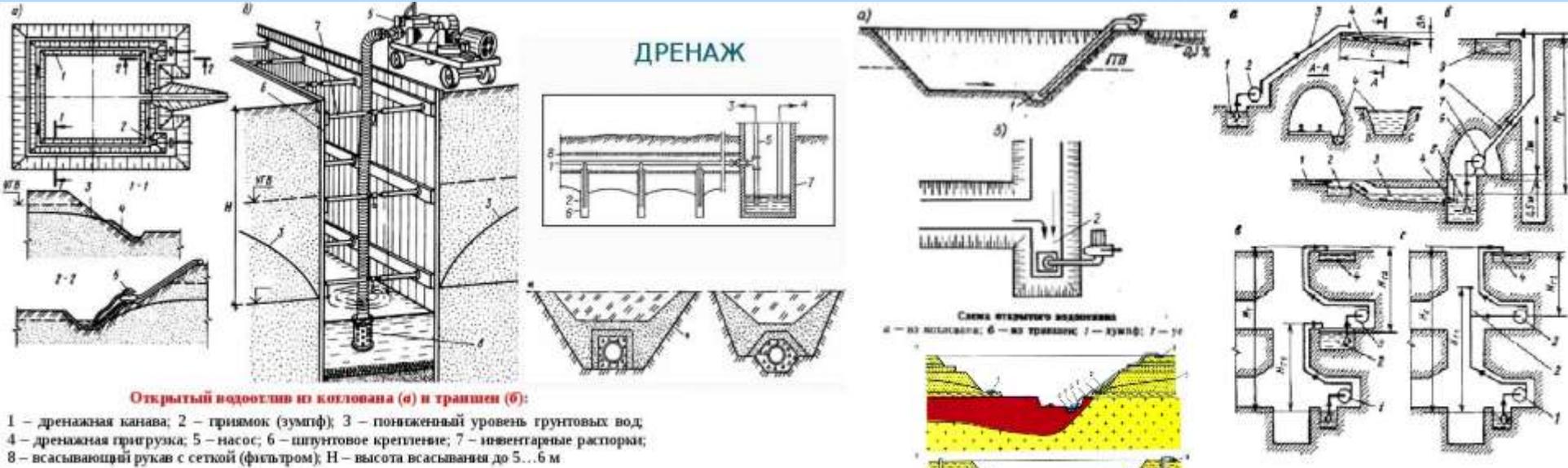


Рис. 5.8. Виды крепления стенок выемок: а — консольное безраспорное; б — консольное с наружной анкерной; в — консольное с глубокой анкерной; г — распорное; д — подкосное; е — опускное; 1 — существующие конструкции; 2 — ограждение; 3 — котлован; 4 — анкер; 5 — распорка; 6 — подкос; 7 — опускной колодец



# Земляные работы. Вспомогательные процессы.

**Открытый водоотлив** - удаление воды при помощи насосов в хорошо дренирующих грунтах или невысоком уровне грунтовых вод. Для водоотлива применяют поршневые или диафрагменные насосы, всасывающие воду и разжиженный грунт с глубины 4...6 м. Открытый водоотлив - наиболее простой способ водопонижения, однако ему присущи недостатки: постоянный приток воды через шпунтовое ограждение и дно выемки; непрерывная фильтрация воды через дно разрыхляет и ослабляет грунт в основании сооружения; возможен вынос грунта из боковых стен выемки, что может вызвать осадку соседних сооружений.



# Земляные работы. Вспомогательные процессы.

**Искусственное понижение уровня грунтовых вод.** Искусственное понижение уровня грунтовых вод с помощью легких иглофильтровых установок (комплект иглофильтров, соединительных рукавов, водосборного коллектора и двух центробежных насосов).



**Понижение уровня грунтовых вод ИГЛОФИЛЬТРАМИ** 3.1

**НАСОС для отбора воды**

ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ремонтной траншеи в сложных гидрологических условиях с высоким уровнем грунтовых вод (УГВ) ИСПОЛЬЗУЕТСЯ технология водопонижения с помощью ИГЛОФИЛЬТРОВЫХ УСТАНОВОК. ОНИ ПРИМЕНЯЮТСЯ ПРИ КОЭФФИЦИЕНТЕ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВ ПРЕВЫШАЮЩЕМ 1-2 мг/сутки

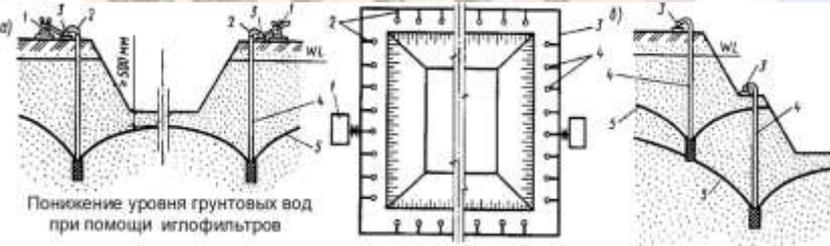
УГВ

УГВ

Депрессионная кривая

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГЛОФИЛЬТРОВОГО понижения уровня грунтовых вод позволяет выполнять работы в траншеи в непрерывном технологическом режиме, ОБЕСПЕЧИВАЕТ УСТОЙЧИВОСТЬ откосов, БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

1 - депрессионная кривая;  
2 - ИГВ; 3 - контур котлована;  
4 - отстойник



## Земляные работы. Вспомогательные процессы.

**Искусственное ограждение от грунтовых вод.** При разработке глубоких выемок в плывунах при сильном притоке воды работы можно вести под защитой водонепроницаемой ледяной стенки, создаваемой путем искусственного замораживания грунта. Искусственное ограждение от грунтовых вод также можно осуществить тиксотропными противофильтрационными экранами (из суспензии бентонитовой глины, способной при водонасыщении загустевать и приобретать водоотталкивающие свойства).



# Земляные работы. Способы искусственного закрепления грунтов.

Для повышения несущей способности грунтовых оснований применяют следующие **способы искусственного закрепления грунтов**:

- Химический (цементация, битумизация и смолизация)
- Термический
- Замораживание
- Электрический
- Электрохимический
- Механический



**Химическое закрепление грунтов** инъекцией в строительстве в настоящее время осуществляется способами силикатизации, смолизации и цементации. Наиболее распространенная и популярная из технологий по закреплению грунтов – **цементация** – это процесс нагнетания в грунт жидкого цементного раствора или цементного молока по ранее забитым полым сваям. Цементация применяется для закрепления крупно- и среднезернистых песков, трещиноватых скальных пород путем нагнетания в грунт цементного раствора через инъекторы. В зависимости от размера трещины и пористости песка применяют суспензию с отношением цемента к воде от 1:1 до 1:10, а также цементные растворы с добавками глины, песка и других инертных материалов.



## Земляные работы. Способы искусственного закрепления грунтов.

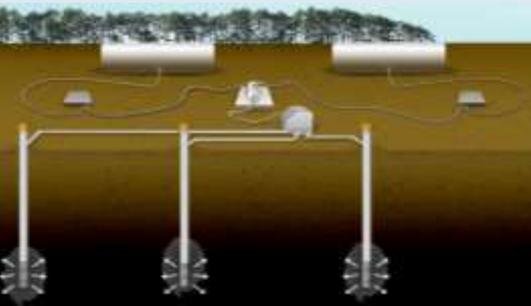
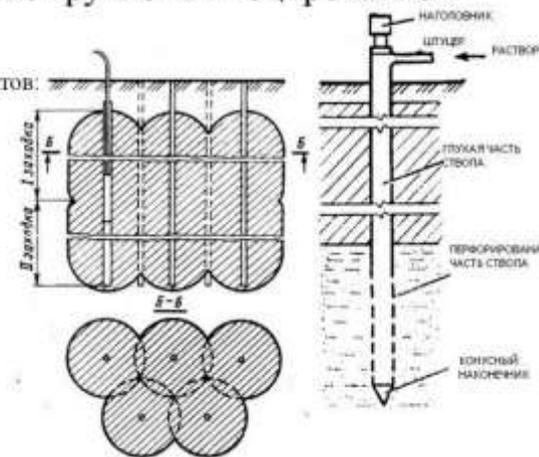
При **горячей битумизации** в трещины породы или в гравийно-гравелистый грунт нагнетают через скважины горячий битум, который, застывая, придает грунтам водонепроницаемость. При **холодной битумизации**, в отличие от горячей, нагнетают 35—45-процентную тонкодисперсную битумную эмульсию. Способ используется для очень тонких трещин в скальных грунтах, а также для уплотнения песчаных грунтов.

**Смолизацию** применяют для закрепления мелких песков и выполняют путем нагнетания через инъекторы в грунт смеси растворов карбамидной смолы и соляной кислоты.

**Силикацией** закрепляют песчаные и лессовые грунты, нагнетая в них химические растворы. Через систему перфорированных трубок-инъекторов в грунт последовательно нагнетаются растворы силиката натрия и хлористого кальция. Получающийся в результате реакции гель кремниевой кислоты придает грунту значительную прочность и водонепроницаемость.

### Закрепление грунтов инъекцированием

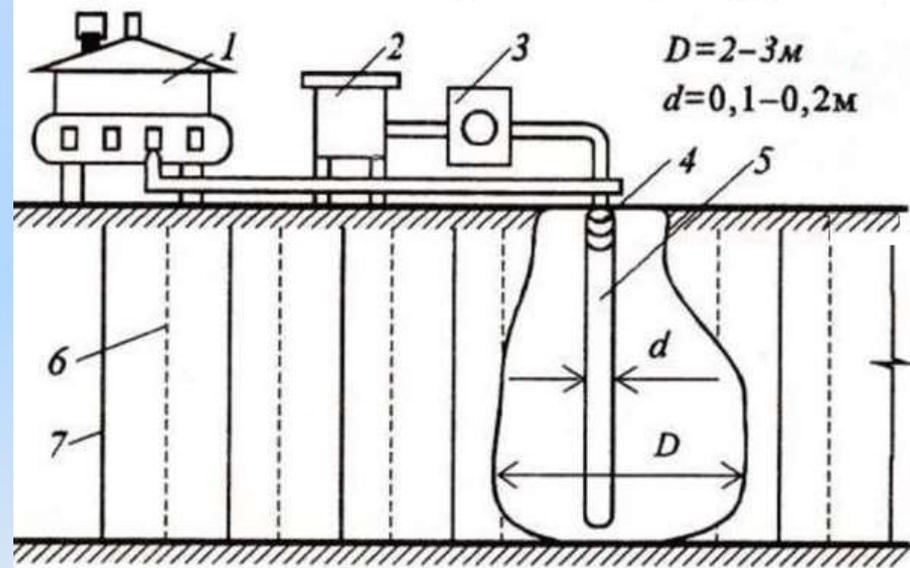
Закрепление грунтов:  
цементация,  
глинизация,  
битумизация,  
силикатизация,  
смолизация



## Земляные работы. Способы искусственного закрепления грунтов.

**Термическое закрепление** является результатом сжигания топлива (газообразного, жидкого, сжиженных газов) непосредственно в скважинах, пробуренных на всю глубину закрепляемого грунта. Закрепление грунта в скважине происходит под действием пламени, а в теле массива — от раскаленных газов, проникающих сквозь поры грунта. В результате вокруг скважины образуется столб обожженного грунта, диаметр которого зависит от продолжительности обжига и количества топлива. Этим способом можно закрепить грунты и устранить их просадочность на глубину до 15 м, доведя прочность в среднем до 1 МПа.

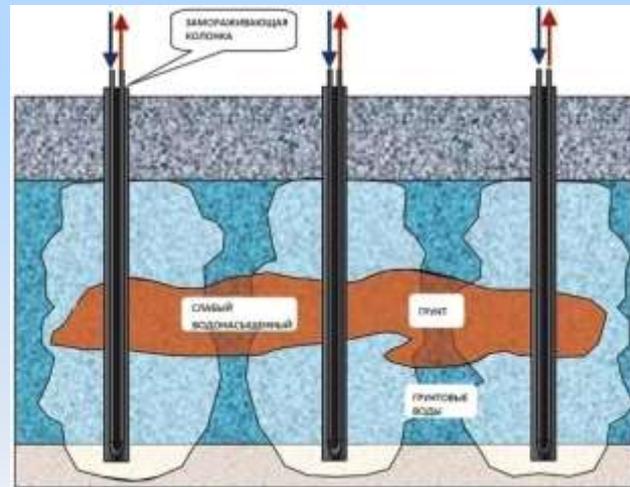
### Термическое закрепление грунтов



## Земляные работы. Способы искусственного закрепления грунтов.

**Искусственное замораживание** грунтов является универсальным и надежным методом временного закрепления слабых водонасыщенных грунтов. Сущность данного метода заключается в том, что через систему замораживающих скважин, расположенных по периметру и в теле будущей выработки, пропускается хладоноситель с низкой температурой, который, отнимая от окружающего грунта тепло, превращает его в ледогрунтовый массив, обладающий полной водонепроницаемостью и высокой прочностью.

В зависимости от вида хладоносителя различают два способа замораживания: рассольный и сжиженным газом. В первом случае рассол-хладоноситель представляет собой высококонцентрированный раствор хлористого кальция или натрия, предварительно охлажденный в испарителе холодильной машины до температуры минус 25° С. В качестве хладагента в холодильных машинах используются аммиак, фреон или жидкий азот. Во втором случае в качестве хладоносителя сжиженных газов используется главным образом жидкий азот, имеющий температуру испарения минус 196°С.

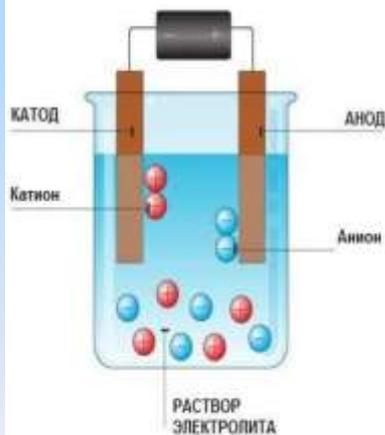


# Земляные работы. Способы искусственного закрепления грунтов.

**Электрическим способом** закрепляют влажные глинистые грунты. Способ заключается в использовании эффекта электроосмоса, для чего через грунт пропускают постоянный электрический ток с напряженностью поля 0,5-1 В/см и плотностью 1-5 А/кв.м. При этом глина осушается, уплотняется и теряет способность к пучению.

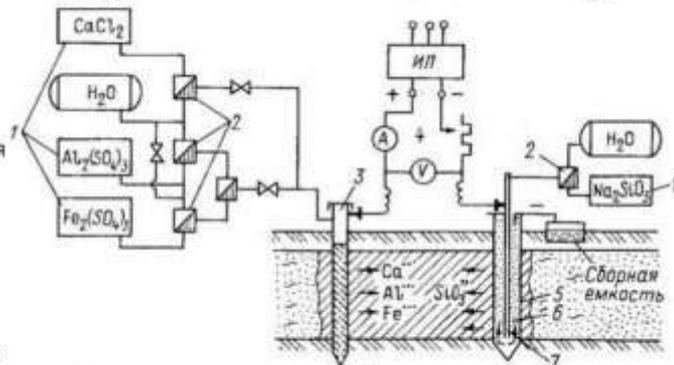
**Электрохимический способ** отличается от предыдущего тем, что одновременно с постоянным электрическим током через перфорированную трубу, являющуюся анодом, в грунт вводят растворы химических добавок (раствор силиката натрия и хлористого кальция и др.). Благодаря этому интенсивность процесса закрепления грунта возрастает. Введение этих химических веществ позволяет закрепить пылеватые пески, супеси и легкие суглинки.

Составные части электрохимической системы



- Катод – отрицательно заряженный электрод – реакция восстановления
- Анод – положительно заряженный электрод – реакция окисления
- Катион – положительный ион
- Анион – отрицательный ион

Электро-химическое закрепление грунтов



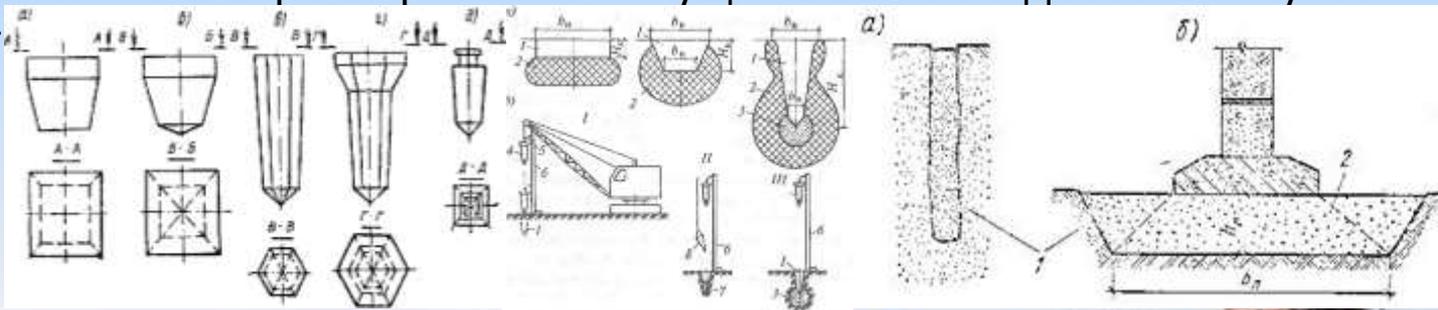
- 1 - емкости для электролитов;
- 2 - смесители-дозаторы;
- 3 - трубчатые электроды-инъекторы;
- 4 - электроустановка
- 5 - беструнные катоды;
- 6 - песок;
- 7 - питающая труба



## Земляные работы. Способы искусственного закрепления грунтов.

**Механический способ** укрепления грунтов имеет следующие разновидности: устройство грунтовых подушек и грунтовых свай, вытрамбовывание котлованов и др.

**Устройство грунтовых подушек** заключается в замене слабого грунта основания другим, более прочным, для чего слабый грунт удаляют, а на его место насыпают прочный грунт и послойно утрамбовывают. При **устройстве грунтовых свай** в слабый грунт забивают сваю-лидер. В полученную после извлечения этой сваи скважину засыпают грунт и послойно уплотняют. **Вытрамбовывание котлованов** осуществляется с помощью тяжелых трамбовок, подвешенных на стреле крана или экскаватора. Этот способ менее сложен, чем способ грунтовых подушек, поскольку не требует замены грунта основания. Также уплотнение котлованов значительных размеров может осуществляться гладкими или кулачковыми катками, трамбовущими машинами, виброкатками и виброплитами.



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

*Земляные работы выполняют тремя основными способами разработки грунта:*

**Механический способ** - грунт отделяют от массива резанием, пилением или откалыванием с помощью рабочего органа машин; **гидромеханический и взрывной способы**.

**Комплексная механизация земляных работ** – один из эффективных способов снижения стоимости и сокращения сроков их выполнения. Она заключается в использовании комплектов землеройных, землеройно-транспортных, транспортных и грунтоуплотняющих машин, за которыми закреплено выполнение наиболее производительной для каждой из них операции. **При этом комплект подбирают таким образом, чтобы производственные возможности каждой машины обеспечивали наиболее эффективную работу ведущей машины.**

**Срезку растительного слоя** грунта (снятие плодородного слоя почвы) рекомендуется производить бульдозерами (при толщине растительного слоя до 25 см и дальности перемещения до 100 м), грейдерами (при толщине до 15 см и дальности перемещения до 300 м). Срезанный грунт окучивают, а затем грузят в транспортные средства и доставляют в отвалы или на участки рекультивации. Производить срезку и перемещение скрепером эффективно при толщине до 30 см и дальности перемещения до 1000 м.



## **Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.**

**Рыхление не мерзлого (мерзлого) грунта** при вертикальной планировке площадки целесообразно производить бульдозерами – рыхлителями, т.к. они позволяют предварительно рыхлить более прочные и смерзшиеся грунты, скальные породы, а затем транспортировать их отвалом. Бульдозеры – рыхлители применяют для рыхления больших объемов грунтов на значительных площадях. Бульдозеры-рыхлители разделяют на бульдозеры общего и специального назначения.

**Бульдозер-рыхлитель общего назначения** используются для работы с мерзлыми и разборно-скальными грунтами.

**Специальные бульдозеры-рыхлители** имеют рыхлительное оборудование в однозубом и многозубом исполнении. Для работы с особо прочными материалами и иных специальных работ используют однозубые рыхлители.



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

**Уплотнение грунта** при отсыпке насыпи.

В строительстве выделяют **четыре способа уплотнения**: укатка; уплотнение; виброуплотнение, трамбование (штампование).

Основной машиной, осуществляющей уплотнение является **каток**. Среди характеристик в основном, влияющих на качество уплотнения, стоит отметить следующие: массу катка; площадь контакта вала с уплотняемым слоем; скорость укатки; число проходов.

**По виду рабочего органа** все катки подразделяют:

с гладкими вальцами; решетчатые; кулачковые; пневмоколесные; комбинированные.



**По принципу действия** различают два вида катков: статические и вибрационные. **Статический каток** движется по уплотняемому материалу, оказывая на проходимые поверхности стандартное давление. А **вибрационный каток** воздействует на уплотняемый слой как за счет силы тяжести, так и воздействуя на него в силу периодических колебаний.

**По способу передвижения** катки подразделяют на: прицепные (масса полностью передается на уплотняемый материал); полуприцепные (часть массы передается на тягач); самоходные



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

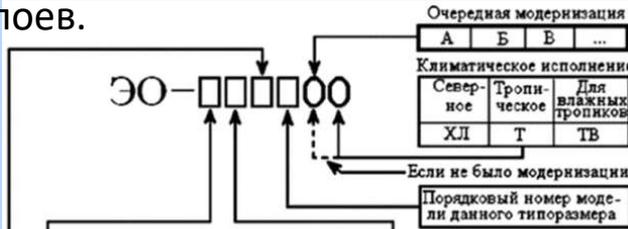
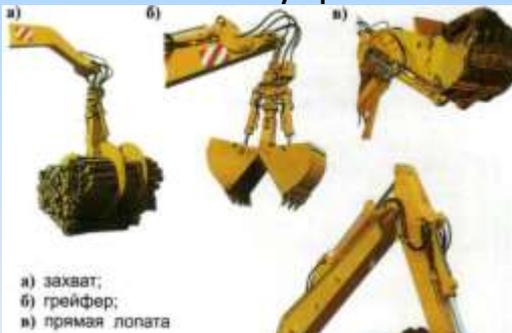
**Экскаваторы** являются преобладающей техникой при проведении гидромелиоративных и общестроительных работ. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами занимает 45% общей объёма земляных работ. Данный тип машин также применяется для отделки бортов, выравнивания дна выработок, уплотнения земляного слоя, удаления рыхлых и смерзшихся слоев.

Наибольшее применение в строительстве вследствие своей универсальности и хорошей маневренности получили одноковшовые экскаваторы с вместимостью ковша 0,15...2 м<sup>3</sup>.

В зависимости от ходового устройства экскаваторы разделяют на гусеничные, пневмокошесные, автомобильные и шагающие с гидравлической, пневматической или электрической системой управления.

Они имеют комплект сменного оборудования, включающий прямую и обратную лопату, драглайн и грейфер.

Кроме того, одноковшовые экскаваторы могут быть оснащены грузовым крюком, сваебойным оборудованием, стругом, приспособлением для планировки откосов и другими специальными устройствами.



Размерная группа	Эксплуатационная масса, т	Примерная мощность основного двигателя, л.с.	Емкость ковша (геометрическая), м <sup>3</sup>
1	3,0...3,5* 5,5...6,0	30	0,15...0,4
2	5,5...6,5* 8,5...9,5	47	0,25...0,65
3	12...17	50...80	0,4...1,0
4	19...30	80...130	0,65...1,6
5	36...40	130...200	1,0...2,5
6	56...60	220...350	1,6...4,0
7	88...95	380...550	2,5...6,3
8	Резерв		
9	Резерв		

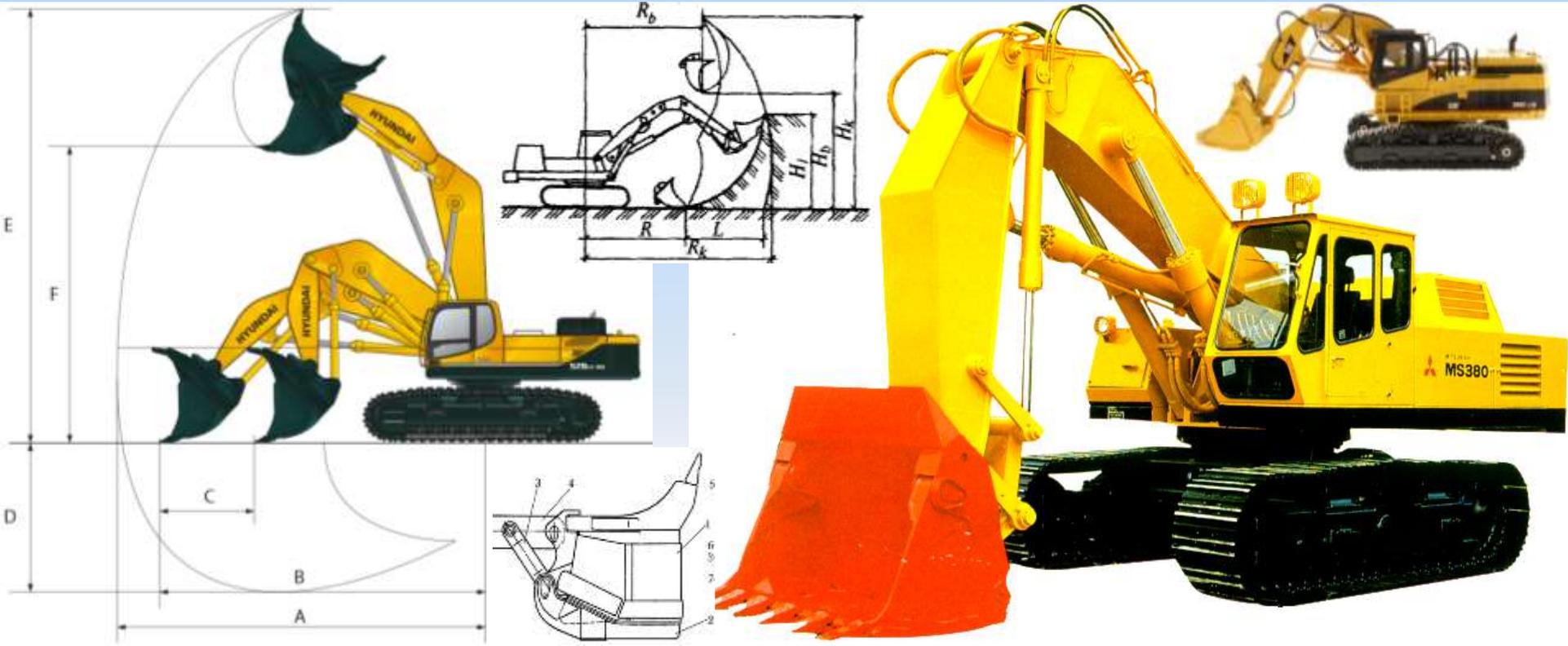
\* В числителе указана масса экскаватора, навешенного на трактор

Исполнение рабочего оборудования		
Индекс	Наименование	Схема
1	С канатной подвеской	
2	С жёсткой подвеской	
3	Телескопическое	
4	Резерв	
5	Резерв	

Тип ходового устройства		
Индекс	Условное обозначение	Схема
1	Г	
2	Гу	
3	П	
4	Сш	
5	А	
6	Тр	
7	Пр	
8	Резерв	
9	Резерв	

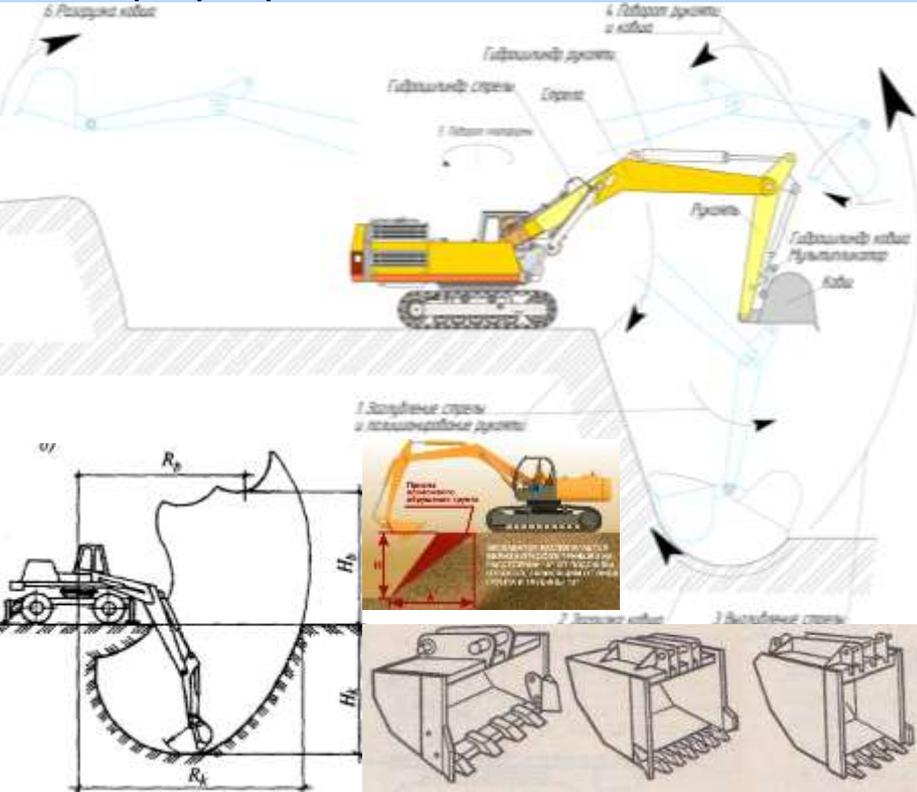
# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

**Прямая лопата** представляет собой открытый сверху ковш с режущим передним краем, жестко закреплённый на рукояти, которая шарнирно соединена со стрелой. Опорожняют ковш, открывая его днище. Экскаваторы с прямой лопатой используют при разработке грунта I...III групп, чаще, с погрузкой в транспортные средства, реже при отсыпке в отвал. Такой экскаватор разрабатывает грунт, находящийся выше уровня его стоянки и поэтому всегда находится внизу котлована.



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

**Обратная лопата** - это открытый снизу ковш с режущим передним краем, жестко закрепленный на рукояти, которая шарнирно соединена со стрелой. Грунт разгружают, опрокидывая ковш. Рабочая зона экскаватора с обратной лопатой расположена ниже горизонта стояния, что позволяет разрабатывать переувлажненный грунт. Экскаватор особенно удобен при разработке котлованов небольшой глубины.



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

Ковш **драглайна** имеет гибкую канатную подвеску, с помощью которой его крепят к удлиненной стреле кранового типа и забрасывают в выемку на расстояние, несколько превышающее длину стрелы. К ковшу крепят также тяговый канат, позволяющий осуществлять наполнение и опорожнение ковша. Драглайном можно разрабатывать грунты, находящиеся под слоем воды. Наибольшей производительности его достигают при работе в отвал, так как гибкая подвеска затрудняет наводку ковша при погрузке в транспортные средства.



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

**Грейфер** - представляет собой ковш с двумя или более челюстями, смыкающимися с помощью индивидуального канатного или гидравлического привода. Его, как и ковш драглайна, навешивают, используя систему канатов на удлиненную стрелу крана. С помощью грейфера можно разрабатывать выемки с вертикальными стенками. Применяют грейфер при разработке грунтов малой плотности (I и II групп), выемке песка и гравия из-под воды, а также на погрузочно-разгрузочных работах.



# Земляные работы. Основные процессы: Механический способ.

**Многоковшовые экскаваторы** применяются для рытья траншей, каналов, добычи глины и других нерудных строительных материалов в карьерах.

**По назначению** многоковшовые экскаваторы разделяются на траншейные, карьерные и ирригационные; **по способу работы** — на экскаваторы продольного копания и экскаваторы поперечного копания. На открытых горных работах применяются полноповоротные роторные экскаваторы большой производительности.

Многоковшовые экскаваторы **по конструкции рабочего органа** делятся на роторные и цепные. Рабочий орган экскаваторов первой группы представляет собой вращающееся относительно своей горизонтальной оси рабочее колесо (ротор), на котором укреплены ковши.



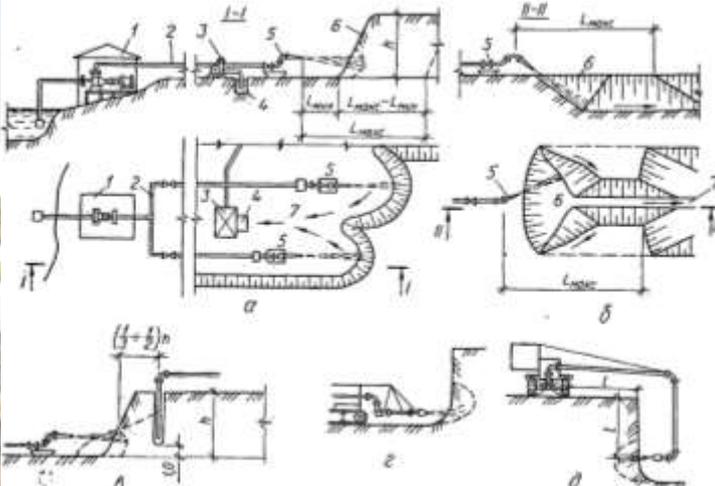
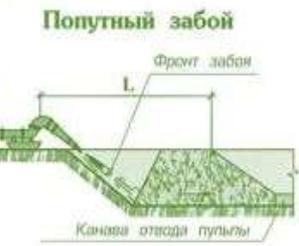
# Земляные работы. Основные процессы: Гидромеханический способ.

**Гидромеханическим** называют способ производства земляных работ с использованием энергии воды для разработки, перемещения и укладки грунта. Таким способом разрабатывают в основном легкоразмываемые грунты при наличии достаточных источников воды, электроэнергетических ресурсов и при значительных объемах земляных работ.

**Гидромонитором** разрабатывают грунт под действием мощной водяной струи. Воду под большим давлением подают по трубопроводу в ствол гидромонитора и через его насадку направляют струю в стенку забоя. Размытый грунт в разжиженном состоянии в виде пульпы насосами или самотеком подают к месту укладки. Плотные грунты разрабатывают встречным забоем, направляя струю воды в основание откоса для подмыва и обрушения грунта. Рыхлые несвязные грунты можно разрабатывать попутным забоем, располагая гидромонитор на бровке выемки и направляя струю воды на поверхность откоса сверху вниз.

**Возведение насыпей гидромеханическими способами обеспечивает значительную плотность грунта и не требует искусственного уплотнения.**

Гидромониторный способ разработки грунта



## Земляные работы. Основные процессы: Гидромеханический способ.

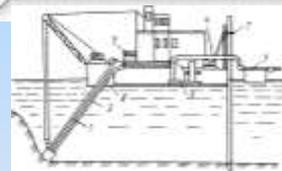
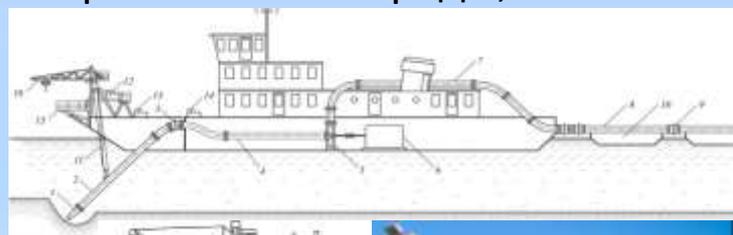
**Землесосными снарядами** разрабатывают грунт под водой. Для этого применяют плавучие земснаряды, установленные на баржах. Грунт со дна водоема всасывается насосами вместе с водой подается к месту осаждения. Для разработки небольших котлованов в водонасыщенных грунтах применяют малогабаритные земснаряды, подвешиваемые к стреле крана.

Гидромеханическим способом намывают плотины, дамбы, насыпи для дорог, площадки для строительства.

Существует **два способа транспортирования пульпы в насыпь**:

**безэстакадный**; перед намывом грунта подготавливают карты (участки) намыва, обваловывают их, устраивают дренажные колодцы с выпускными трубами для отвода воды из тела насыпи.

**эстакадный**; предусматривает устройство временной эстакады, размещаемой в теле возводимой насыпи и превышающей ее по высоте. На эстакаде размещают пульпопровод и выдают из него пульпу на карты намыва.



# Земляные работы. Основные процессы: Взрывной способ.

**Взрывной способ** - грунт отделяют путем разрушения энергией взрыва.

Взрывной способ разработки грунта применяют для разрыхления скальных или мерзлых грунтов, а также для устройства выемок под искусственные водоемы и каналы, плотины. Взрывной способ разработки грунта может использоваться как основная технология или готовит территорию к применению классических землеройных машин. В первом случае взрывы выполняют задачу основную, а техника используется для расчистки, погрузки и вывоза отработанного материала. Во втором зарядами разрушают твердые участки, крупные камни или верхний слой промерзшей земли.

## Варианты размещения зарядов:

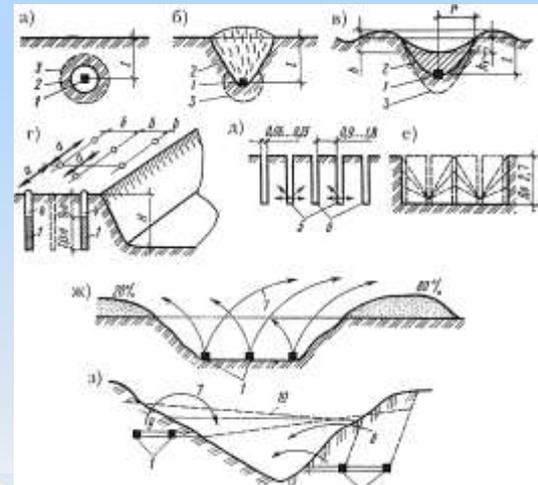
**Накладной.** Заряд располагается на поверхности площадки. Обычно используется как начальный этап формирования траншей, карьеров и котлованов.

**Шпур.** Углубления диаметром до 75 мм, в которых размещается взрывчатое вещество. Технология используется, когда требуется местное воздействие без большого объема одновременно взрываемого материала или образования слишком мощной ударной волны.

**Скважины.** Используют для глубокого размещения заряда и проведения масштабных работ.

**Камеры.** В специальных колодцах или горизонтальных штольнях отрываются углубления для размещения зарядов и образования направленных взрывов.

**Щели.** Применяются при вскрытии мерзлой земли. Специальная машина прорезает на участке парные щели: в одну укладывают заряд, другая служит для компенсации взрыва. При срабатывании промерзший слой измельчается и сдвигается.



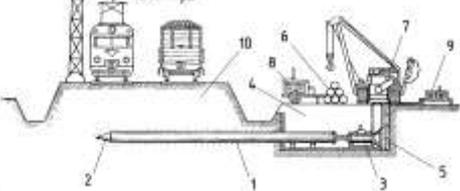
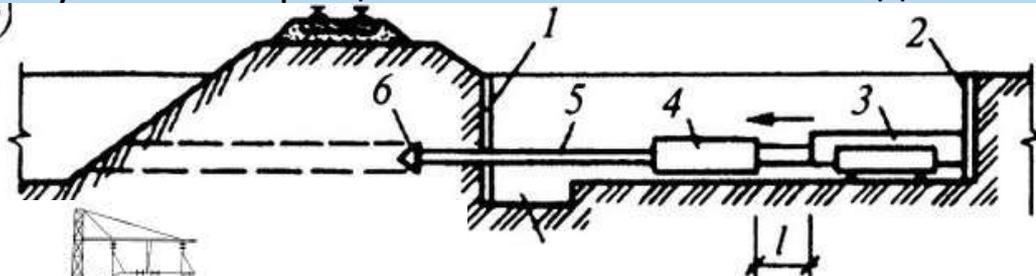
## Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

При прокладке инженерных коммуникаций трассы трубопроводов могут пересекать железнодорожные насыпи, автомагистрали, проезжую часть улиц и другие объекты, что не позволяет применять открытый способ отрывки земляных сооружений. В этих случаях используют **закрытый способ разработки грунта**: прокалывание, продавливание, горизонтальное бурение, пневмопробивка, щитовая проходка.

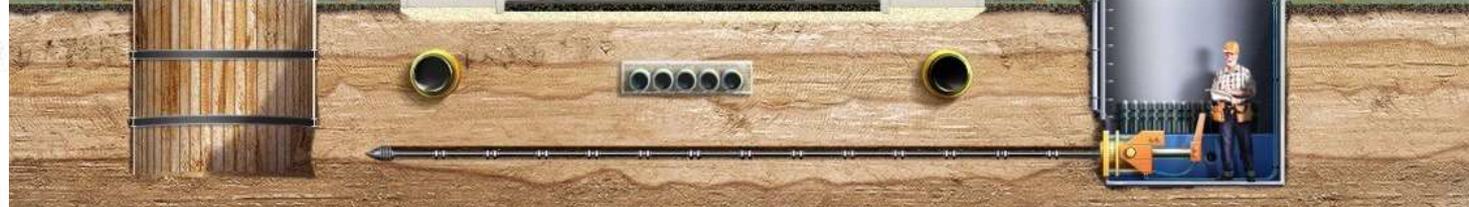
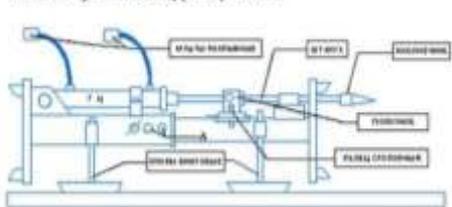


# Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

**Прокалывание** осуществляют без разработки грунта. Отверстие получают проколом толщи грунта трубой с конусообразным глухим наконечником ( $\varnothing$  несколько больше основной трубы). Применяется для прокладки только стальных труб без изоляции или для футляров диаметром до 400 мм и длиной до 50 м. Предварительно по обеим сторонам сооружения отрывают котлованы: приемный и рабочий. При помощи домкрата проталкивают звено трубы, упираясь в опорную стенку. Затем наращивают новое звено и так далее до выхода трубы в приемном котловане. а)



«Игла» - установка для прокола



# Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

**Продавливание** осуществляют с удалением грунта, попадающего внутрь трубы, при продавливании стальной или железобетонной трубы со стальной режущей кромкой ( $\varnothing$  500... 1800 мм, длиной до 80 м), либо коллекторов квадратного (прямоугольного) сечения. Грунт удаляется при помощи шнековой установки. В легко размываемых грунтах удаление производят гидромеханическим методом (струей воды размывают грунт внутри трубы и пульпу откачивают насосом). Часто трубы используют как футляры для размещения в них основных трубопроводов.

б)

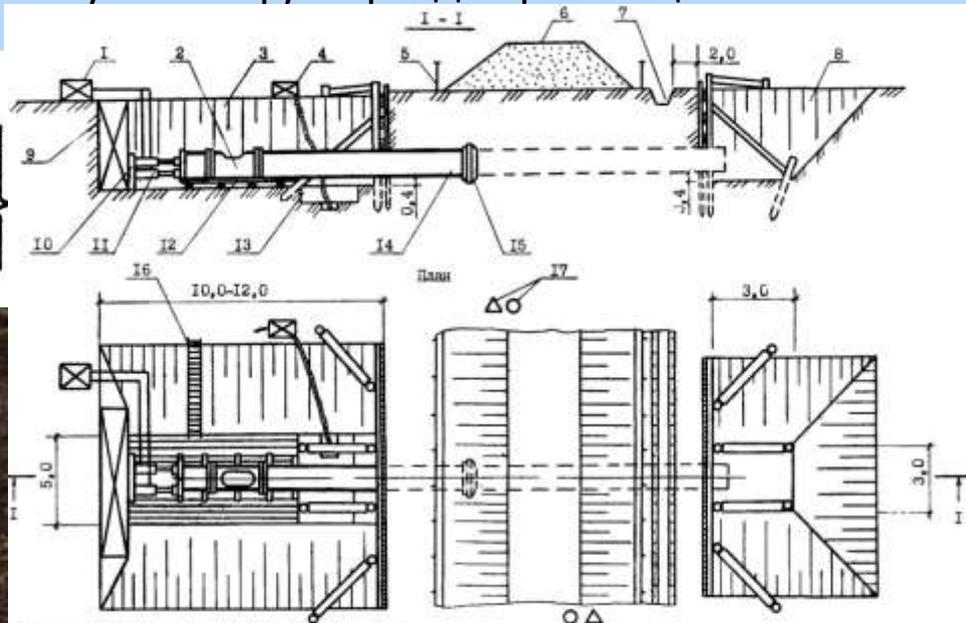
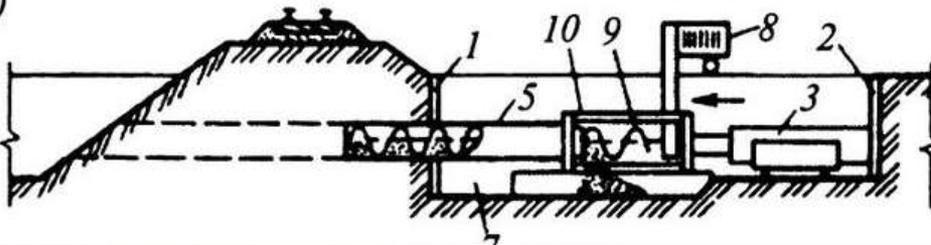


Рис. 1 Схема продавливания эластичного футляра:

1- малый насос; 2- нажимные патрубки; 3- режущий котлован; 4- дренажный насос; 5- ограждение; 6- полотно дорожки; 7- дренажная канва; 8- дренажный котлован; 9- упорная стенка; 10- опорный павильон; 11- гидравлические домкраты; 12- направляющие рамы; 13- монтажный прижим с углублением для стока воды; 14- футляр; 15- нож; 16- лестница; 17- знаки безопасности



# Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

**Горизонтальное бурение** осуществляют с помощью специальных машин в глинистых грунтах, которые одновременно с бурением скважины подают в готовое отверстие трубу (стальные трубы  $\varnothing$  от 800 до 1000 мм длиной до 100 м). Конец трубы снабжается режущей коронкой увеличенного диаметра, труба приводится во вращение от мотора, установленного на бровке котлована. Поступательное движение трубе сообщает реечный домкрат с упором в заднюю стенку котлована. Грунт, заполняющий трубу изнутри, может удаляться механически или гидравлически.

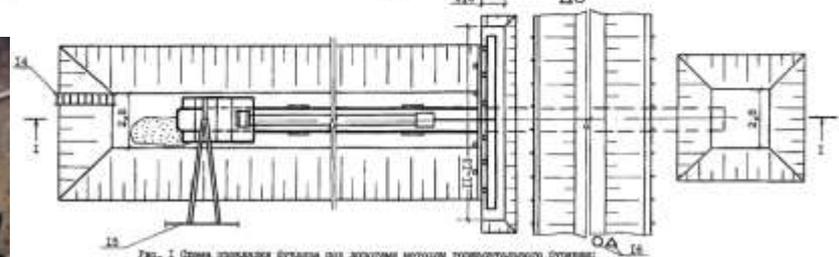
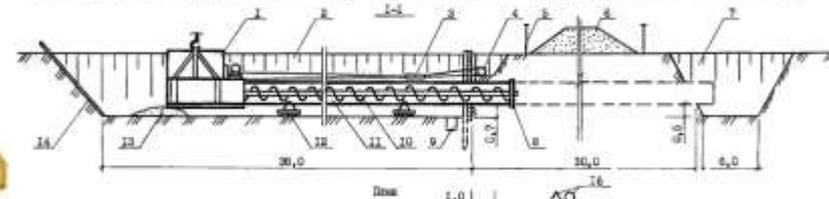
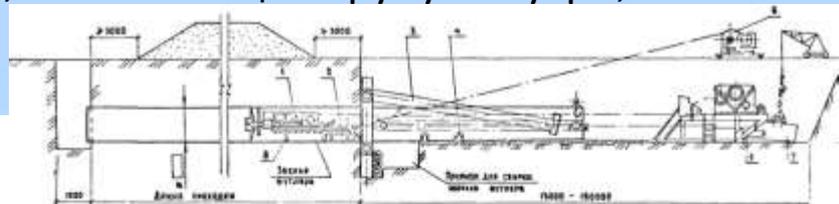
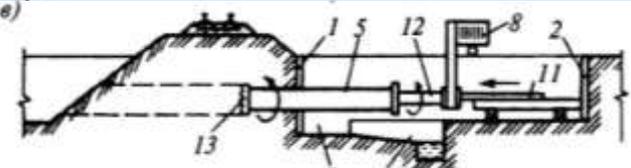


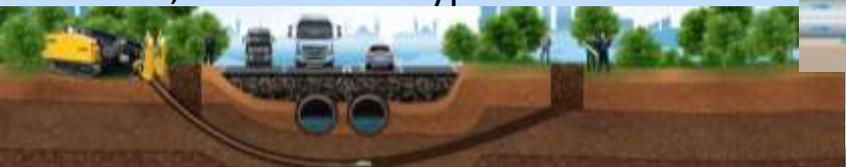
Рис. 1 Схема привода бурилки при дорожном методе горизонтального бурения: 1- агрегат ТБ-1401; 2- рабочий котлован; 3- котлован; 4- обсадная труба; 5- отрезки труб; 6- лопатки; 7- лопатки котлована; 8- лопатки котлована; 9- лопатки котлована; 10- лопатки котлована; 11- шпала; 12- бурилка; 13- гидравлический домкрат; 14- лопатки котлована; 15- лопатки котлована



# Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

**Горизонтально направленное бурение (ГНБ)** это способ прокладки труб, а также кабелей без рытья траншей, выполняемый, как правило, под автомобильными и железными дорогами. Для реализации такого **метода** используется специальная техника, к которой можно отнести буровые установки **направленного бурения**.

Работы выполняются с применением профессионального бурового инструмента со специальным локатором. На экране локатора видны все движения бура под землей и можно оперативно реагировать на все изменения траектории его прохода. В случае возникновения препятствий на пути бура: крупные камни, металлические предметы (трубопроводы) и др. мешающие свободному прохождению буровой головки они легко огибаются, достаточно изменить угол атаки буровой лопатки. С помощью локационной системы определяется местоположение буровой головки, температура зонда, глубина, угол наклона, положение буровой лопатки.

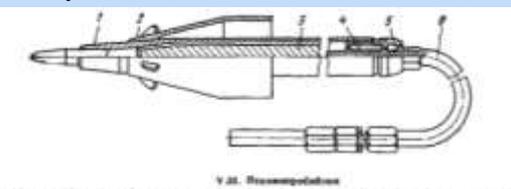


# Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

**Пневматическая пробивка.** Выполняют специальной машиной-пневмопробойником. Уплотняет грунт продвигаясь вперед, оставляя за собой гладкие стенки. ( $\varnothing$  до 300 мм длиной до 50 м). Иногда используют направляющую площадку.

Пневмопробивка ведется при помощи специального проходческого снаряда виброударного действия — пневмопробойника. Агрегат представляет собой самодвижущуюся пневматическую машину, корпус которой является рабочим органом, образующим скважину. Ударник под действием сжатого воздуха совершает возвратно-поступательные движения и наносит удары по переднему внутреннему торцу корпуса, забивая его в грунт.

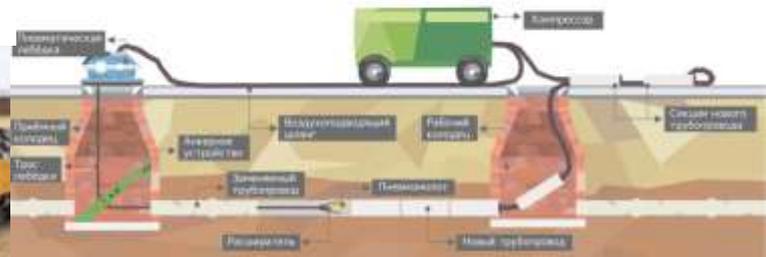
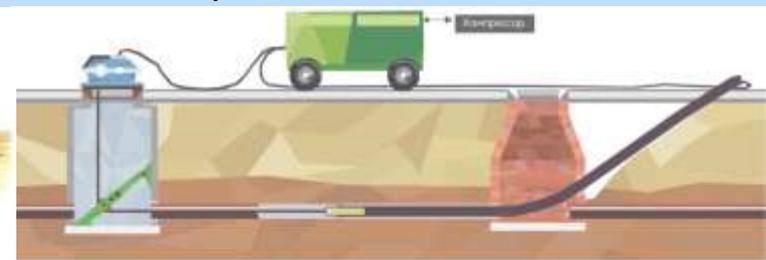
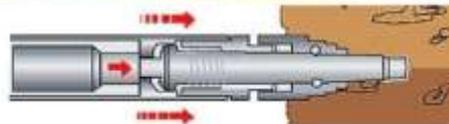
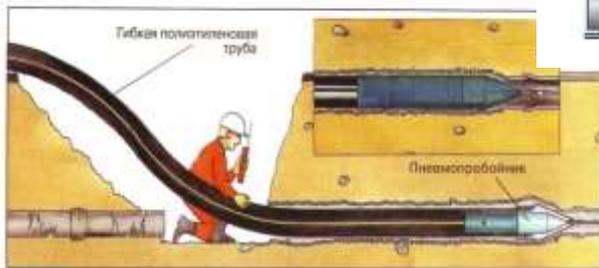
Пневмопробойник позволяет проходить скважины длиной до 50 м для трубопроводов диаметром до 300 мм. Применение пневмопробойника резко увеличивает производительность труда по сравнению с традиционными методами бестраншейной прокладки подземных коммуникаций.



ПНЕВМОУДАРНАЯ УСТАНОВКА  
ПНЕВМОПРОБОЙНИК ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБ

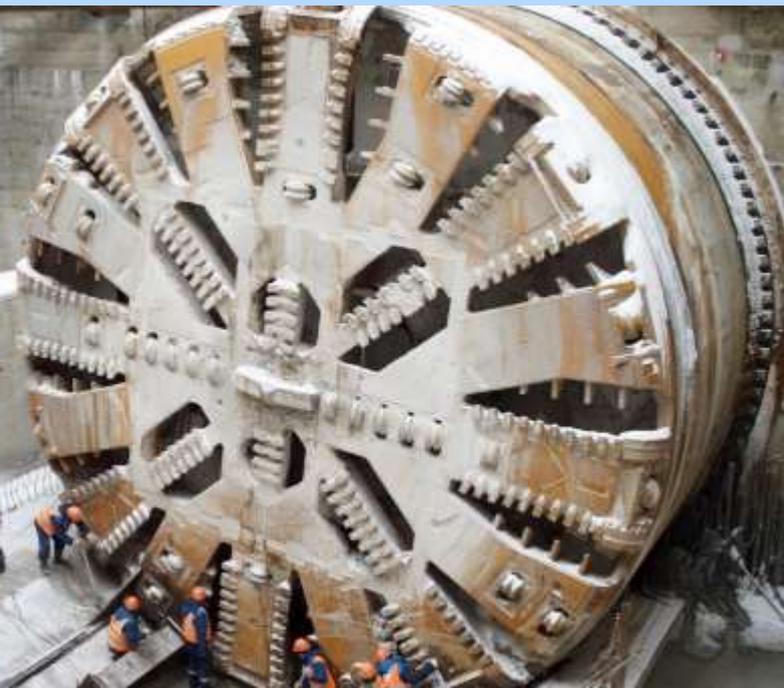


МЕТОД ЗАМЕНЫ ТРУБОПРОВОДОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВМОПРОБОЙНИКА

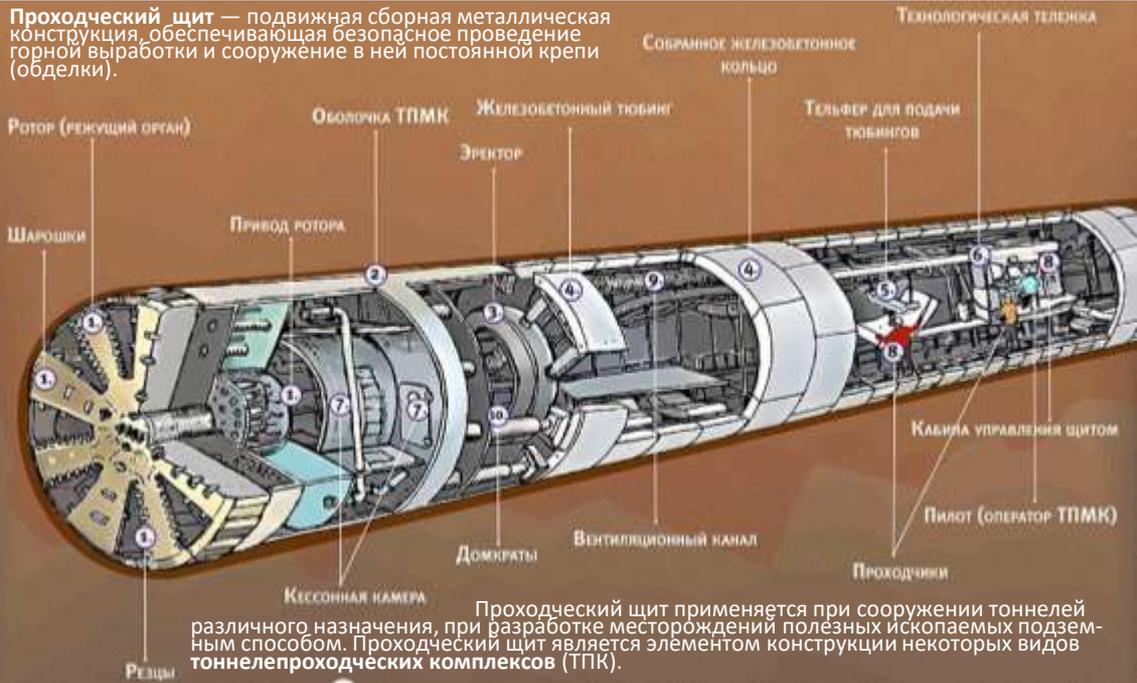


# Земляные работы. Закрытые способы разработки грунта.

**Щитовая проходка.** Применяют при устройстве тоннелей на значительной глубине (6м и более). Разработку грунта и облицовку стен ведут под защитой цилиндрической оболочки - щита с верхним козырьком для предохранения рабочих от возможных обвалов грунта.



**Проходческий щит** — подвижная сборная металлическая конструкция, обеспечивающая безопасное проведение горной выработки и сооружение в ней постоянной крепи (обделки).

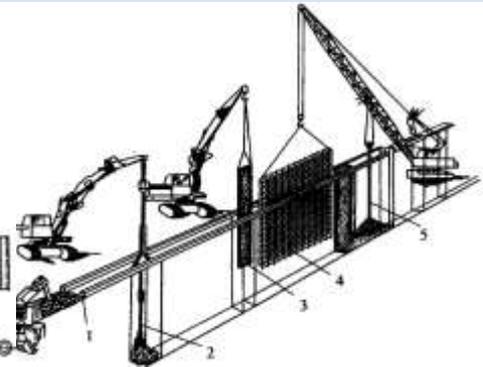
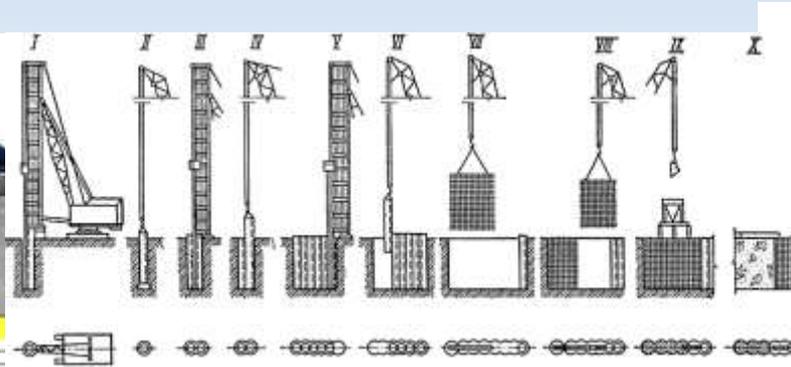
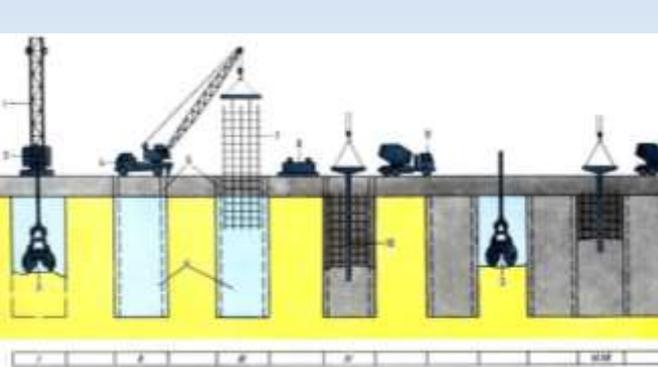


Проходческий щит применяется при сооружении тоннелей различного назначения, при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом. Проходческий щит является элементом конструкции некоторых видов **тоннелепроходческих комплексов (ТПК)**.

## Земляные работы. Специальные способы подземного строительства.

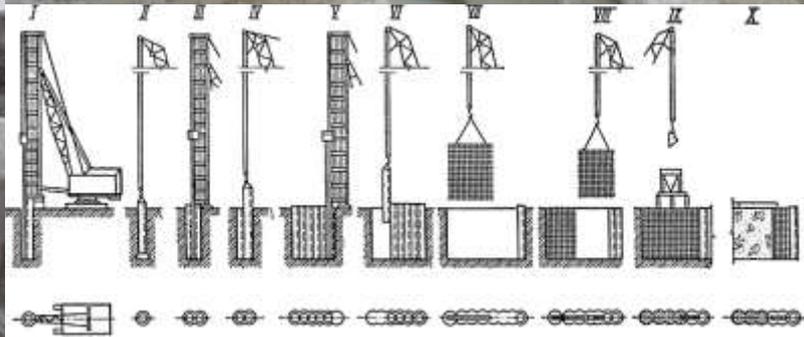
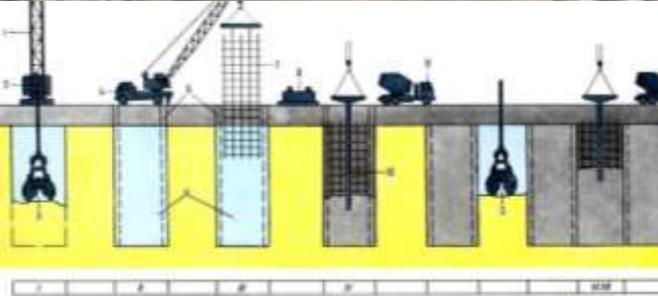
В зависимости от гидрогеологических характеристик местности и глубины сооружений, подземное строительство может производиться одним из нескольких способов: *«стена в грунте»*, *метод опускного колодца*, а также *открытый способ*.

*«Стена в грунте»* устраивается по довольно простому принципу, который предусматривает подготовку траншеи и сооружения специальных железобетонных конструкций. В зависимости от прочности грунта и его влажности, применяется мокрый или сухой метод сооружения. Последний не столь затратный, ведь для него нет необходимости подготавливать глинистый раствор. Мокрая технология является идеальным решением для возведения крупных объектов в водонасыщенных неустойчивых грунтах. Возведение стены в грунте начинается с бурения скважины, после подготавливаются траншеи, которые одновременно заполняются глинистым раствором или сразу бетоном. Следующий шаг - монтаж арматурных каркасов и бетонолитной трубы. Далее выполняется вытеснение глинистого раствора с помощью подачи бетонной смеси посредством вертикально перемещаемой трубы. Траншеи могут разрабатываться на всю длину или по отдельным участкам.



# Земляные работы. Специальные способы подземного строительства.

Технология **«стена в грунте»** может быть разделена на несколько подвидов: **траншейный и свайный**. Первый состоит в использовании монолитного бетона или железобетонных секций, с помощью которых формируется единая стена. Свайный способ предусматривает устройство буронабивных опор, которые располагаются сплошным рядом. Они позволяют сформировать прочную ограждающую конструкцию.



# Земляные работы. Специальные способы подземного строительства.

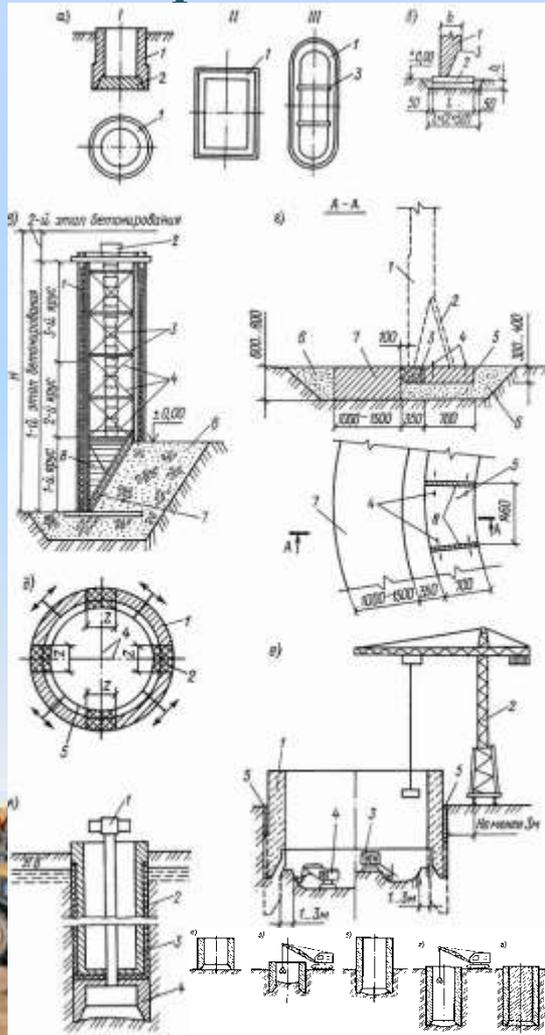
**Метод опускного колодца** при строительстве сооружений водопровода и канализации используют при устройстве заглубленных помещений насосных станций, стволов, шахт, водозаборов, а также различных подземных опор и др. Сущность метода состоит в том, что первоначально на поверхности земли возводят стены колодца, оборудованные ножевой частью, а затем внутри его разрабатывают грунт в направлении от центра к периметру стен. За счет подработки грунта стены утрачивают опору с внутренней стороны и под действием собственной тяжести колодец опускается, выдавливая грунт (благодаря специальной конструкции ножа) внутрь.

**Опускные колодцы** различаются:

*по материалу* — бетонные, железобетонные, металлические, каменные и деревянные;

*по форме (в плане)* — круглые, овальные и прямоугольные (рис. а); наиболее экономичны колодцы круглой формы;

*по виду и способу устройства железобетонных конструкций* — из монолитного железобетона, сборных тонкостенных панелей и пустотелых блоков;

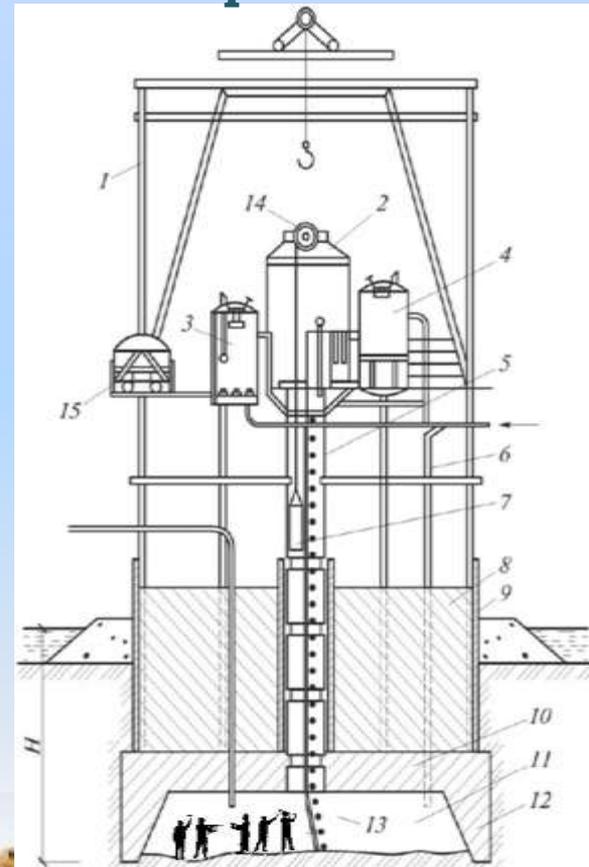


# Земляные работы. Специальные способы подземного строительства.

**Кессон** является конструктивной разновидностью опускного колодца. **Кессонный метод** применяют при значительном притоке воды, а также в непосредственной близости от существующих зданий, когда есть опасность выпора грунта из-под их подошвы.

Сущность метода заключается в том, что во время погружения кессона в кессонную камеру нагнетается сжатый воздух, предотвращающий поступление в рабочую камеру подземных вод и наплывов грунта.

Разработку грунта ведут в осушенном пространстве камеры. При этом в камере, в шахтной трубе и в шлюзовом аппарате давление воздуха на **10%** превышает гидростатический напор воды. При подаче грунта в шлюзовую аппарат закрывают люк в шахтную трубу и затем снижают давление в шлюзовом аппарате до атмосферного. После чего открывают наружную дверь и вывозят поднятый из камеры грунт. Кессон, как и опускной колодец, погружается в грунт под действием собственной массы. Погружению здесь препятствуют не только силы трения грунта, но и избыточное давление в кессонной камере.



Общий вид кессона:

- 1 — подмости; 2 — шлюзовой аппарат; 3 — материальный шлюзовый прикамерок; 4 — лодочный шлюзовый прикамерок; 5 — шахтные трубы; 6 — трубопровод сжатого воздуха; 7 — баля с грунтом; 8 — надкессонная владка; 9 — надкессонная обшивка; 10 — потолок кессона; 11 — кессонная камера; 12 — стены кессона; 13 — лестница; 14 — тельфер; 15 — вагонетка с грунтом



# Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

**Рыхление мерзлых грунтов** применяют, когда их разработка механическими способами

не возможна, и выполняют:

1. *Навесными рыхлителями*
2. *Машинами ударного действия*
3. *Нарезкой блоков*
4. *Взрывным способом*

(рассматривался ранее)

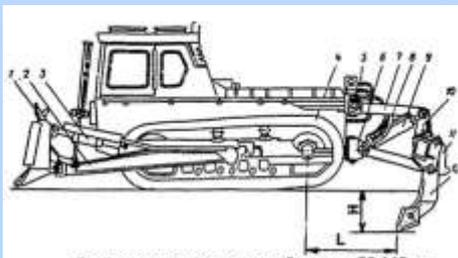
5. *При помощи специального землеройного оборудования*  
(без предварительной подготовки)



# Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

**Навесные рыхлители** – производят рыхление при помощи навесного оборудования (зуб-рыхлитель) к тракторам-тягачам большой мощности на глубину до 0,7 м (тах возможная до 1,4 м) для рыхления больших объемов на значительных площадях.

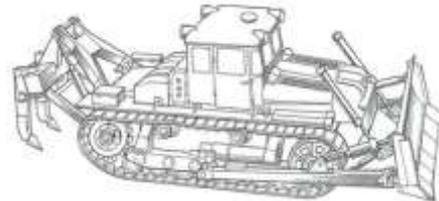
Стандартная стрела меняется на усиленную и более короткую стрелу, оснащенную специально разработанным гидроцилиндром (или монолитную рукоять-рыхлитель, оснащенную мощным адаптером и коронкой).



Бульдозерно-рыхлительный агрегат ДЗ-94С на тракторе Т-330:  
1 - бульдозерное оборудование ДЗ-59ХЛ; 2 - толкающий брус;  
3 - гидрораскос; 4 - трактор; 5 - верхняя опора; 6 - нижняя опора; 7 - верхняя тяга; 8 - нижняя тяга; 9 - гидроцилиндр;  
10 - рабочая балка; 11 - буфер; 12 - стойка



Бульдозер-рыхлитель на базе трактора Т-800:  
1 - бульдозерное оборудование; 2 - трактор Т-800;  
3, 5 - верхние и нижние проушины крепления рыхлительного оборудования к трактору;  
4 - рыхлительное оборудование



Бульдозер-рыхлитель ДЗ-141ХЛ:  
1 - толкающий брус; 2 - отвал; 3 - поперечная штанга;  
4 - раскос; 5 - гидроцилиндр подъема отвала; 6 - трактор Т-500; 7 - опорный кронштейн; 8 - гидроцилиндр регулировки угла резания; 9 - рабочая балка; 10 - буфер;  
11 - зуб; 12 - гидроцилиндр подъема стойки; 13 - нижняя тяга





## **Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.**

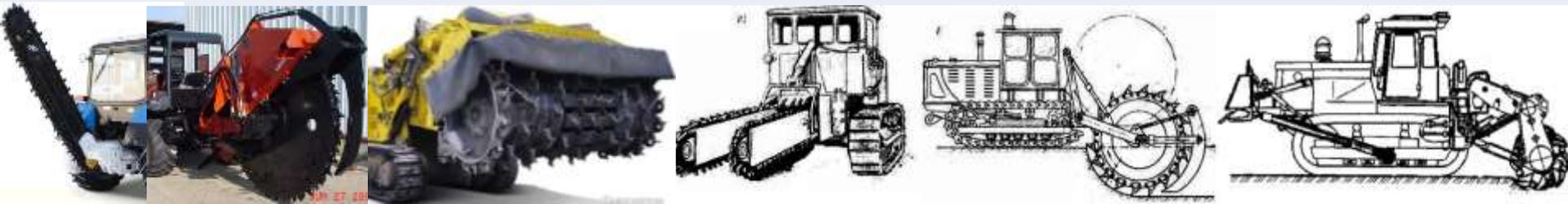
**Нарезка блоков** - заключается в устройстве прорезей в толще мерзлого грунта по двум взаимно перпендикулярным направлениям на всю глубину промерзания (мелко- и крупноблочный способ). Баровыми и дискофрезерными машинами нарезают блоки размерами и формой, допускающими погрузку ковшом экскаватора. Землерезные машины применяют для нарезания щелей шириной до 0,3 м в однородных, мерзлых и труднорабатываемых немерзлых прочных грунтах. Они представляют собой баровое, цепное и дискофрезерное рабочее оборудование, которое навешивается на серийные цепные траншейные экскаваторы (вместо основного рабочего органа), на гусеничные и пневмоколесные тракторы.

**Баровые рабочие органы** — цепные бары в виде бесконечной цепи с резаками шириной до 0,14 м, оббегающей плоскую раму. Барами прорезают вертикальные продольные щели в однородных мерзлых грунтах на глубину до 2,0 м. На одну базовую машину могут быть навешен, индивидуально гидроуправляемые один, два или три бара.

Наибольшее распространение получили **цепные землерезные машины**, на которых используется однотипное максимально унифицированное навесное землеройное оборудование - цепной рабочий орган. На звеньях режущей цепи крепят сменные резцедержатели с резаками.

**Дисковые щелерезные (дискофрезерные) машины** нарезают в мерзлых грунтах щели шириной 80...120 мм на глубину до 1...2 м с помощью одного или двух оснащенных резаками дисков (роторов) диаметром до 3 м.

**Землеройно-фрезерные машины (ЗФМ)** применяют для послойной разработки (фрезерования) мерзлых грунтов и твердых пород при выполнении планировочных работ. Основным недостатком землеройно-фрезерных машин является интенсивный абразивный износ режущих элементов.



## **Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.**

**Специальное землеройное оборудование** - (без предварительной подготовки) - ковши активно-го действия с вмонтированными в дно пневмомолотами с частотой 570 ударов в минуту (разрушение ударным методом), гидравлические механизмы захватно-клещевого действия (безударным методом отрыва его от массива), метод сплошного выбуривания и т.д.

**Оборудование захватно-клещевого типа** навешивается на гусеничные гидравлические экскаваторы и предназначено для рыхления мерзлых грунтов, взламывания бетонных покрытий, разборки старых зданий и т.п. Оборудование, выпускается в двух исполнениях (с одно- и трехзубым рыхлителем-захватом), устанавливают вместо ковша и рукояти обратной лопаты.

**Ковш активно-го действия** включает несколько гидроударных устройств, расположенных на ковше экскаватора. Под действием ударных нагрузок зубья ковша внедряются в грунт, разрушая его. При снижении сопротивления копанию пневмомолот отключается. В процессе копания пневмомолоты включаются и выключаются неоднократно.

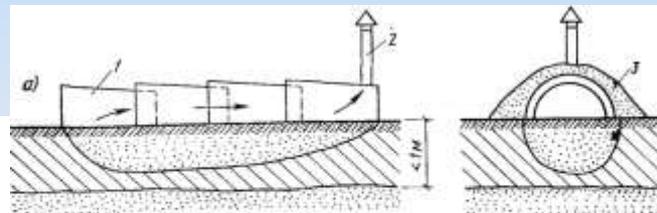
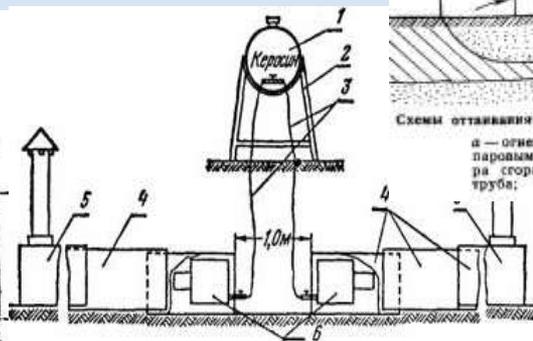
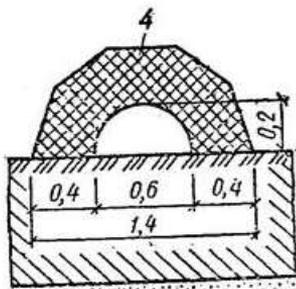
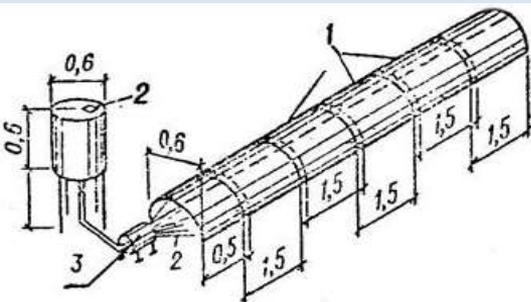


# Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

**Оттаивание непосредственным сжиганием топлива.** Если в зимнее время необходимо выкопать 1...2 ямы, самое простое решение – обойтись простым костром. Поддерживание костра в течение смены приведет к оттаиванию грунта под ним на 30...40 см. Погасив костер и хорошо утеплив место прогрева опилками, оттаивание грунта внутрь будет продолжаться за счет аккумулированной энергии и за смену может достигнуть общей глубины до 1 м.

**Огневой способ оттаивания** применим для отрывки зимой небольших траншей. Для этого используется звеньевая конструкция из ряда металлических коробов усеченного типа, из которых легко собирается галерея необходимой длины, в первом из них устраивают камеру сгорания твердого или жидкого топлива (костер из дров, жидкое и газообразное топливо со сжиганием через форсунку). Тепловая энергия перемещается к вытяжной трубе последнего короба, создающей необходимую тягу, благодаря которой горячие газы проходят вдоль всей галереи и грунт под коробами прогревается по всей длине.



Схемы оттаивания грунта огнем и паровыми яглами:  
а — огневой способ; б — паровыми яглами; 1 — камера сгорания; 2 — вытяжная труба; 3 — обсыпка тальком; 4 — паропровод; 5 — паровой вентиль; 6 — паровая нева; 7 — пробуренная труба; 8 — колпак.



## **Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.**

В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

**Способ электропрогрева** основан на пропускании тока через разогреваемый материал, в результате чего он приобретает положительную температуру. Основными техническими средствами являются *горизонтальные или вертикальные электроды, воздействие токами высокой частоты и электронагревателями (электроиглами и ИК-излучением).*

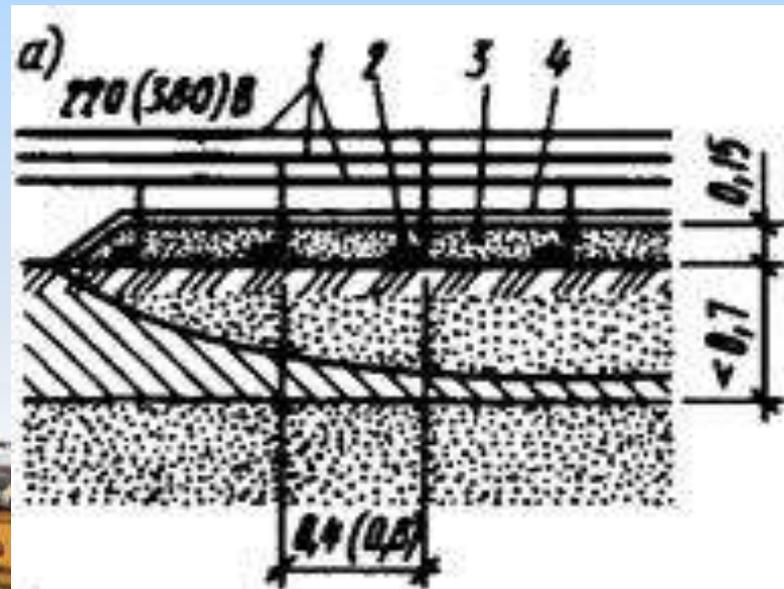
**Оттаивание токами высокой частоты.** Этот метод позволяет резко сократить подготовительные работы, так как промерзший грунт сохраняет проводимость к токам высокой частоты, поэтому отпадает надобность в большом заглублении электродов в грунт и в устройстве опилочной засыпки.

**Оттаивание электронагревателями** основано на передаче теплоты мерзлomu грунту контактным способом. В качестве основных технических средств применяют электроиглы, представляющие собой стальные трубы длиной около 1 м, диаметром до 50...60 мм. Внутри иглы установлен нагревательный элемент, изолированный от корпуса трубы.



**Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.**  
В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

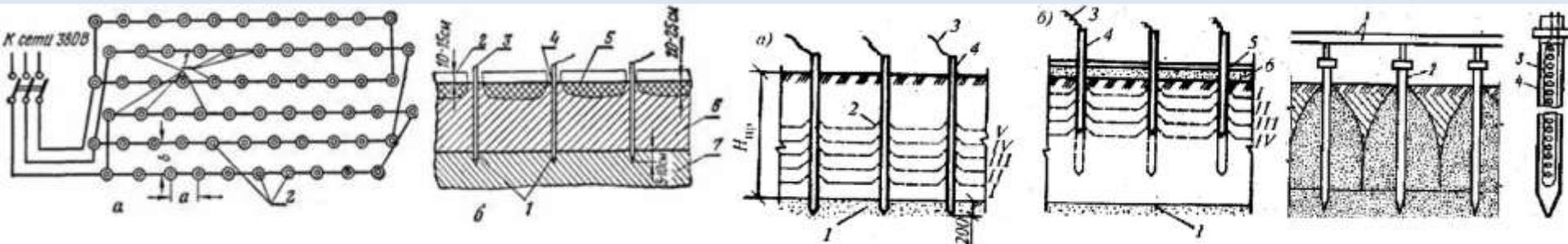
**При оттаивании грунта горизонтальными электродами** по поверхности грунта укладывают электроды длиной 2,5–3 м из полосовой или круглой стали, концы которых отгибают на 15...20 см для подключения к проводам. Поверхность отогреваемого участка покрывают слоем опилок толщиной 15...20 см, которые смачивают солевым раствором с концентрацией 0,2...0,5 % с таким расчетом, чтобы масса раствора была не менее массы опилок.



**Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.**  
В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

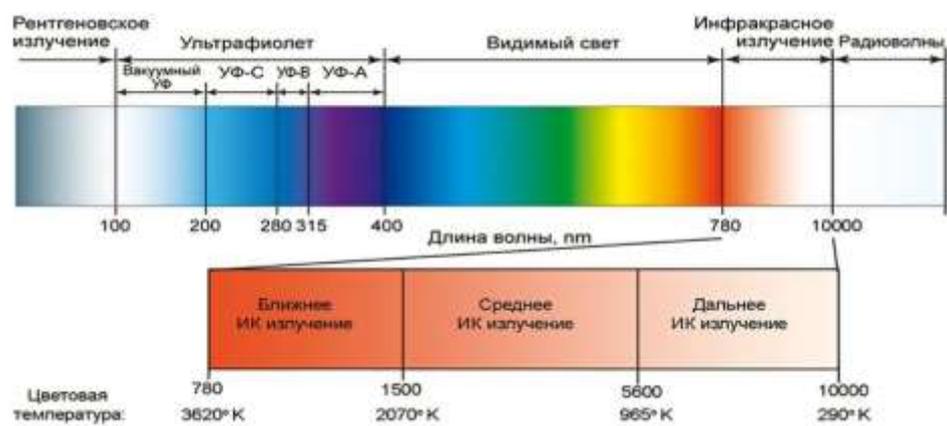
**Оттаивание грунта вертикальными электродами** осуществляют с применением стержней из арматурной стали с заостренными нижними концами. При глубине промерзания 0,7 м их забивают в грунт в шахматном порядке на глубину 20...25 см, а по мере оттаивания верхних слоев грунта, погружают на большую глубину.

При **оттаивании сверху вниз** необходимо систематически убирать снег и устраивать опилочную засыпку, увлажненную соевым раствором. Применяя **прогрев снизу вверх**, до начала прогрева необходимо бурить скважины, расположенные в шахматном порядке, на глубину, превышающую на 15...20 см толщину мерзлого грунта.



**Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.**  
В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

**Нагреватели инфракрасного излучения.** При температуре 500–700 °С поверхности нагревателей становятся источником инфракрасного излучения, и количество передаваемой от них энергии резко возрастает.



## Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

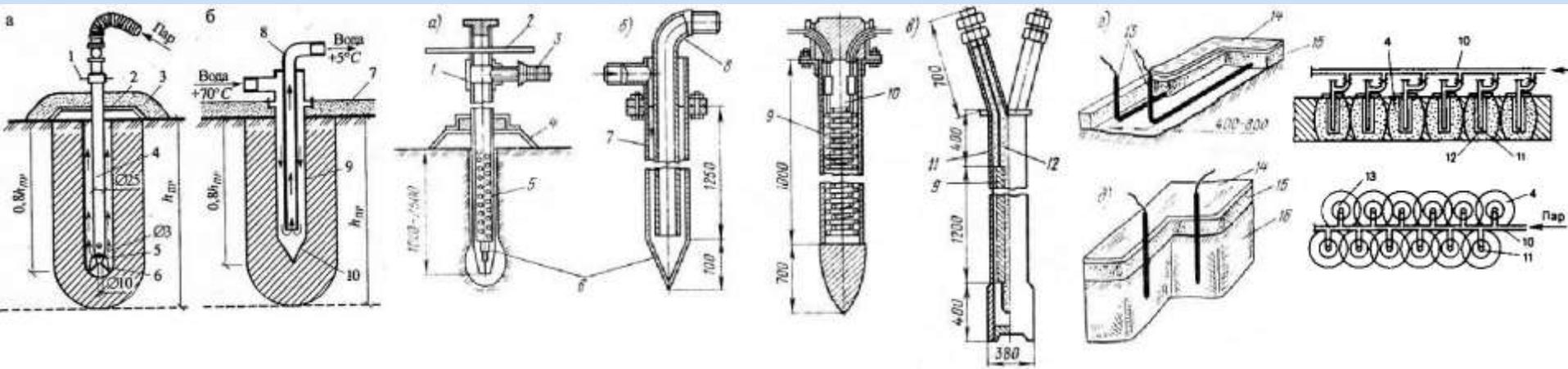
**Маты термоэлектрические (термоматы)** – это инфракрасные нагреватели, позволяют эффектив-но прогревать грунт и бетон при небольшом потреблении энергии (не превышает нескольких сот ватт на 1 м<sup>2</sup>), поддерживают заданную температуру в автоматическом режиме. Снег и лед превращаются в воду, которая впитывается в грунт и раз-мораживает нижележащие слои грунта. За счет проникающих свойств и направленного действия инфракрасного излучения, а также контактной передачи тепла от поверхности термомата прогрев грунта происходит с высокой эффективностью одновременно сразу на всю глубину промерзания.



## Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

**Паровое оттаивание** основано на впуске пара в грунт, для чего применяют специальные технические средства – паровые иглы, представляющие собой металлическую трубу длиной до 2 м, диаметром 25...50 мм. На нижнюю часть трубы насажен наконечник с отверстиями диаметром 2...3 мм. Иглы соединяют с паропроводом гибкими резиновыми шлангами с кранами. Этот метод требует расхода теплоты примерно в 2 раза больше, чем метод глубинных электродов.

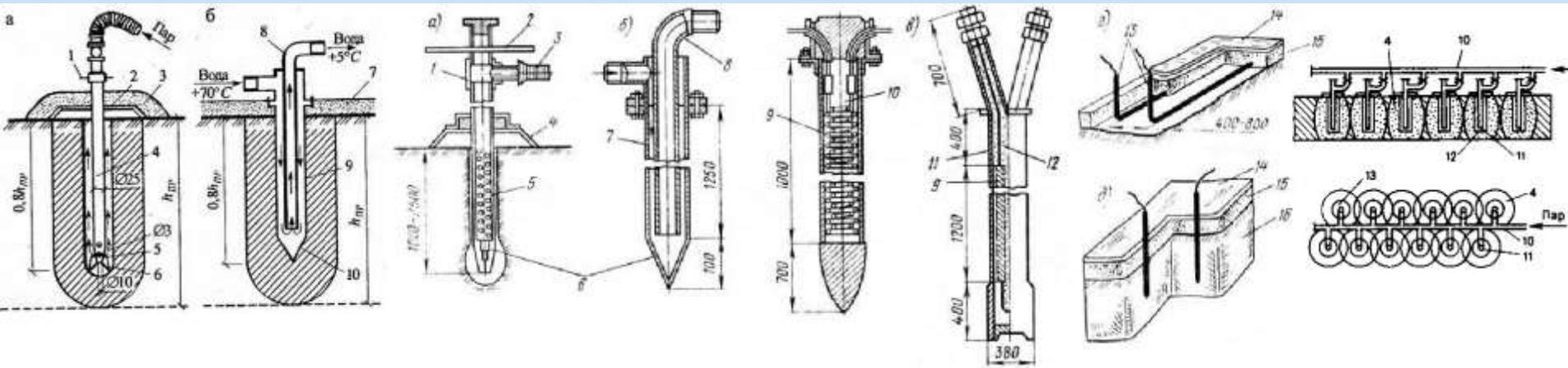


## Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

**Водяные циркуляционные иглы** – технологии «гидравлического оттаивания».

Водяная игла состоит из двух труб, из которых внутренняя имеет внизу открытый, а наружная – заостренный концы. Горячая вода входит в иглу по внутренней трубе, а через нижнее ее отверстие поступает в наружную трубу, по которой поднимается к выходному патрубку, откуда по соединительной трубе идет к следующей игле. В качестве теплоносителя используют воду, нагретую до 50–60 °С и циркулирующую по замкнутому контуру «котел–разводящие трубы–водяные иглы–обратные трубы–котел».



## Земляные работы. Производство земляных работ в зимнее время.

В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания:

**Прогрев горячим воздухом.** Довольно простой и доступный метод прогрева грунта – с помощью горячего воздуха – позволяет размораживать грунт в самое холодное время. Предварительно с отогреваемого участка необходимо убрать снег. Над участком возводится временное строение – тепляк или шатер. Применяется при выполнении строительных работ. Внутри устанавливается дизельная, газовая или электрическая тепловая пушка, газовая горелка или печь. Воздух в тепляке/шатре может нагреваться до 50–65 °С. Стены и крышу тепляка/шатра можно накрыть имеющимися теплоизолирующими материалами.



# Земляные работы. Дополнительная литература:

