

эффективной загрузки ковшей. Какие уклоны могут преодолевать скреперы в режиме транспортировки грунта?

4. Как определяют техническую и эксплуатационную производительность скрепера?

5. Для чего предназначены бульдозеры? Какие виды работ они могут выполнять? Приведите классификацию бульдозеров.

6. Как устроен и как работает бульдозер с неповоротным в плане отвалом? Какими способами разрабатывают грунт бульдозером? Для чего в качестве одного из рабочих органов бульдозера-рыхлителя используют рыхлительное оборудование? Какими сменными рабочими органами оборудуют бульдозеры?

7. Какими мерами снижают потери грунта при его транспортировании бульдозерами?

8. Как определяют техническую производительность бульдозеров, послойно разрабатывающих грунт?

9. Как устроен и как работает бульдозер с поворотным в плане отвалом? Как определяют техническую производительность бульдозера, занятого на планировке земляных поверхностей? При каких условиях челночная схема работы бульдозера производительней работы с разворотами на концах захватки?

10. Для чего предназначены автогрейдеры? Какие виды работ они могут выполнять? Приведите классификацию автогрейдеров. Какова структура колесной формулы этих машин? Автогрейдеры с какой колесной формулой наиболее всего распространены в строительстве?

11. Как устроен и как работает автогрейдер? Охарактеризуйте возможные установочные положения отвала автогрейдера. Для чего передние колеса имеют возможность наклоняться в вертикальной плоскости? Чем обеспечивается опирание всех колес машины на поверхность передвижения? Каким образом обеспечиваются лучшие планировочные качества автогрейдеров по сравнению с бульдозерами, работающими в режиме планировки земляных поверхностей? Назовите технологические схемы движения автогрейдеров. При каких условиях они реализуются?.

## **Глава 12. Бурильные машины.**

### **12.1. Способы бурения. Буровой инструмент.**

*Бурение* — это процесс разрушения грунта с образованием в грунтовом массиве цилиндрических полостей и выносом из них продуктов разрушения на поверхность. При диаметре до 75 мм и глубине до 9 м полости называют *шпурами*, при больших размерах — *скважинами*. В строительстве бурение осуществляют для проведения инженерно-геологических изысканий, при разработке фунтов взрывом, при водоснабжении и водопонижении, для установки столбов, дорожных знаков и надолб, устройства буронабивных свай и т.п.

Различают *механические* и *физические* способы бурения.

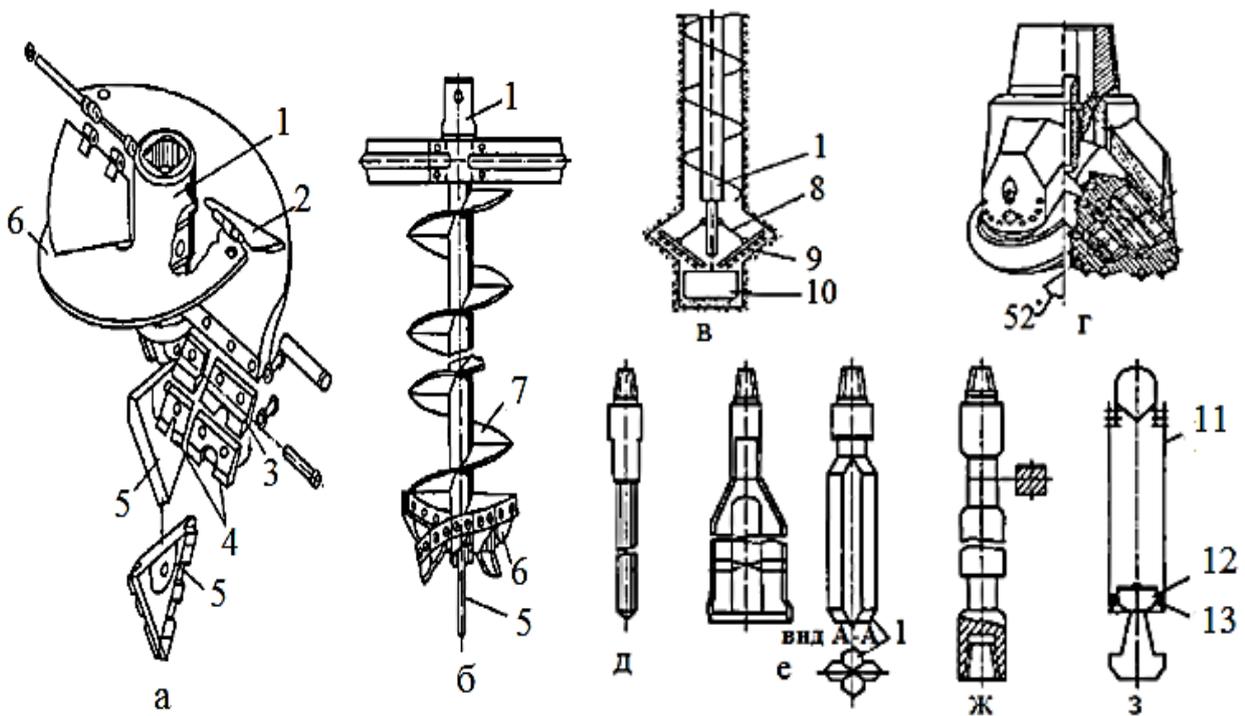
В большинстве бурильных машин и оборудования реализованы механические способы бурения с *вращательно-поступательным*, *ударно-вращательными* ударными движениями рабочего инструмента. В качестве рабочих органов для механического бурения применяют лопастные, шнековые и ковшовые буры, *буры-расширители*, *трехшарошечные* и *ударные долота* (рис. 12.1).

**Лопастной бур** (см. рис. 12.1, а) состоит из трубчатого остова 1 с двумя копающими лопастями в виде двухзаходного винта, забурника 5 и заслонок 2. Забурник направляет и удерживает бур на оси бурения. Заслонки, шарнирно прикрепленные к лопастям, препятствуют просыпанию грунта при его извлечении из скважины. Бур крепят к нижнему концу граненой штанги. Для работы в мерзлых грунтах лопасти и забурник оснащают резами, армированными твердосплавными пластинками 4.

**У шнекового бура** (см. рис. 12.1, б) остов длиннее, чем у лопастного. К нему приварена спираль 7 из полосовой стали, образующая шнек. В нижней части остова закреплены копающие лопасти 6 и забурник 5.

Лопастной и шнековой буры разгружают после их извлечения из скважины вращением с повышенной скоростью, вследствие чего находящиеся на их лопастях и шнековой спирали продукты бурения рассыпаются в стороны за счет центробежных сил.

**Ковшовый бур** представляет собой полый цилиндр с откидным дном и ножами в его нижнем торце. Срезаемый ножами грунт заполняет внутреннюю полость бура через окна в его днище. После заполнения его извлекают из скважины и разгружают через открытое днище.



**Рис. 12.1. Буровой инструмент:** а - лопастной бур; б - шнековый бур; в - шнековый бур - расширитель; г - трехшарошечное долото; д - зубильное долото; е - крестовое долото; ж - ударная штанга; з - желонка.

**Буром-расширителем** (см. рис. 12.1, в), закрепляемым на буровой штанге 1 в ее нижней части, расширяют полость скважины под пяту сваи. При вращении штанги ножи 9 с рычагами 8 опускаются под действием собственного веса и срезают грунт, который сыпается в ковш 10. Разгружают ковш, как описано выше. Качество зачистки забоя скважины влияет на несущую способность буронабивной сваи, поэтому разрыхленный грунт в забое уплотняют специальными трамбовками.

**Шарошечное долото** (см. рис. 12.1, г) состоит из трех сваренных между собой лап, на концах которых на подшипниках качения установлены шарошки с углом наклона осей к центральной оси долота 50...60°. Шарошка представляет собой корпус из ковanej стали с запрессованными в его тело твердосплавными зубками. При вращении штанги шарошки вращаются вокруг своих осей и относительно оси долота. Через пустотелую штангу и отверстия в корпусе долота и шарошках подают сжатый воздух от компрессорной установки для выноса на поверхность буровой мелочи.

Продукты бурения удаляют из скважины специальными инструментами, промывкой скважины водой, а также продувкой. В случае

промывки или продувки для работы в комплекте с буровой машиной применяют насосную или компрессорную установку, что повышает стоимость буровых работ. Для промывки скважины требуется большое количество воды, в связи с чем этот способ применяют, в основном, при работе вблизи водоемов. При этом, во избежание загрязнения рабочей площадки и создания обслуживающему персоналу нормальных рабочих условий, требуется принять меры по отводу от устья скважины водогрунтовой смеси. При продувке скважины воздухом в рабочей зоне бурильной машины образуется пылевое облако с большим содержанием абразивных частиц, вредно влияющих на организм человека и способствующих быстрому абразивному износу шарниров машины, элементов ее гидропривода и других кинематических пар. Для защиты от вредного воздействия пыли требуется принимать специальные меры, включая индивидуальную защиту, например *респираторы*. Очищать скважину от буровой мелочи продувкой допустимо лишь в случаях, когда невозможно использовать другие способы.

К физическим способам бурения относятся термический, ультразвуковой, электрогидравлический, высокочастотный и гидравлический. Из них практическое применение нашел лишь термический способ, реализованный в станках термического бурения. Остальные способы бурения находятся в стадии теоретических и экспериментальных разработок.

Бурильные машины с вращательно-поступательным движением бурового инструмента изготавливают на базе грузовых автомобилей, гусеничных и пневмоколесных тракторов. Кроме того, буровое оборудование монтируют в качестве сменного рабочего оборудования на одноковшовых гидравлических экскаваторах, малогабаритных погрузчиках с бортовым поворотом и других машинах.

Главным параметром бурильной машины является *глубина бурения*, по которой различают машины *легкие*, *средние* и *тяжелые* с глубиной бурения соответственно до 5, 20 и свыше 20 м.

***Бурильно-крановые машины.*** Эти машины классифицируют по следующим основным признакам: по типу базовой машины на автомобильные и тракторные; по принципу действия бурильного оборудования – циклического и непрерывного действия; по типу привода бурильного и кранового оборудования с механическим, гидравлическим и смешанным (гидромеханическим) приводом; по виду исполнения бурильно-кранового оборудования – совмещенное

(бурильное и крановое оборудование смонтированы на одной мачте) и раздельное (бурильное оборудование смонтировано на мачте, крановое на стреле); по возможности поворота рабочего оборудования в плане неповоротные и поворотные; по расположению рабочего оборудования на базовом шасси с задним и боковым расположением у неповоротных машин, на поворотной платформе у поворотных. Главный параметр бурильно-крановых машин – максимальная глубина разбуриваемой скважины (в м). К основным параметрам относятся: диаметр бурения (скважины), угол бурения (угол наклона оси скважины к горизонту), грузоподъемность кранового оборудования.

**Неповоротная бурильно-крановые машины** применяют для бурения скважин в однородных грунтах. Рабочее оборудование такой машины (рис. 12.2) на базе грузового автомобиля, состоящее из полой бурильной штанги 3 с гидроцилиндром внутри нее, вращателя 5, приводимого через механическую трансмиссию от двигателя базового автомобиля или от индивидуального гидромотора, граненой штанги 6, рабочего инструмента лопастного 7 или шнекового бура, располагают сзади базового автомобиля 1, закрепляя его шарнирно на раме последнего. Рабочее оборудование из транспортного положения в рабочее и наоборот переводят гидравлическим цилиндром 2.

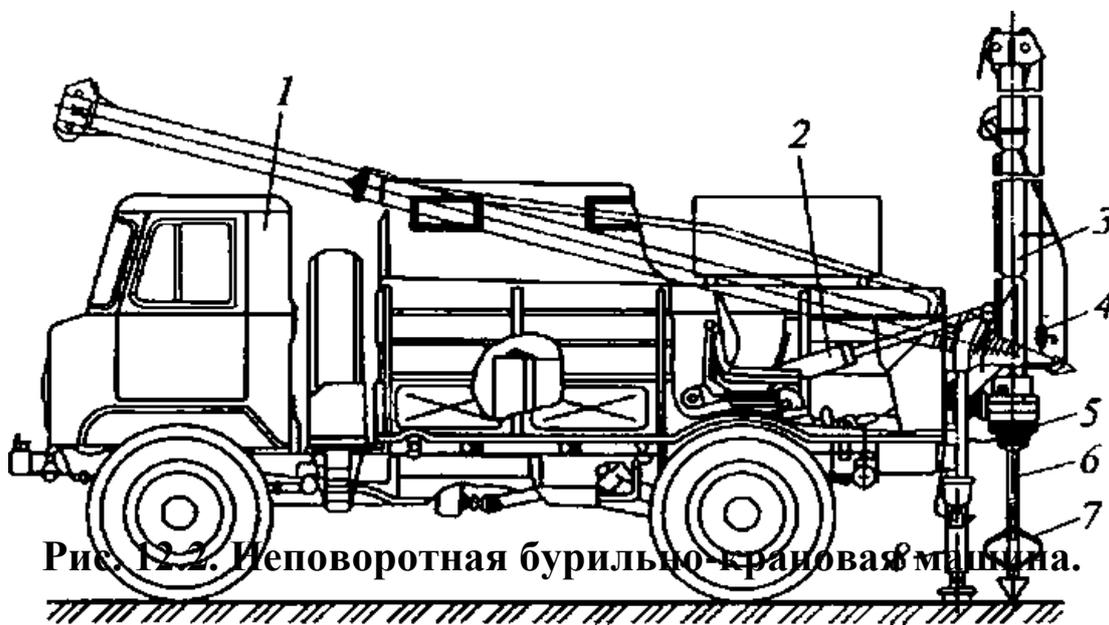


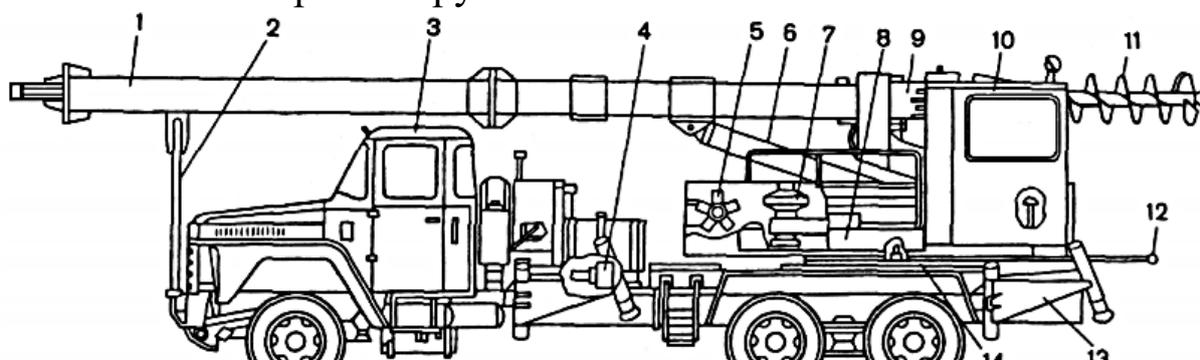
Рис. 12.2. Неповоротная бурильно-крановая машина.

Для бурения скважины машину устанавливают на выносные опоры 8, гидравлическим цилиндром, находящимся внутри полой штанги, опускают бур на поверхность земли и включают вращатель. По мере заглубления бура в грунт и накопления на его лопастях (в случае лопастного бура) или на спирали шнека (при шнековом буре)

разработанного грунта бур извлекают из скважины и на повышенной скорости вращения освобождают его от продуктов разрушения, после чего бур снова опускают в скважину и повторяют процесс бурения до достижения требуемой глубины.

Для установки столбов в пробуренные скважины легкие буровые машины оборудуют, кроме того, грузовой лебедкой с канатом, огибающим блоки на голове штанги и оканчивающимся крюковой подвеской 4.

Бурильно-крановая машина с поворотным в плане рабочим оборудованием (рис. 12.3) смонтирована на шасси автомобиля 3 и предназначена для бурения скважин диаметром 0,63 м на глубину до 15 м в талых и мерзлых грунтах.

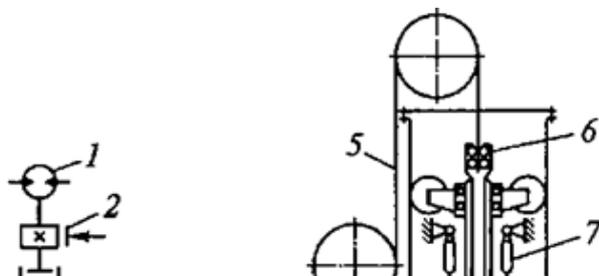


**Рис. 12.3** Поворотная бурильно-крановая машина.

На раме базовой машины 3 смонтированы насосная станция 4, опорная стойка 2 мачты 1 выносные опоры 13, снабженные опорными гидродомкратами и гидроцилиндрами поворота опоры, на которые машина опирается при бурении. На поворотной платформе 8 с роликовым опорноповоротным устройством 14 размещены бурильно-крановое оборудование, лебедка 5 спуско-подъемного механизма, гидравлический механизм 6 подъема-опускания мачты, механизм 7 поворота платформы, указатель 12 центра скважины и кабина 10 машиниста. Поворотное в плане рабочее оборудование обеспечивает быструю наводку оборудования на точку бурения и возможность бурения нескольких скважин с одной позиции машины, что существенно повышает ее производительность. Буровое оборудование машины включает шарнирно закрепленную на поворотной платформе мачту 1, на которой смонтированы вращатель 9, штанга со сменным буровым инструментом – шнековым буром 11 и гидравлический механизм подачи бурового инструмента на забой и извлечения его из скважины. Телескопическая штанга 9, на нижнем конце которой крепится сменный шнековый бур 10, пропущена через вращатель и

шарнирно соединена с вертлюгом 5. Она служит для направленного перемещения штанги. Вертлюг подвешен на канате, сходящем с барабана 3 лебедки. Вращатель обеспечивает вращение штанги от двух гидромоторов 11 через двухскоростной одноступенчатый редуктор 8. Принудительная подача бурового инструмента в забой производится гидравлическим механизмом зажима и подачи штанги, основным узлом которого является патрон 7, подвешенный к штокам двух гидроцилиндров 6. В процессе бурения патрон зажимает штангу, а гидроцилиндры подают ее в забой. Скорости подачи и вращения бура меняются с помощью гидравлического привода бесступенчато в зависимости от физикомеханических свойств разрабатываемого грунта. Подъем и опускание штанги с буровым инструментом при бурении скважин и выемке грунта обеспечиваются однобарабанной лебедкой, привод барабана 3 которой осуществляется от высокомоментного гидромотора 1 через одноступенчатый планетарный редуктор 4. Лебедка оснащена ленточным тормозом 2.

Обычно вращатель 10 (рис. 12.4) приводится в движение двумя гидромоторами 14 и 15, один из которых — 14 — через зубчатую пару 12 обеспечивает вращение буровой штанги 11 на рабочей скорости, а второй — 15 — через зубчатую пару 9 — вращение на повышенной скорости для освобождения от продуктов бурения вынуженного из скважины шнекового бура 13. В связи с необходимостью обеспечения значительного по длине хода буровой штанги прежняя схема напорного механизма оказывается непригодной. Для этого используют два гидроцилиндра 7, установленные симметрично по обе стороны буровой штанги, и работающие перехватом через четырехкулачковый патрон 8, который охватывает штангу и зажимает ее своими кулачками. В таком положении соединенные штоками с патроном гидроцилиндры опускают буровую штангу до исчерпания полного хода их поршней, после чего кулачки разжимаются, гидроцилиндры поднимают патрон вверх, где его устанавливают на штанге на новом месте. Гидроцилиндры используют только для напорного движения, а для подъема штанги служит лебедка с барабаном 3, приводимым во вращение гидромотором 1 через встроенный в барабан планетарный редуктор 4. Второй конец навиваемого на барабан каната 5 закреплен на вертлюге 6 в верхней части буровой штанги. В поднятом положении штанга удерживается тормозом 2.



**Рис 12.4. Кинематическая схема  
бурильно-кранового оборудования  
бурильной машины среднего типа на  
базе автомобиля.**

Особенность работы с *ковшовым буром* заключается в его отличной от прежней разгрузке. Для выполнения этой операции бур необходимо отводить в сторону от скважины. С этой целью буровое оборудование устанавливают на поворотной части машины, в частности, на гидравлическом экскаваторе (рис. 12.5).

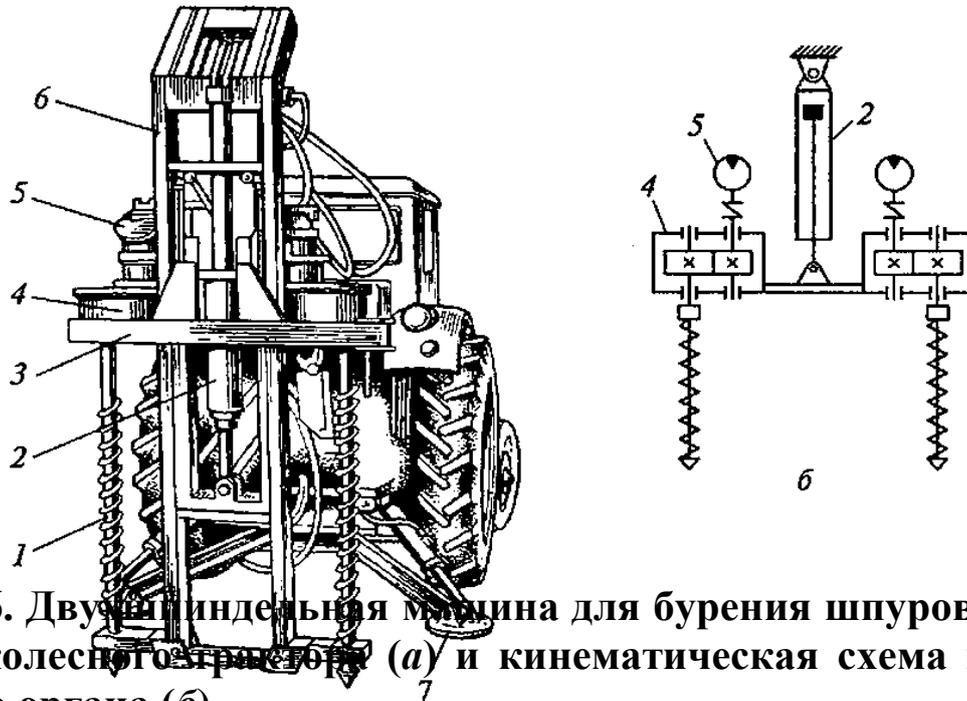
**Рис. 12.5. Бурильная машина тяжелого  
типа на базе одноковшового  
экскаватора:**

1- мачта; 2- телескопическая штанга; 3 - гидроцилиндр подачи; 4 - вращатель; 5- ковшовый бур; 6- механизм погружения и извлечения обсадных труб; 7- лебедка.



Рабочим органом *машин для бурения шпуров* при разработке прочных грунтов взрывом служит одна или две буровые штанги 1 (рис. 12.6) с резцами или шарошечными долотами на конце. Соответственно различают *одно-и двухшпиндельные* буровые машины. Верхними гранеными концами штанги входят в полые цапфы ведомых колес редукторов-вращателей 4и заклиниваются в них, образуя неподвижное соединение. Нижние концы штанг проходят через направляющие отверстия в нижней части рамы 6. Редукторы вместе с

приводными гидродвигателями 5 располагают на подвижной каретке 3, перемещаемой гидроцилиндром 2в направляющих рамы 6. Последняя с помощью гидроцилиндров может быть установлена в вертикальное или наклонное рабочее положение либо уложена вдоль базового трактора в транспортное положение. В случае применения пневмоколесного базового трактора для обеспечения устойчивой работы машины ее устанавливают на выносные опоры 7.



**Рис. 12.6. Двухстолбчатая машина для бурения шпуров на базе пневмоколесного трактора (а) и кинематическая схема привода рабочего органа (б).**

Для бурения шпуров машину устанавливают в рабочее положение, опускают подвижную каретку до касания бурами земли и одновременным вращением штанг и их осевым перемещением разрабатывают скважины. Продукты бурения выносятся на поверхность сжатым воздухом от передвижного компрессора или спиральной лентой по длине буровых штанг. При необходимости штангу периодически поднимают над поверхностью земли и вращением освобождают от продуктов бурения.



## **Рис 12.7. Мобильные буровые установки марки ЛБУ-50, УГБ-001 и УСГ-002 «Атлант»**

### **Контрольные вопросы.**

1. Для чего в строительстве применяют бурение грунтов?
2. Перечислите способы бурения и виды бурового инструмента.
3. Какие машины служат базовыми бурильных машин и назовите главный параметр бурильных машин.
4. Как работают бурильно-крановые машины на базе грузовых автомобилей, в том числе большие-фузных? Каким рабочим инструментом их оснащают? Какие базовые машины используют для работы с ковшовым буром?
5. Как устроена и как работает машина для бурения шпуров?

## **Глава 13. Машины для разработки прочных и мерзлых грунтов.**

### **13.1. Общие сведения о машинах и оборудовании для разработки прочных и мерзлых грунтов.**

Мерзлые и прочные грунты по сравнению с немерзлыми (талыми) характеризуются значительно большим сопротивлением разрушению (в 15...20 раз) и абразивностью (в 100...150 раз), трудоемкостью и стоимостью разработки. Производительность землеройных и землеройно-транспортных машин при разработке мерзлых грунтов резко снижается. При небольших объемах работ, например при выполнении ремонтов, применяют оттаивание, которое может выполняться различными способами.

Для разрушения прочных и мерзлых грунтов с промерзанием на глубину до 0,5...0,7 м применяют специальные снаряды в виде *шар-молотов* (рис. 13.1, *а*) массой 500 кг и более и *клин-молотов* (рис. 13.1, *б* и *в*) массой 2000...3000 кг, подвешиваемые на канатах грузовых лебедок гусеничных кранов и экскаваторов с крановым оборудованием. Снаряд поднимают лебедкой на высоту 6...8 м и сбрасывают его на разрабатываемый грунт. Известны также специальные машины на базе гусеничного трактора, в которых вертикально перемещающийся снаряд движется в трубе.