

Тема : Земляные работы.

- 1. Виды земляных сооружений. Классификация грунтов.**
- 2. Водопонижение и водоотвод на строительной площадке.**
- 3. Искусственное закрепление грунтов.**
- 4. Крепление стенок котлованов и траншей.**
- 5. Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами.**
- 6. Разработка грунтов землеройно-транспортными машинами.**
- 7. Закрытые способы разработки грунтов.**
- 8. Разработка грунта в зимних условиях.**

1. Виды земляных сооружений. Классификация грунтов.

При строительстве любого здания или сооружения, прокладке инженерных коммуникаций и т.д. ведутся земляные работы: при устройстве траншей и котлованов, при возведении земляного полотна дорог, планировке площадок. Земляные работы делятся на вскрышные, транспортирование грунта, планировка, рыхление грунта, засыпка пазух и устройство насыпей. Земляные работы самые трудоемкие.

Выполняются вручную или механизированным способом.

Земляные сооружения делятся в зависимости от сроков эксплуатации на постоянные и временные.

Постоянные - дорожное полотно, плотины, дамбы, каналы, и т.д.

Временные - котлованы, траншеи, для коммуникаций и фундаментов зданий.

Траншеи - земляные сооружения, у которых длина больше ширины.

Котлован - земляные сооружения, у которых длина примерно равна ширине.

Насыпь – сооружение из насыпного и уплотненного грунта.

Резерв - место, для разработки грунта вне стройплощадки.

Отвал – место отсыпки излишнего грунта.

Кавальер – насыпь из лишнего грунта правильной формы.

Грунты- горные породы, залегающие в верхних слоях земной коры. Грунты делятся на :

1) скальные – залегающие в виде сплошного массива (частицы грунта жестко связаны между собой) – гранит, кварцит, известняк и т.д.

2) крупнообломочные – несвязные обломки горных пород с преобладанием частиц размером более 2мм.

3)песчаные – из частиц крупностью 0,1...2мм.

4)глинистые – из очень мелких частиц, имеющих в основном чешуйчатую форму.

Глинистые грунты делятся на супеси (3 -10%), суглинки (10 - 30%), глины (более 30% глинистых частиц).

В зависимости от трудности разработки все грунты делятся на:

1. для экскаваторов на 6 групп,
 2. для бульдозеров и скреперов на 3 группы
- деление грунтов дано в ЕНиР.

При ручной разработке грунты делятся на 11 групп.

- 1 – грунты разрабатываемые лопатами.
- 2 - грунты разрабатываемые лопатами с частичным применением кирок
- 3 - грунты разрабатываемые кирками и лопатами.
- 4 - грунты разрабатываемые клиньями, молотами и отбойными молотками.
- 5 - 11 группы - грунты разрабатываемые только взрывным способом.

При разработке грунт увеличивается в объеме. Увеличение характеризуется коэффициентом разрыхления, который равен отношению объема грунта после разработки к объему грунта в естественном состоянии. $K_p = 8 - 50 \%$

Отсыпанный в насыпь грунт имеет способность уплотняться, но даже в этом случае остаются излишки грунта. Это явление характеризуется коэффициентом остаточного разрыхления.

Для песчаных грунтов $K_p = 1,08 - 1,17.$, $K_{op} = 1,01 - 1,025$

Для суглинистых грунтов - $K_p = 1,14 - 1,28.$, $K_{op} = 1,015 - 1,05$

Для глинистых грунтов - $K_p = 1,015 - 1,05.$, $K_{op} = 1,04 - 1,09$

2. Водопонижение и водоотвод на строительной площадке.

До начала земляных работ выполняются подготовительные работы, к которым относятся: разборка существующих строений с предварительным отключением от всех систем (тепло, газ и т.д.), освобождение территории от пней, кустарников, деревьев, крупных камней, устройство временных дорог, временных сооружений и коммуникаций, ограждение стройплощадки, устройство обноски.

Перед началом строительства любая площадка должна быть спланирована с таким расчетом, чтобы произвести отвод поверхностных вод (ливневые и талые). При пересеченной местности для отвода вод устраивают водоотводные каналы с уклоном $i \Rightarrow 0,003$ для предотвращения заиливания.

При высоком уровне грунтовых вод (выше глубины заложения фундамента) производят осушение стройплощадки.

Способы осушения:

1. устройством открытых дренажей.

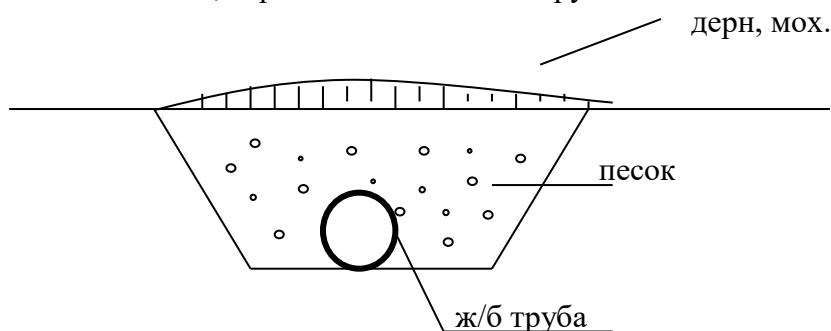
Открытый дренаж представляет собой траншею, размеры которой зависят от уровня грунтовых вод.

Эти траншеи отрывают по периметру строительной площадки с уклоном по дну $i \Rightarrow 0,001 - 0,002$.

Открытый дренаж – временное сооружение, используемое на период строительства здания. Допускается укладка по дну железобетонных лотков.

2. устройством закрытых дренажей.

Закрытый дренаж представляет собой траншею, глубиной, ниже глубины заложения фундамента, в которой укладывают послойно - щебень крупностью более 50 мм, мелкий щебень крупностью 6- 8 мм, слой крупнозернистого песка, слой мха, дерна и т.д. закрытый дренаж является долговременным сооружением и остается на весь срок эксплуатации здания. В настоящее время в качестве водоотводящего слоя используются асбестоцементные, керамические или ж/б трубы.



Иглофильтровый способ искусственного понижения УГВ основан на использовании иглофильтровых установок, состоящих из стальных труб с фильтрующим звеном в нижней части (иглофильтр), водосборного коллектора на поверхности земли и самовсасывающего вихревого насоса с электродвигателем. Стальные трубы погружают в обводненный грунт по периметру котлована или вдоль траншеи.

Иглофильтр состоит из двух частей: фильтрующего звена и надфильтровой трубы (диаметр иглофильтра 40...50 мм). Фильтрующее звено в свою очередь состоит из внутренней глухой и наружной перфорированной труб. Эта труба с наружной стороны обмотана проволокой, усилена фильтрационной и защитной сетками; снизу труба заканчивается фрезерным наконечником, внутри которого размещены шаровой и кольцевой клапаны (рис. 2.3.-2.5).

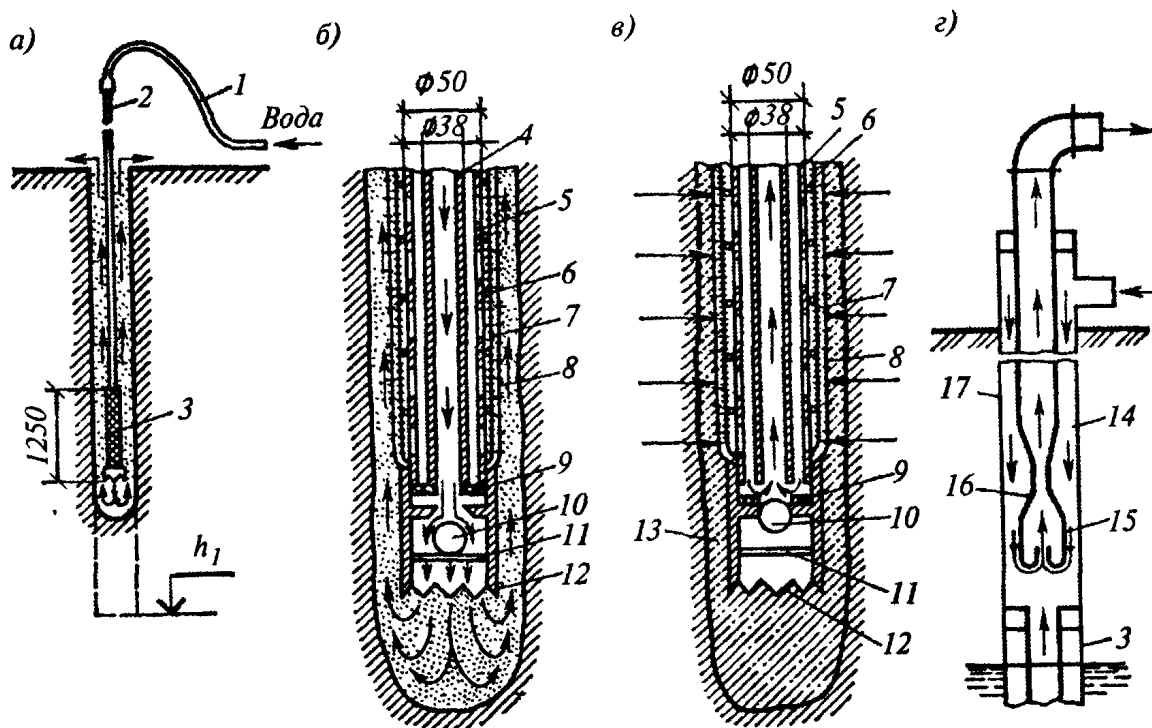


Рис. 2.3. Схема работы иглофильтровой установки:

а - общий вид; б - период погружения иглофильтрового звена в грунт; в - период водопонижения; г - эжекторный иглофильтр; 1 - гибкий шланг; 2 - надфильтровая труба; 3 - иглофильтровое звено; 4 - внутренняя труба; 5 - наружная перфорированная труба; 6 - спиральная обмотка; 7 - фильтрационная сетка; 8 - стальная защитная сетка; 9 - кольцевой клапан; 10 - шаровой клапан; 11 - ограничитель; 12 - зубчатый наконечник; 13 - песчано-гравийная смесь; 14 - наружная труба эжектора; 15 - насадка эжектора; 16 - суженный участок трубы; 17 - зона разрежения

Для опускания иглофильтра в рабочее положение при сложных грунтах применяют пробуривание скважин, в которые и опускаются иглофильтры (при глубинах до 6...9 м). В песках и супесчаных грунтах иглофильтры погружают гидравлическим способом (рис. 2.3, б), путем подмыва грунта под фрезерным наконечником водой с напором до 0,3 МПа. Поступая в верхнюю часть наконечника, вода опускает шаровой клапан, поступает под давлением к низу наконечника, размывает окружающий грунт, в том числе и по периметру трубы. Под действием собственной массы иглофильтр погружается в грунт, кольцевой клапан в процессе погружения трубы закрывает пространство между наружной и внутренней трубами. После погружения иглофильтра на рабочую глубину полое пространство вокруг трубы частично заполняется просевшим грунтом, частично засыпается крупнозернистым песком или гравием.

При включении всей системы на режим откачки воды (рис. 2.3, в), шаровые клапаны иглофильтров вследствие ползучести и под влиянием вакуума поднимаются вверх и закрывают отверстие, одновременно кольцевой клапан опускается, открывая путь грунтовой воде через ячейки сеток в пространство между трубами и далее во внутреннюю трубу.

Иглофильтры позволяют при одноярусном расположении понизить уровень грунтовых вод на 4...5 м, при двухъярусном - на 7...9 м. Иглофильтры располагают на расстоянии 0,5 м от бровки котлована или траншеи. Узкие траншеи глубиной до 4,5 м и шириной до 4 м осушают одним рядом иглофильтров, при большей ширине и глубине - двумя рядами.

Расстояние в ряду между иглофильтрами назначают в зависимости от свойств грунта и глубины понижения уровня грунтовых вод. Для среднезернистых грунтов при

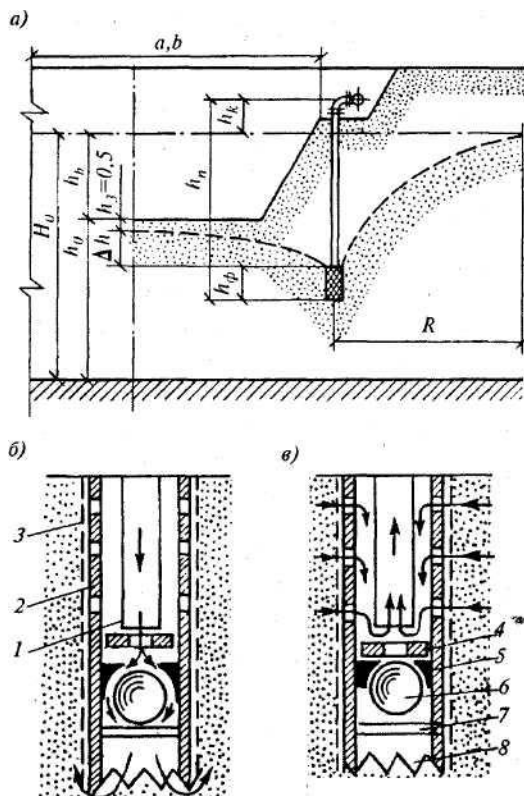


Рис. 2.4. Водопонижение иглофильтровой установкой:

а - схема установки; б - иглофильтр при гидроподмыве; в - то же, при откачке воды; 1 - внутренняя труба; 2 - внешняя труба; 3 - фильтрующая сетка; 4 - кольцевой клапан; 5 - седло; 6 - шаровой клапан; 7 - ограничитель; 8 - наконечник

ярусом до глубины 15...20 м; оптимальные условия для работы эжектора - 8... 18 м. Фильтровое звено эжектора решено по принципу легкого иглофильтра, а надфильтровое звено состоит из наружной и внутренних труб с эжекторной насадкой. Погружение в грунт колонки надфильтровых труб осуществляется, как и у иглофильтра, гидравлическим способом, грунт размывается, труба опускается под действием силы тяжести. Когда колонка опустилась до необходимого уровня во внутрь ее опускают внутреннюю трубу с эжектором.

В рабочий период к насадке эжектора подается рабочая вода с поверхности под давлением 0,75...0,8 МПа в кольцевое пространство между внутренними и наружными трубами. Выходя

коэффициенте фильтрации 2...60 м/сут расстояние принимают в пределах 1...1,5 м, в сильно фильтрующих крупнопесчаных и песчано-гравелистых грунтах расстояние сокращают до 0,75 м.

Иглофильтровая установка состоит из ряда иглофильтров, погружаемых в грунт по периметру будущего котлована, по одной или двум сторонам траншеи. На поверхности земли иглофильтры присоединяют водосборным коллектором к насосной установке. При работе насосов в режиме откачки воды благодаря дренирующим свойствам грунта уровень воды в иглофильтре и окружающих грунтовых слоях понижается, что приводит к образованию нового УГВ, который называется *депрессионной кривой*.

Вакуумный способ водопонижения основан на использовании эжекторных водопонижительных установок. Эти установки используют для понижения уровня грунтовых вод в мелкозернистых грунтах (мелкозернистые и пылеватые пески, супеси, илистые и лессовые грунты с коэффициентом фильтрации 0,02... 1 м/сут), в которых применять легкие иглофильтровые установки нецелесообразно. При работе вакуумных водопонижительных установок вакуум возникает в зоне эжекторного иглофильтра (рис. 2.3, в).

Эжекторная установка применима для понижения уровня грунтовых вод одним

из эжекторной насадки, струя этой воды создает разрежение в окружающем кольцевом пространстве и подсасывает воду из основной рабочей трубы. В результате резкого изменения скорости движения рабочей воды в насадке создается разрежение и тем самым обеспечивается подсос грунтовой воды. Грунтовая вода, смешиваясь с рабочей, поступает по трубе наверх под действием всасывающего насоса в циркуляционный резервуар. Откаченная из грунта вода отводится из водосборного резервуара самотечным трубопроводом за пределы котлована или строительной площадки.

Явление *электроосмоса* используют для расширения области применения иглофильтровых установок в грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,05 м/сут. В этом случае наряду с иглофильтрами в грунт на расстоянии 0,5... 1 м от иглофильтров со стороны котлована погружают стальные трубы или стержни на глубину, идентичную погружению иглофильтров. Иглофильтры подключают к отрицательному (катод), а трубы или стержни - к положительному полюсу источника постоянного тока (анод) (рис. 2.5. б).

Электроды размещают относительно друг друга в шахматном порядке. Шаг, или расстояние анодов и катодов в своем ряду принимают одинаковым в пределах 0,75...1,5 м. В качестве источника электропитания применяют сварочные аппараты или передвижные преобразователи электрического тока. Мощность генератора постоянного тока определяют из необходимой силы тока 0,5... 1 А на 1 м² площади электроосмотической завесы при напряжении в цепи 30...60 В. Под действием силы электрического тока вода, содержащаяся в порах грунта, освобождается и перемещается по направлению к

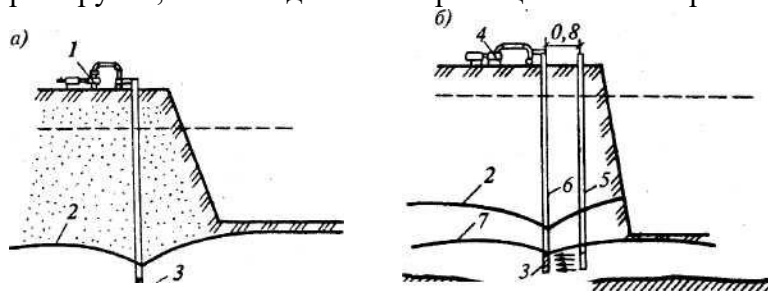


Рис. 2.5. Схемы иглофильтровых установок с вакуумным (а) и электроосмотическим (б) водопонижением:

1 - вакуум-насос; 2 - депрессионная кривая после понижения уровня воды иглофильтром; 3 - фильтрующее звено; 4 - центробежный насос; 5 - стальная труба (анод); 6 - иглофильтр (катод); 7 - депрессионная кривая после электроосушения

иглофильтрам, благодаря электроосмосу коэффициент фильтрации грунта возрастает - в 5...25 раз.

Применение каждого из описанных методов понижения уровня грунтовых вод зависит от мощности водоносного слоя, коэффициента фильтрации грунта, параметров земляного сооружения и строительной площадки. Решение о выборе метода должно быть также обосновано и с позиций охраны окружающей среды и экологической безопасности возводимого объекта.

Использование установок для искусственного водопонижения вызывает необходимость решения задач экологического характера. В первую очередь - это необходимость применения экологически чистых технологий, которые не допускали бы загрязнения подземных вод, попадания в них вредных примесей.

Нередко при интенсивной откачке грунтовых вод в районе строительства нарушаются гидрогеологические условия, взаимосвязь подземных вод с поверхностными, в результате чего могут произойти нарушения действующих водозаборных систем, осушение родников и т. д. Продолжительные откачки грунтовых вод особо опасны на застроенных городских территориях, так как они могут вызвать оседание земной поверхности, деформации зданий и сооружений, смещение осей инженерных сетей. Поэтому выбор способов

защиты земляных сооружений от воздействия подземных вод должен сопровождаться анализом и разработкой соответствующих природоохранных мероприятий.

Создание искусственных противофильтрационных завес и экранов. Для ограждения котлованов, траншей, подземных выработок и защиты проводимых в них строительных работ от поступления грунтовых вод в зависимости от физико-механических свойств грунта, его состояния, мощности водоносных слоев существуют следующие способы закрепления грунта: замораживание, инъецирование в грунт рас-творов-отвердителей, создание тиксотропных противофильтрационных экранов и завес, устройство шпунтовых ограждений.

В сильно водонасыщенных грунтах (плывунах) при разработке глубоких выемок, подземных сооружений создаются противофильтрационные завесы при помощи естественного или искусственного замораживания грунтов.

Для опускания иглофильтра в рабочее положение при сложных грунтах применяют пробуривание скважин, в которые и опускаются иглофильтры (при глубинах до 6...9 м). В песках и супесчаных грунтах иглофильтры погружают гидравлическим способом (рис. 2.3, б), путем подмыва грунта под фрезерным наконечником водой с напором до 0,3 МПа. Поступая в верхнюю часть наконечника, вода опускает шаровой

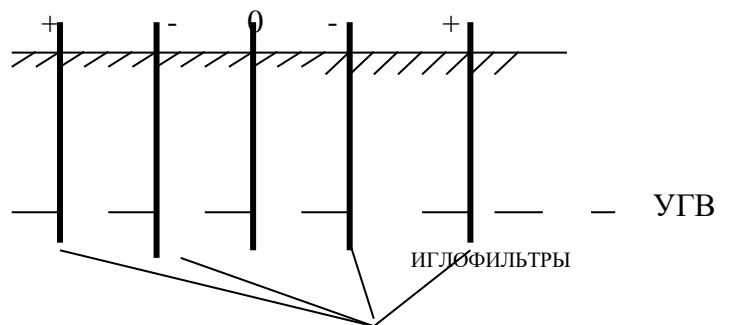
4. Электроосушение – основано на явлении электроосмоса. Суть- при кратковременном действии постоянного тока во влажных глинистых грунтах возникает движение паровой воды от анода(+) –к катоду(-).

По периметру котлована устраивают две взаимно параллельные сети электродов.

1)- иглофильтры объединенные сверху металлическим проводником в сеть электродов – катодов. Иглофильтры устанавливают по периметру котлована в удалении от бровки выемки на 1 – 1,5 метра. Расстояние между иглофильтрами определяется расчетом и зависит от интенсивности притока воды, свойств грунта и требуемой глубины погружения (в среднем 1,5метра).

2)- из стержней погружаемых в грунт в шахматном порядке с внутренней стороны на расстоянии от линии иглофильтров около 0,8 метров. Их тоже объединяют в сеть электродов – анодов. Ток вызывает движение воды от стержней к иглофильтрам, где скапливающуюся воду откачивают. Под влиянием этой миграции приток воды в котлован прекращается.

Техника безопасности- ремонтные работы осуществляются после выключения тока. Для перехода через линию электродов должны быть устроены перекрывающие их мостики и деревянные настилы.



U=60-110В
I=180-200А

2.
3.

4. Искусственное закрепление грунтов.

В основном применяются следующие способы закрепления грунтов:

1) **цементация и битумизация** - применяется для закрепления скальных, крупнообломочных и трещиноватых пород. При данном способе в грунт через инъекторы

под давлением нагнетают цементный раствор или разогретый битум.

- 2) **Силикатизация** (химический способ) применяется для закрепления песчаных и супесчаных грунтов. Существует одно- и двух-растворный способ. При 2-х растворном способе в грунт попеременно нагнетают водный раствор жидкого стекла и хлористого кальция.
- 3) **Электрический способ** (влажные глинистые грунты) – через грунт пропускают постоянный электрический ток, в результате глина осушается, уплотняется и теряет способность к пучению.
- 4) **Электросиликатизация** применяется для закрепления суглинистых и глинистых грунтов.
- 5) **Замораживание** грунтов применяют в сильно водо-насыщенных грунтах (плывунах) и заключается в создании прочного и водонепроницаемого ограждения любой формы в плане из замороженного грунта. По периметру котлована бурятся скважины, в них погружают замораживающие трубы (колонки). В колонки опускают трубы меньшего диаметра (питающие) с открытым нижним концом и не достигающие до дна колонки на 40 – 50 см. питающие трубы подсоединены к специальным трубам – рассолопроводам, соединенным с замораживающей установкой. Расстояние между колонками принимают в среднем 1 – 3 метра. Радиус промерзания грунта должен превышать зону промерзания грунта до соседней колонки, при этом условии образуется сплошная льдогрунтовая стенка, защищающая котлован от проникания в него грунтовых вод.

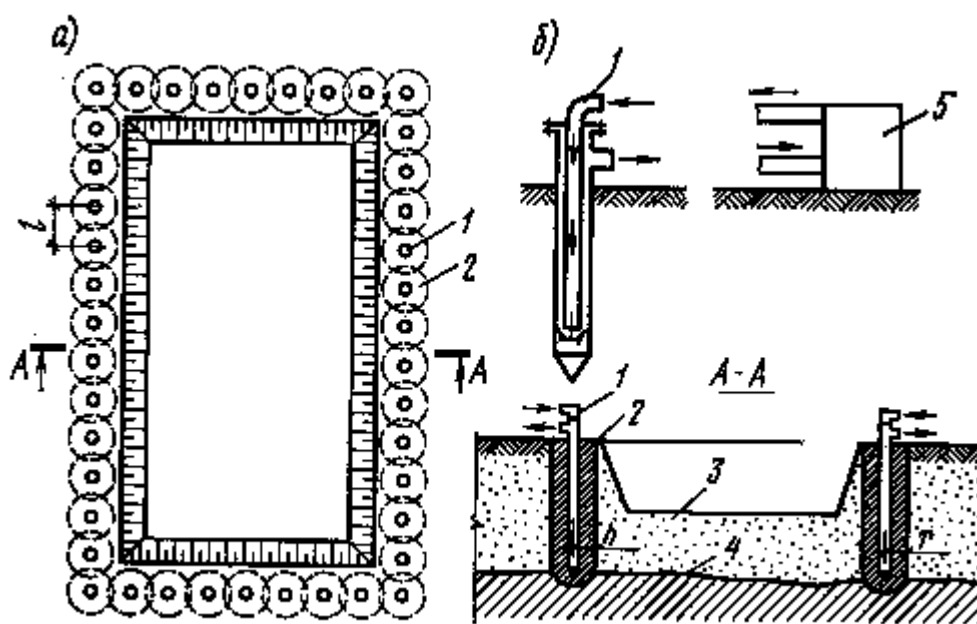


Рис. Схема замораживания грунтов.

а)- план котлована с размещением замораживающих колонок, б) – схема замораживающей колонки, 1 – замораживающая колонка, 2 – мерзлый грунт, 3 – талый грунт, 4 – водоупор, 5 – холодильная машина.

От аммиачных холодильных машин к внутренним трубам замораживающих колонок подают охлаждающий раствор хлористого кальция или хлористого натрия с температурой от -20° до -25° . Проходя по внешней трубе, рассол замораживает грунт и возвращается к холодильной установке

4. Временное крепление стенок котлованов и траншей.

В зависимости от вида грунтов и глубины разработки, наличия грунтовых вод, при производстве работ в стесненных условиях необходимо производить крепление стенок котлованов и траншей.

Не устраиваются крепления :

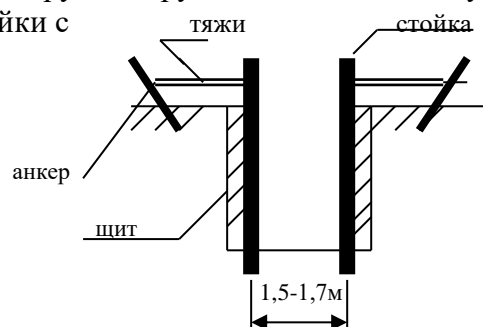
- 1) в насыпных песчаных и гравийных грунтах при земляных сооружениях глубиной до 1 метра
- 2) в супесчаных и суглинистых грунтах - глубиной до 1,25 м.
- 3) в глинистых грунтах – до 1,5 м.

Крепление производится с помощью инвентарных и неинвентарных приспособлений.

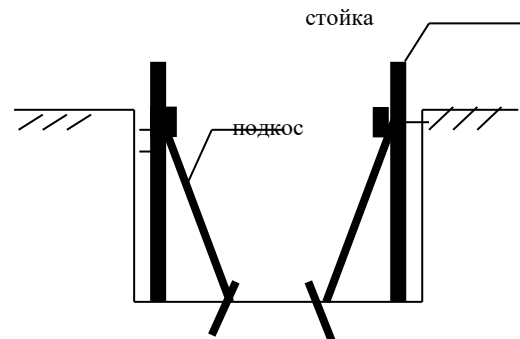
Инвентарные – состоят из элементов заводского изготовления, имеют большую оборачиваемость и могут быть следующих видов:

1) **анкерные** – вдоль стенок котлованов или траншей в грунт погружают стойки. Между стенками и стойками устанавливают щиты, затем стойки с помощью тяжей закрепляются к анкерам (для любых котлованов и траншей).

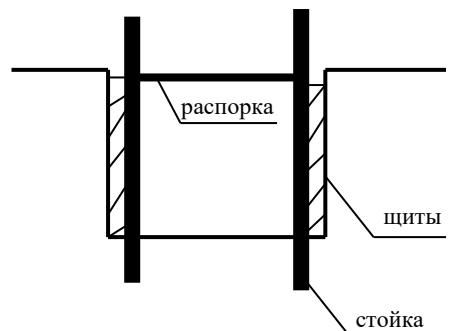
Стойки располагаются на расстоянии на расстоянии 150 – 170см. друг от друга.



2) **подкосные** – на расстоянии 150- 170см. в грунт погружают стойки. Между стойками и грунтом устанавливают щиты, которые прижимаются с помощью подкосов. Подкосные применяются в широких траншеях.



3) **консольно-распорные**: после установки стоек и щитов стойки распираются распоркой. В связанных грунтах естественной влажности Устанавливают щиты с прорезями, а с повышенной Влажности – сплошные(глубиной до 4 м.).



4) **подвесные** – применяют для изготовления шурфов размером в плане 2,5 x 2,5 м

5) **шпунтовые** ограждения применяются при наличии грунтовых вод. Шпунт забивают в грунт до разработки выемки, чем обеспечивают устойчивое и естественное состояние грунта за ее пределами.

Неинвентарные приспособления применяются при малом объеме, изготавливаются по индивидуальным заказам, требуют большого расхода леса и значительных затрат труда.

3. Разработка грунтов экскаваторами.

Грунты можно разрабатывать механическим, гидромеханическим и взрывным способами. Основным способом является механический.

Механический способ заключается в разработке грунта с помощью землеройных или землеройно-транспортных машин.

Гидромеханический способ основан на размывании грунта водяной струей гидромонитора или всасывании разжиженного грунта земснарядом.

В строительстве наиболее распространены следующие машины для земляных работ: землеройные (экскаваторы), землеройно-транспортные (бульдозеры, скреперы, грейдеры), транспортирующие (автосамосвалы), грунтоуплотняющие (катки, грунтоуплотняющие плиты и т.д.).

Наибольший объем работ выполняется одноковшовыми экскаваторами на пневмоколесном или на гусеничном ходу.

К землеройным машинам относят одноковшовые экскаваторы (циклического действия) и экскаваторы непрерывного действия. Наибольшее применение имеют одноковшовые экскаваторы, которыми выполняется около 45 % всего объема земляных работ.

Экскаватор – самоходная землеройная машина, которая при помощи рабочего органа отделяет грунт от массива, перемещает его и выгружает в отвал.

В промышленном и гражданском строительстве применяют экскаваторы с ковшом вместимостью 0,15...2 м³, реже до 4 м³. Они имеют комплект сменного оборудования, включающий прямую и обратную лопаты, драглайн и грейфер. Кроме того, стрела, входящая в комплект драглайна и грейфера, может быть оборудована грузовым крюком или клином-бабой.

Основные рабочие параметры одноковшовых экскаваторов при разработке выемок, котлованов и траншей: максимально возможная глубина копания — H , высота копания $+H$, наибольший и наименьший радиусы копания на уровне стенки экскаватора R_{\max} и R_{\min} , радиус выгрузки $R_{\text{в}}$, высота выгрузки $H_{\text{в}}$.

Рабочий цикл одноковшового экскаватора состоит из копания (заполнения ковша), перемещения к месту выгрузки, выгрузки в отвал или в транспортные средства и обратного хода в забой.

Забоем называется рабочая зона экскаватора, в которую входят: площадка, на которой находится экскаватор, часть массива грунта, разрабатываемого экскаватором с одной стоянки, и площадка, на которой устанавливается транспорт под погрузку или размещается отвал грунта.

Для производства земляных работ следует принимать оптимальные рабочие параметры, составляющие 0,9 максимальных паспортных: $Y_{\text{опт}} = 0,9 Y_{\text{наибольш}}$. Экскаватор и транспортные средства должны быть расположены таким образом, чтобы средняя величина поворота экскаватора от места заполнения ковша до места выгрузки была минимальной, так как на время поворота стрелы может расходоваться до 70 % рабочего времени цикла экскаватора.

Экскаватор с прямой лопатой разрабатывают грунт выше уровня стоянки, с обратной лопатой – ниже уровня стоянки.

Экскаватор с прямой лопатой разрабатывает грунт (по направлению движения экскаватора относительно оси выемки) лобовой, уширенной лобовой и боковой проходками.

Проходкой называется участок разработанный в одном направлении.

Лобовая проходка – применяется для разработки котлованов небольших размеров или траншей. Экскаватор разрабатывает грунт впереди себя, а автосамосвалы подаются задним ходом к экскаватору.

Уширенная лобовая проходка – при ширине котлована 2 – 2,5 радиуса резания

Боковая проходка (поперечный способ) разрабатывают выемки с отсыпкой грунта в направлении, перпендикулярном оси выемки и применяется при ширине котлована 2,5 – 3,5 радиуса резания.

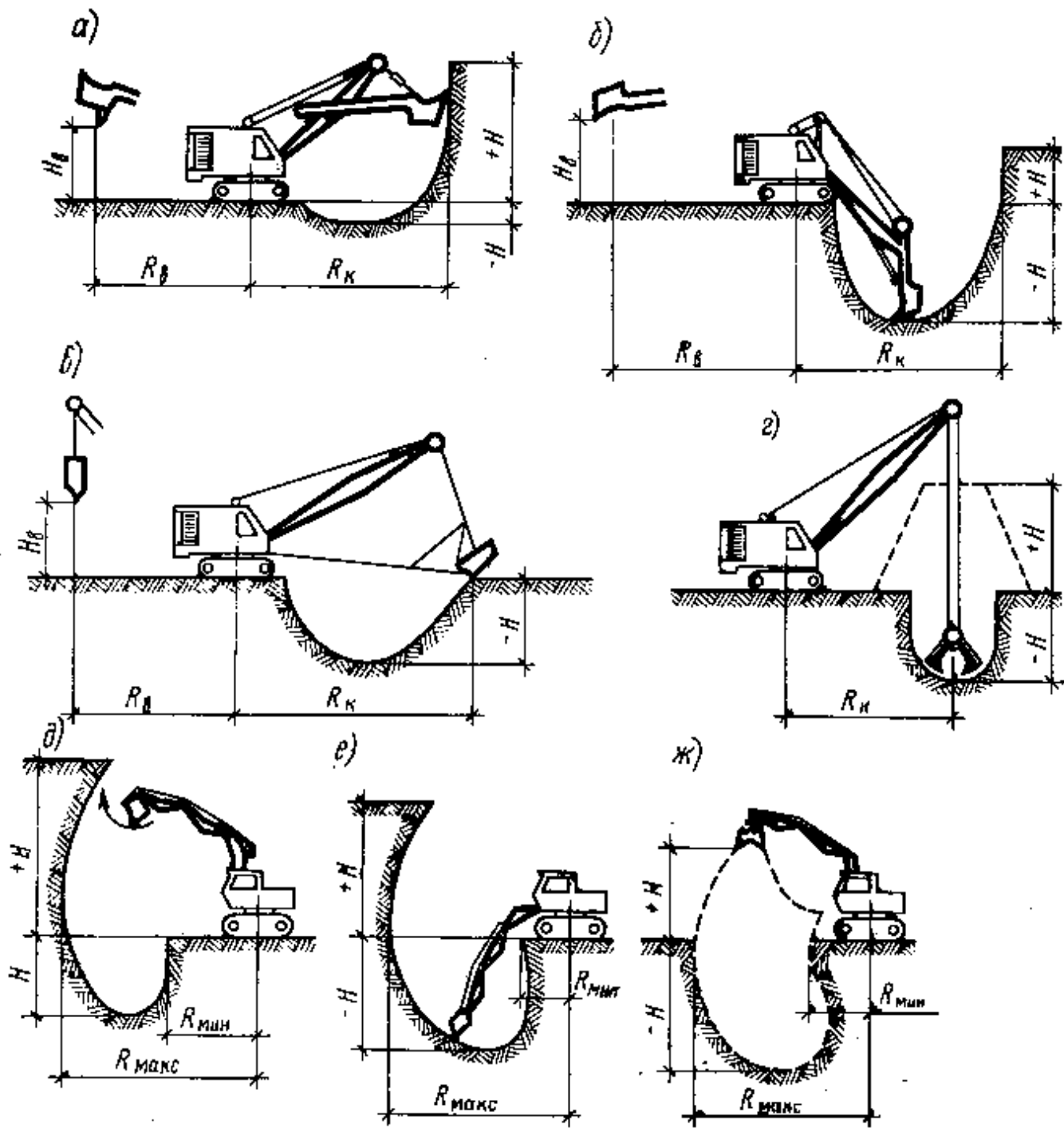


рис. Профили забоя экскаватора с различным рабочим оборудованием:

а) прямая лопата, б) обратная лопата, в) драглайн, г) грейфер, д) профиль забоя прямой лопаты, е) профиль забоя прямой лопаты, ж) профиль забоя грейфера, $R_{к}$ – радиус копания, $R_{в}$ – радиус выгрузки, $+H$ – высота копания, $-H$ – глубина копания, $H_{в}$ – высота выгрузки

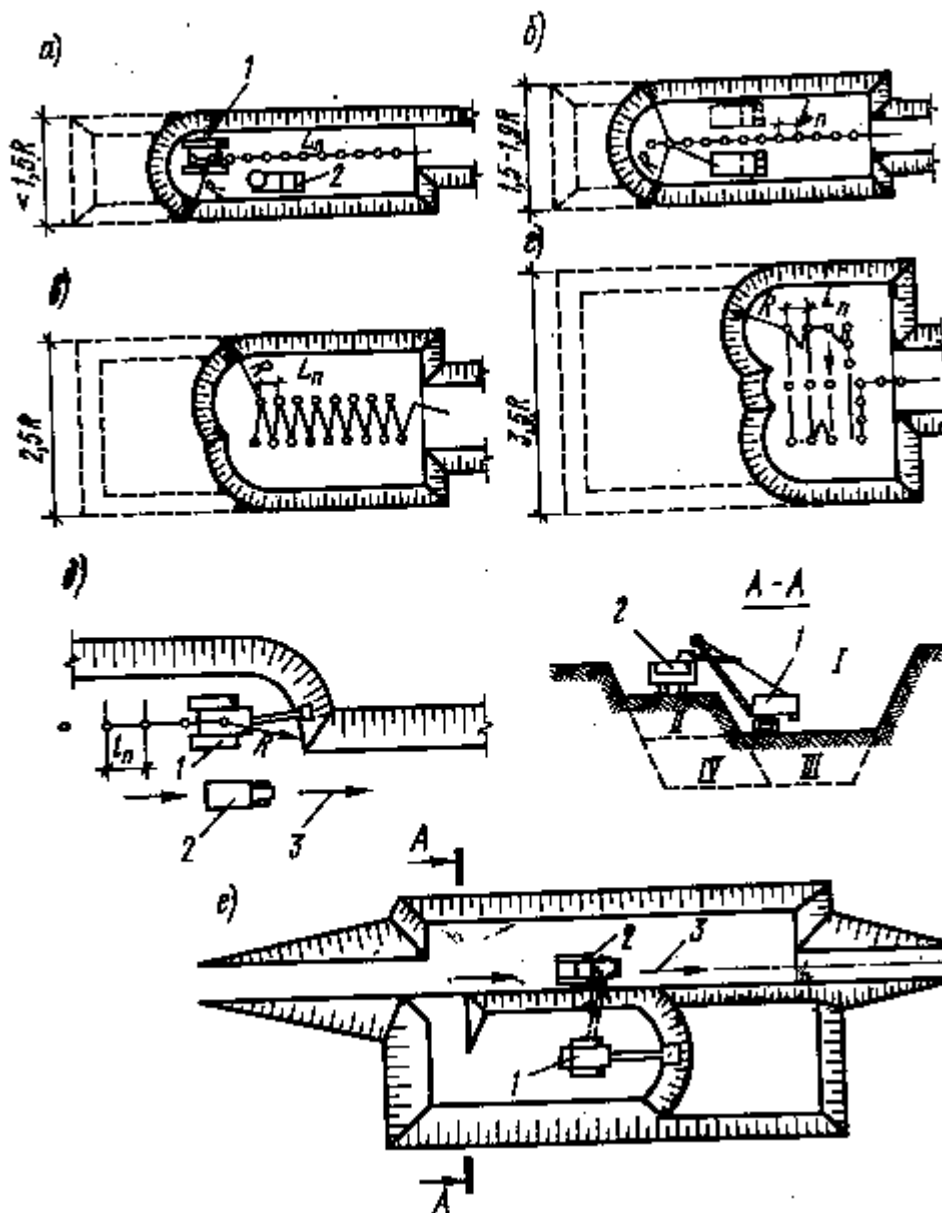


рис. Схемы проходок экскаватора с рабочим оборудованием прямая лопата:
 а) лобовая проходка, б) то же с двусторонним расположением транспорта, в) уширенная лобовая проходка с движением экскаватора «зигзаг», г) поперечно-торцовая проходка, д) боковая проходка, е) разработка котлована по ярусам, 1 – экскаватор, 2 – автосамосвал, 3 – направление движения транспорта

Отрывку котлована шириной 12 ... 14 м обычно осуществляют лобовой проходкой при перемещении экскаватора по зигзагу, а при большей ширине — поперечно-торцовой.

Экскаватор – драглайн применяют для разработки грунтов, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора (для рытья глубоких котлованов, широких траншей, возведения насыпей, разработки грунта из-под воду и т. п.). Преимущество драглайна — большие радиусы действия (до 10 м) и глубина копания (до 12 м). Особенно эффективно разрабатывать драглайном мягкие и плотные грунты, в том числе обводненные.

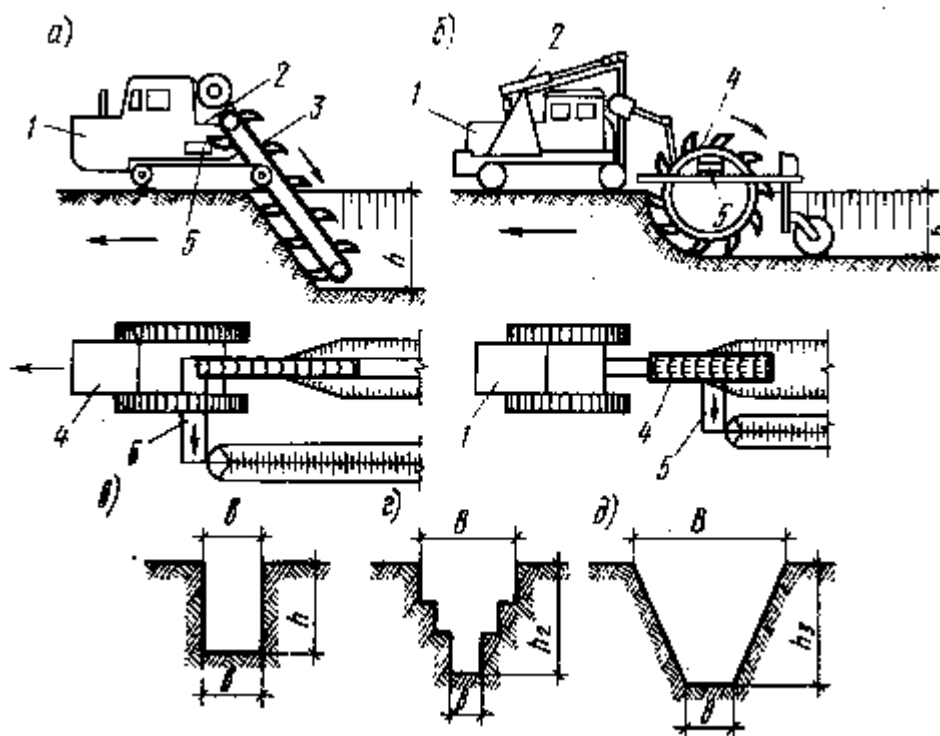
Разработку грунта драглайном осуществляют лобовыми и боковыми проходками аналогично экскаватору с обратной лопатой. Так как ковш драглайна гибко подвешен, эффективными являются челночные способы работы — поперечно-челночный и продольно-

челночный.

Экскаватор – зрейфер применяют для рытья колодцев, узких глубоких котлованов, траншей и подробных сооружений, особенно в условиях разработки грунтов ниже уровня грунтовых вод. Этими машинами отрывают котлованы и траншеи на глубину, несколько меньшую проектной, с оставлением так называемого «недобора». Слой недобора (5... 10 см) оставляют для того, чтобы избежать повреждения основания и не допускать переборов грунта. Для повышения эффективности работы экскаваторов применяют скребковый нож, насаженный на ковш экскаватора. Это приспособление позволяет механизировать операцию по зачистке дна котлованов и траншей и вести их с точностью до ± 2 см, что исключает необходимость ручных доработок.

Для разработки недобора грунта применяют также бульдозер. Бульдозер перемещает грунт к нижней бровке котлована челночным способом при рабочем ходе в одном направлении и оставляет защитный слой толщиной 4 ... 5 см, который зачищается вручную перед устройством фундаментов. Толщина стружки грунта, срезаемого бульдозером за один проход, не превышает 5 ... 6 см.

Разработку грунта экскаваторами непрерывного действия осуществляют по следующей технологии. До начала работы экскаватора поверхность земли по трассе траншеи планируют бульдозером; Ширина спланированной полосы должна быть не менее ширины гусеничного хода экскаватора. После планировочных работ и разбивки оси траншеи рытьё траншеи, как правило, начинают со стороны низких отметок продольного профиля и ведут навстречу уклону. При этом отвалы грунта, вынутого из траншеи, следует размещать с одной стороны выемки (преимущественно с нагорной) для защиты вырытой траншеи от стока поверхностных вод и выполнения последующих монтажных работ. Заданный продольный уклон траншей и глубину разработки грунта регулируют подъемом или опусканием рабочего органа экскаватора. В зависимости от физических свойств грунта и глубины копания разработка осуществляется на разных скоростях движения.



Схемы работы многоковшовых экскаваторов:

а) экскаватор с ковшовой цепью, б) роторный экскаватор, 1 – базовая машина, 2 – система управления положением рабочего органа, 3 – ковшковая цепь, 4 – ковшовый ротор, 5 – ленточный транспортер, в-г – профили траншей разрабатываемых многоковшовыми экскаваторами

6. Разработка грунта бульдозерами, скреперами.

Основные землеройно-транспортные машины — скреперы и бульдозеры, которые за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой порожняком.

Скреперы — наиболее высокопроизводительные землеройно-транспортные машины. Эксплуатационные возможности позволяют использовать их при отрывке котлованов и планировке поверхностей. В настоящее время применяют прицепные, полуприцепные и самоходные скреперы. Применение прицепных и полуприцепных скреперов наиболее эффективно при транспортировке грунта на расстояние до 1000 м, а самоходных — до 3000 м.

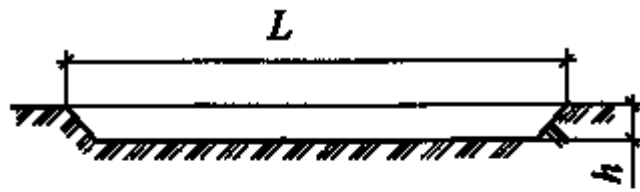
Скреперами ведут разработку, транспортировку и укладку грунтов I и II групп по трудности разработки. Более плотные грунты необходимо предварительно рыхлить.

Полный цикл работы скрепера состоит из набора грунта, движения нагруженного скрепера, разгрузки ковша и движения порожнего скрепера. Скрепер снимает ковшом стружку грунта толщиной 0,12 ... 0,35 и шириной 1,65... 2,75 м (для скреперов с объемом ковша 3... 8 м³). Толщина отсыпаемого слоя 0,35... 0,5 м. Для обеспечения равномерной толщины отсыпаемого грунта ковш разгружают только при движении скрепера.

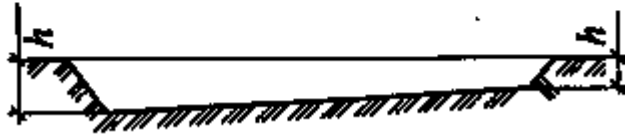
Набор грунта производят при прямолинейном движении скрепера. Для увеличения толщины стружки, сокращения времени и пути наполнения ковша применяют тракторы-толкачи, число которых зависит от типа скреперов, вместимости ковша и дальности транспортировки (1 толкач на 2... 16 скреперов). Длина пути наполнения ковша при совместной работе скрепера и толкача в

супесчаных и суглинистых грунтах сокращается до 10 12 м, в глинистых — до 15... 18 м при нормальной длине пути наполнения 22 ... 26 м; при этом толщина стружки увеличивается на 20... 25%. Трактор-толкач необходим при разработке плотных и тяжелых грунтов, когда не хватает усилия тягача скрепера при наборе грунта.

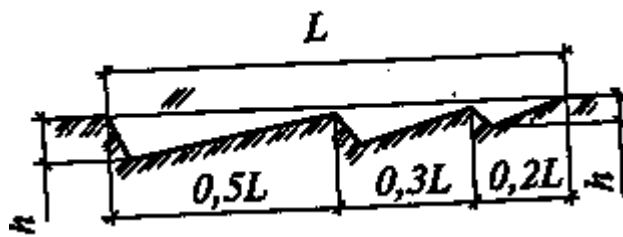
Скреперы набирают грунт (в зависимости от его вида) различными способами. Способ набора грунта постоянной толщины тонкой прямой стружкой применяют на любых связных грунтах при работе под уклон; клиновой, т. е. с переменной толщиной стружки — при разработке любых связных грунтов.



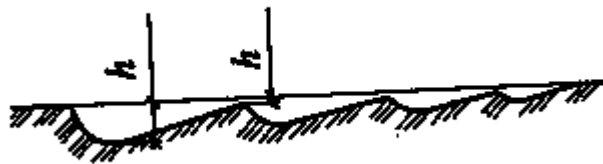
a



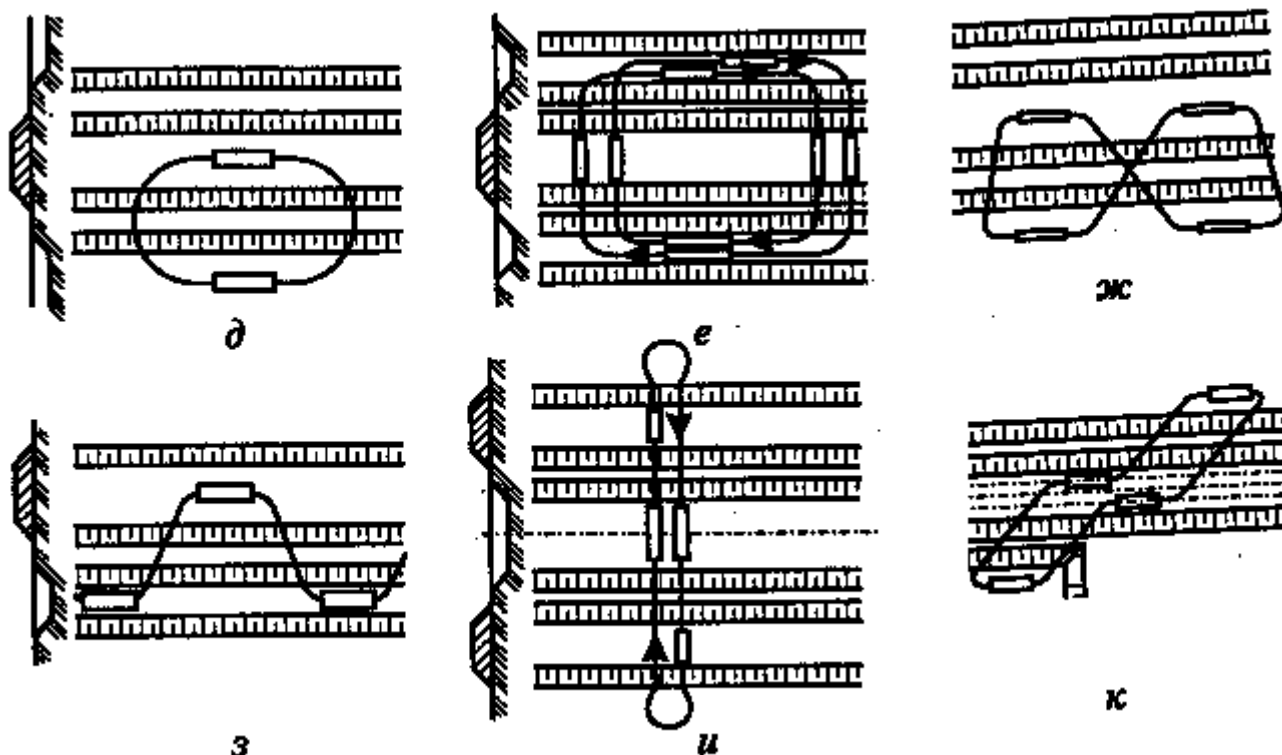
b



c



d



Схемы разработки грунта скреперами:

- а) срезание грунта постоянной толщины, б) гребенчатый способ, в) клиновой, г) клевковый способ
 д) движение скрепера по схеме эллипс, е) движение по схеме спираль, ж) по схеме восьмерка,
 з) зигзаг, и) челночно поперечная схема, к) челночно продольная схема

Бульдозеры применяют при планировке участка, засыпке пазух, устройстве насыпей и разработке неглубоких котлованов.

Бульдозеры предназначены для разработки и перемещения грунта на небольшие (не более 100 метров) расстояния.

Бульдозер представляет собой навесное оборудование в виде отвала с ножом, устанавливаемое на гусеничном тракторе. Цикл работы бульдозера складывается из операции рабочего хода, при которой производится резание и транспортировка грунта к месту отвала. И операции холостого хода при возвращении холостого хода в забой.

Разработка грунта может выполняться:

- 1) при рабочем ходе в одном направлении (при расстоянии перемещения грунта до 50 метров),
- 2) при рабочем ходе в двух направлениях (при расстоянии перемещения грунта до 100 метров),
- 3) траншейный способ применяется при разработке котлованов глубиной до двух метров. При этом способе увеличивается производительность бульдозера.

Разработка ведется траншеями шириной равной ширине ножа бульдозера. Между траншеями остается полоса неразработанного грунта шириной 80 см., которая разрабатывается в последнюю очередь.

7. Закрытые способы разработки грунта.

В обычных условиях для прокладки трубопроводов отрыгают траншею, по дну которой укладывают трубу, после чего траншею засыпают.

Иногда такой способ разработки неприемлем - например, при пересечении трассой трубопровода транспортной магистрали с интенсивным движением, которое невозможно прервать даже на относительно короткий срок. В таких случаях применяют закрытые способы разработки грунта.

- 1.) **щитовая проходка**. В грунт с помощью домкратов врезают щит, представляющий собой кольцевую конструкцию, открытую с двух сторон. Грунт в головной части щита обрамленной ее режущим краем разрабатывается вручную или с помощью отбойных молотков. Разработанный грунт удаляют на вагонетках или ленточным конвейером.
Со второй стороны щит упирается в край обделки туннеля. Обделку собирают из отдельных сегментных блоков – тубингов. При продвижении щита вперед снаружи тубинговой обделки образуется полость (за счет обоймы щита), которая заполняется цементно-песчаным раствором (упрочняется окружающий грунт).
- 2.) **способ продавливания** (для труб диаметром до 1400мм). Основан на последовательном вдавливании в грунт звеньев труб со сваркой, разработкой грунта внутри трубы и удалении его через трубу с помощью шнековой (винтовой) установки.
- 3.) **способ прокола** (для труб диаметром до 500мм.). Основан на образовании отверстий за счет уплотнения грунта при вдавливании в него трубы с коническим наконечником. Для вдавливания используется гидравлический домкрат.
В котловане вдавливают в грунт трубу на величину хода штока, затем после возвращения штока в начальное положение вводят на их место нажимной патрубков (шомпол), а процесс повторяют. После окончания вдавливания первого звена трубы на полную длину шомпол убирают, а в котлован опускают следующее звено, соединяют его с предыдущим и сваривают их.
- 4.) **горизонтальное бурение** с применением трубы с режущей коронкой увеличенного диаметра. Грунт из трубы удаляется как при способе продавливания.
- 5.) **гидромеханический способ** – путем подмыва грунта внутри трубы струей воды и последующей откачки пульпы насосом.
Трубы чаще всего выполняют роль футляра.

8. Производство земляных работ в зимнее время.

При замерзании грунта, его механическая прочность возрастает, и затраты на его разработку увеличиваются. В то же время грунт можно разрабатывать без откосов, нет необходимости в водоотливе.

Разрабатываемый мерзлый грунт состоит из отдельных комьев, образует много пустот и плохо поддается уплотнению, поэтому не рекомендуется его применять для устройства насыпей.

Земляные работы зимой осуществляются тремя методами:

- 1) предварительная подготовка с последующей разработкой обычными методами,
- 2) мерзлые грунты нарезают предварительно на блоки
- 3) разработка без предварительной подготовки.

Предварительная подготовка:

- 1) **предохранение грунта от промерзания** (глубокая вспашка с последующим боронованием).

- 2) **Утепление грунтов** с помощью листьев, опилок, соломы. Толщина слоя 20..40см (предохраняет до середины февраля).
- 3) **Снегозадержание**
- 4) **Засоление грунтов** – песчаный грунт закрепляется на территории подземных коммуникаций.
- 5) **Оттаивание (прогрев)**

Оттаивание происходит за счет теплового воздействия и характеризуется значительной трудоемкостью и, энергетическими затратами. Применяется в редких случаях, когда другие методы недопустимы или неприемлемы - вблизи действующих коммуникаций и кабелей, в стесненных условиях, при аварийных и ремонтных работах.

Способы оттаивания классифицируются по направлению распространения теплоты в грунте и по применяемому теплоносителю (сжигание топлива, пар, горячая вода, электричество). По направлению оттаивания все способы делятся на три группы.

Оттаивание грунта сверху вниз. Теплота распространяется в вертикальном направлении от дневной поверхности вглубь грунта. Способ наиболее прост, практически не требует подготовительных работ, наиболее часто применим на практике, хотя с точки зрения экономного расхода энергии наиболее несовершенен, так как источник теплоты размещается в зоне холодного воздуха, поэтому неизбежны значительные потери энергии в окружающее пространство.

Оттаивание грунта снизу вверх. Теплота распространяется от нижней границы мерзлого грунта к дневной поверхности. Способ наиболее экономичный, так как оттаивание происходит под защитой мерзлой корки грунта и теплотери в пространство практически исключены. Потребная тепловая энергия может быть частично сэкономлена за счет оставления верхней корки грунта в промерзшем состоянии. Она имеет наиболее низкую температуру, поэтому требует больших затрат энергии на оттаивание. Но этот тонкий слой грунта в 10... 15 см будет беспрепятственно разработан экскаватором, для этого вполне хватит мощности машины. Главный недостаток этого способа в необходимости выполнения трудоемких подготовительных операций, что ограничивает область его применения.

Радиальное оттаивание грунта занимает промежуточное положение между двумя предыдущими способами по расходу тепловой энергии. Теплота распространяется в грунте радиально от вертикально установленных прогревных элементов, но для того, чтобы их установить и подключить к работе требуются значительные подготовительные работы. Для выполнения оттаивания грунта по любому из этих трех способов необходимо участок предварительно очистить от снега, чтобы не тратить тепловую энергию на его оттаивание и недопустимо переувлажнять грунт.

В зависимости от применяемого теплоносителя существует несколько методов 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. При необходимости можно снова расжечь костер или разработать талый грунт и на дне ямы развести костер. Применяют способ крайне редко, так как только незначительная часть тепловой энергии расходуется продуктивно.

Огневым способом применим для отрывки небольших траншей, используется звеньевая конструкция (рис. 3.1) 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 с 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. Сверху короба желателен утеплитель, часто утеплителем используют талый грунт. После смены агрегат убирают, полосу оттаявшего грунта засыпают опилками, дальнейшее оттаивание продолжается за счет аккумулированного в грунте тепла.

Электропрогрев. Сущность данного метода состоит в пропускании электрического тока через грунт, в результате чего он приобретает положительную температуру. Используют горизонтальные и вертикальные электроды в виде стержней или полосовой стали. Для первоначального движения электрического тока между стержнями необходимо создать токопроводящую среду. Такой средой может быть талый грунт, если электроды

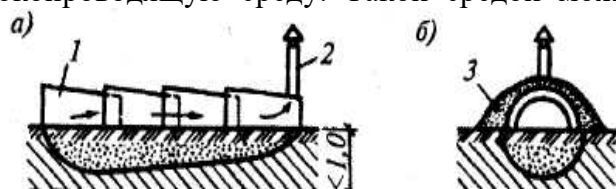


Рис. 3.1. Установка для оттаивания грунта жидким топливом:
а - общий вид; *б* - схема утепления короба;
 1 - камера сгорания; 2 - вытяжная труба; 3 - утеплитель (обсыпка талым грунтом)

забить в грунт до талого грунта, или на поверхности грунта, очищенного от снега, насыпать слой опилок толщиной 15...20 см, смоченных солевым раствором с концентрацией 0,2...0,5%. Вначале смоченные опилки являются токопроводящим элементом. Под воздействием теплоты, генерируемой в слое опилок, верхний слой грунта нагревается, оттаивает и сам становится проводником тока от одного элект-

рода к другому. Под воздействием теплоты происходит оттаивание нижележащих слоев грунта. В последующем распространение тепловой энергии осуществляется в основном в толще грунта, опилочный слой только защищает обогреваемый участок от потерь теплоты в атмосферу, для чего слой опилок целесообразно накрыть рулонными материалами или щитами. Этот способ достаточно эффективен при глубине промерзания или оттаивания грунта до 0,7 м. Расход электроэнергии на отопление 1 м³ грунта колеблется в пределах 150...300 кВт.ч, температура нагретых опилок не превышает 80...90°C.

Оттаивание грунта полосовыми электродами, укладываемыми на поверхность грунта, очищенной от снега и мусора, по возможности выровненной. Концы полосового железа отгибают кверху на 15...20 см для подключения к электропроводам. Поверхность обогреваемого участка покрывают слоем опилок толщиной 15...20 см, смоченных раствором хлористого натрия или кальция консистенции 0,2...0,5%. Так как грунт в замороженном состоянии не является проводником, то на первой стадии ток движется по смоченным раствором опилкам. Далее нагревается верхний слой грунта и оттаявшая вода начинает проводить электрический ток, процесс со временем идет вглубь грунта, опилки начинают выполнять роль теплозащиты обогреваемого участка от теплопотерь в атмосферу. Опилки сверху обычно покрывают толем, пергамином, щитами, другими защитными материалами. Способ применим при глубине отогрева до 0,6...0,7 м, так как при больших глубинах напряжение падает, грунты менее интенсивно включаются в работу, значительно медленнее нагреваются. К тому же они достаточно пропитаны с осени водой, которая требует больше энергии для перехода в талое состояние. Расход энергии колеблется в пределах 50...85 кВт.ч на 1 м³ грунта.

Оттаивание грунта стержневыми электродами (рис. 3.2). Данный метод осуществляют сверху вниз, снизу вверх и комбинированным способами. При оттаивании грунта вертикальными электродами стержни из арматурного железа с заостренным нижним концом забиваются в грунт в шахматном порядке, обычно используя рамку 4x4 м с крестообразно натянутыми проволоками; расстояние между электродами оказывается в пределах 0,5...0,8 м.

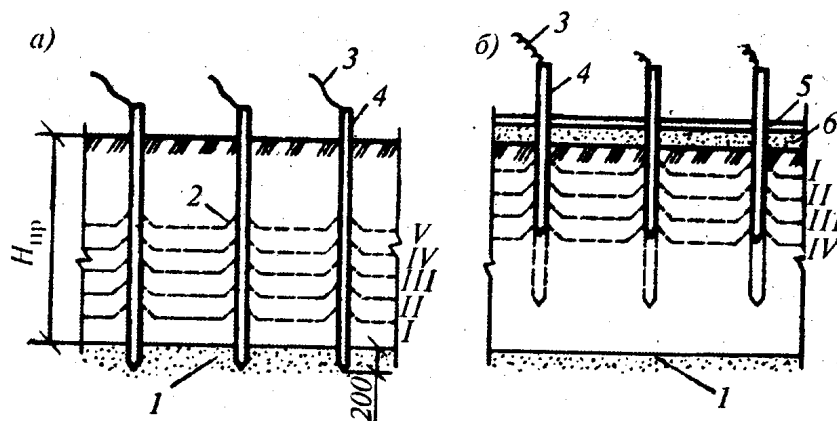


Рис. 3.2. Оттаивание грунта глубинными электродами:
 а - снизу вверх; б - сверху вниз; 1 - талый грунт; 2 - мерзлый грунт; 3 - электрический провод; 4 - электрод; 5 - слой гидроизоляционного материала; 6 - слой опилок; I-IV - слои оттаивания

При *прогреве сверху вниз* предварительно очищают от снега и наледи поверхность, стержни забивают в грунт на 20...25 см, укладывают слой опилок, пропитанных раствором солей. По мере прогрева грунта электроды забивают глубже в грунт. Оптимальной будет глубина прогрева в пределах 0,7...1,5 м. Продолжительность оттаивания грунта воздействием электрического тока примерно 1,5...2,0 сут, после этого увеличение глубины оттаивания будет происходить за счет аккумулированной теплоты еще в течение 1...2 сут. Расстояние между электродами 40...80 см, расход энергии по сравнению с полосовыми электродами сокращается на 15...20% и составляет 40...75 кВт • ч на 1 м³ грунта.

При *прогреве снизу вверх* пробуривают скважины и вставляют электроды на глубину, превышающую глубину промерзшего грунта на 15...20 см. Ток между электродами идет по талому грунту ниже уровня промерзания, при нагреве грунт отогревает вышележащие слои, которые также включаются в работу. При этом методе применять слой опилок не требуется. Расход энергии составляет 15...40 кВт • ч на 1 м³ грунта.

Третий, *комбинированный способ*, будет иметь место при заглублении электродов в подстилающий талый грунт и устройстве на дневной поверхности опилочной засыпки, пропитанной соевым раствором. Электрическая цепь замкнется наверху и внизу, оттаивание грунта будет происходить сверху вниз и снизу вверх одновременно. Так как трудоемкость подготовительных работ при этом способе самая высокая, то его применение может быть оправдано лишь в исключительных случаях, когда требуется ускоренное оттаивание грунта.

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. Расстояние между электродами может быть увеличено до 1,2 м, т. е. сокращено их количество почти в два раза. Процесс оттаивания грунта протекает относительно быстро. Ограниченное использование способа связано с недостаточным выпуском генераторов токов высокой частоты.

Одним из методов, которые в настоящее время утратили свою эффективность и вытеснены более современными, является *оттаивание грунта паровыми или водяными иглами*. Для этого необходимо наличие источников горячей воды и пара, при малой, до 0,8 м глубине промерзания грунта. Паровые иглы представляют собой металлическую трубу длиной до 2 м и диаметром 25...50 мм. На нижнюю часть трубы насажен наконечник с отверстиями диаметром 2...3 мм. Иглы соединяют с паропроводом гибкими резиновыми шлангами при наличии на них кранов. Иглы заглубляют в скважины, предварительно пробуриваемые на глубину, приблизительно равную 70% глубины оттаивания. Скважины закрывают защитными колпаками, снабженные сальниками для пропуска паровой иглы. Пар подают под давлением 0,06...0,07 МПа. После установки аккумулярованных колпаков прогреваемую поверхность покрывают слоем термоизоляционного материала, чаще всего опилок. Иглы располагают в шахматном порядке с расстоянием между центрами 1...1,5 м. Расход пара на 1 м³ грунта составляет 50...100 кг. За счет выделения паром в грунте скрытой теплоты парообразования прогрев грунта проходит особенно интенсивно. Этот метод

требует расхода тепловой энергии примерно в 2 раза больше, чем метод вертикальных электродов.

Оттаивание грунта теплоэлектронагревателями. Данный метод основан на передаче теплоты мерзлому грунту контактным способом. В качестве основных технических средств применяются электроматы, изготавливаемые из специального теплопроводящего материала, через который пропускают электрический ток. Прямоугольные маты, размеры которых могут закрывать поверхность от 4...8 м², укладываются на оттаиваемый участок и подсоединяются к источнику электричества напряжением 220 В. При этом образующееся тепло эффективно распространяется сверху вниз в толщу мерзлого грунта, что приводит к его оттаиванию. Время, необходимое для оттаивания, зависит от температуры окружающего воздуха и от глубины промерзания грунта и в среднем составляет 15-20 ч.

Разработка без предварительного рыхления.

Разработка (без предварительного рыхления) может осуществляться двумя методами - блочным и механическим.

Блочный метод разработки применим для больших площадей и основан на том, что монолитность мерзлого грунта нарушается за счет разрезки его на блоки. С помощью навесного оборудования на тракторе - баровой машины грунт разрезают при взаимно-перпендикулярных проходках на блоки шириной 0,6... 1,0 м (рис.3.6.). При малой глубине промерзания (до 0,6 м) достаточно сделать только продольные разрезы.

Баровые машины, осуществляющие нарезку щелей, имеют одну, две или три врубные цепи, навешенные на тракторы или траншейные экскаваторы. Баровые машины позволяют прорезать в мерзлом грунте щели глубиной 1,2...2,5 м. Используют стальные зубья с режущей кромкой из прочного сплава, что продлевает срок их службы, а при износе или истирании позволяет быстро их заменить. Расстояние между барами принимается в зависимости от грунта через 60... 100 см. Разработку производят экскаваторами «обратная лопата» с ковшом большой вместимости или глыбы грунта волоком перемещают с разрабатываемой площадки в отвал бульдозерами или тракторами.

Механический метод основан на силовом, а чаще в сочетании с ударным или вибрационным воздействии на массив мерзлого грунта. Реализуется метод применением обычных землеройных и землеройно-транспортных машин и машин со специально разработанными для зимних условий рабочими органами.

Контроль качества земляных работ

Процессы возведения земляных сооружений систематически контролируют, проверяя:

- положение выемок и насыпей в пространстве (в плане и высотное);
- геометрические размеры земляных сооружений;
- свойства грунтов, залегающих в основании сооружений;
- свойства грунтов, используемых для устройства насыпных сооружений;
- качество укладки грунта в насыпи и обратные засыпки (характеристики уложенных и уплотненных грунтов).

Постоянный контроль за качеством производства работ осуществляют инженерно-технические работники, операционный контроль производят с привлечением представителей геодезической службы и строительной лаборатории.

При контроле положения в пространстве и размеров сооружений проверяют: расположение на плане земляных сооружений и их размеры; отметки бровок и дна выемок; отметки верха насыпей с учетом запаса на осадку; отметки спланированных поверхностей, уклоны откосов выемок и насыпей. Данный контроль осуществляют с помощью геодезических приборов, а также простейших инструкций.

