


# Лекции №3-4

The background image shows two yellow Volvo excavators at a construction site. One excavator in the foreground is positioned on a dirt path, with its arm extended towards a large pile of reddish-brown earth. Another excavator is visible in the background, also working on the site. The terrain is hilly and covered with green vegetation. The text 'ТЕХНОЛОГИЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ' is overlaid in the bottom right corner.

**ТЕХНОЛОГИЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**



В строительном производстве процессы, связанные с разработкой, перемещением и укладкой грунта, называют **земляными работами**.

В результате выполнения земляных работ создаются **земляные сооружения**, которые могут быть классифицированы по ряду признаков.

**По их расположению** относительно поверхности земли различают: **выемки** - углубления, образуемые разработкой грунта ниже уровня поверхности земли: **насыпи** - возвышения на поверхности земли, образующиеся при отсыпке ранее разработанного грунта.

**По назначению и длительности эксплуатации** земляные сооружения могут быть постоянными и временными.

Временную выемку, имеющую ширину до 3 м и длину, значительно превышающую ширину (более чем в 10 раз), называют **траншеей**. Выемку, длина которой равна ее ширине или не превышает ее десятикратной величины, называют **котлованом**. Котлованы и траншеи имеют дно и боковые поверхности в виде откосов или вертикальных стенок. Временные выемки, закрытые с поверхности и устраиваемые для сооружения тоннелей и других целей, называют **подземными выработками**.

После устройства подземных сооружений и частей зданий грунт из отвала укладывают в так называемые **пазухи** - пространства между боковой поверхностью сооружения и откосом котлована или траншеи. Если отсыпка грунта из отвала используется для полного закрытия подземного сооружения или коммуникации, ее называют **обратной засыпкой**.

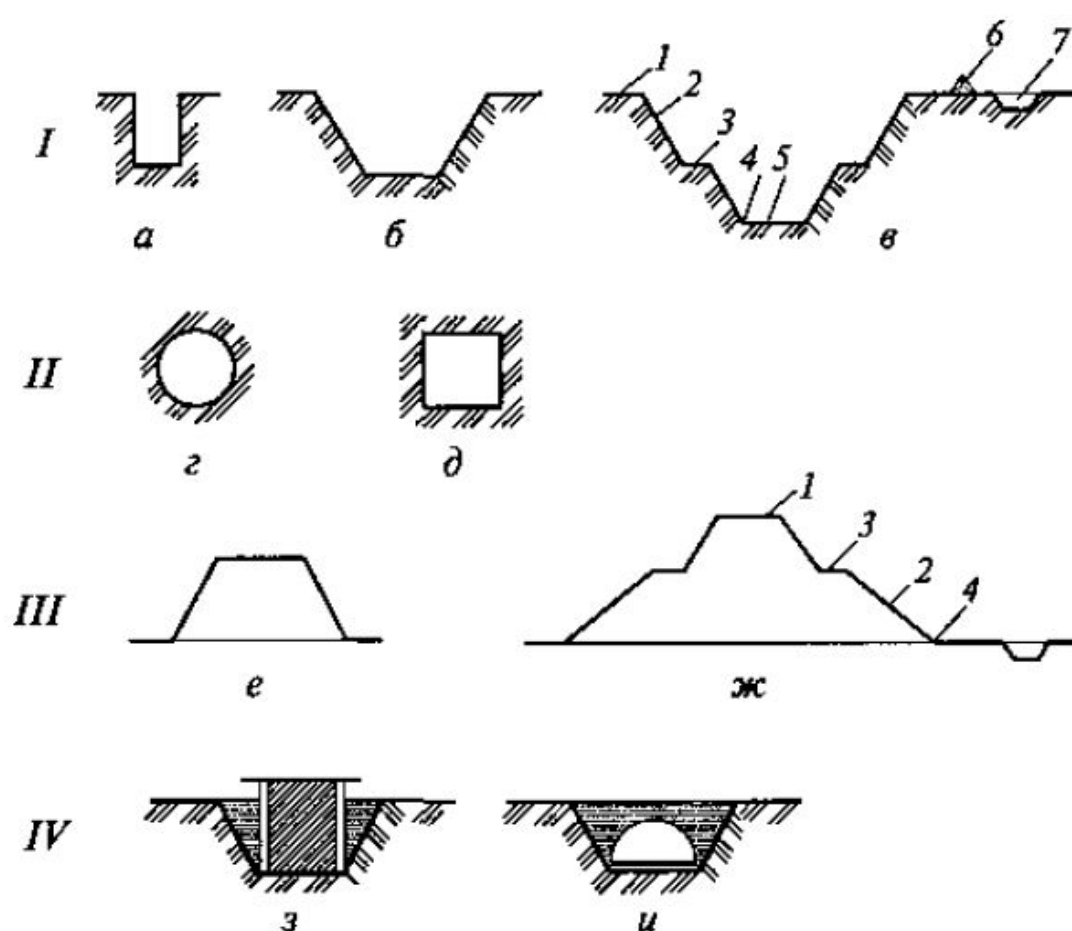


Рис. 5.1. Виды земляных сооружений:

*I* — поперечные профили выемок: *a* — траншея прямого профиля; *б* — котлован (траншея) трапецидальной формы; *в* — профиль постоянной выемки; *II* — сечения подземных выработок: *г* — круглой; *д* — прямоугольной; *III* — профили насыпи: *е* — временной; *ж* — постоянной; *IV* — обратная засыпка: *з* — пазух котлована; *и* — траншеи; *1* — бровка откоса; *2* — откос; *3* — берма; *4* — основание откоса; *5* — дно выемки; *6* — банкет; *7* — нагорная канава

– важнейшим требованием к постоянным и временным земляным сооружениям является обеспечение **устойчивости** их боковых стенок - откосов. Это достигается назначением оптимальной крутизны откосов выемок и насыпей, которая выражается отношением их высоты к заложению (горизонтальной проекции откоса)

$$h/c = l/m, \quad (20)$$

где  $m$  - коэффициент откоса, который зависит от вида грунта, его состояния, глубины выемки или высоты насыпи.

В зависимости от вида сооружений, свойств грунтов и других факторов земляные работы могут осуществляться механическим, гидромеханическим, взрывным или комбинированными способами.

**Механический способ** заключается в разработке грунта резанием, когда грунт в забое разрушается послойно рабочим органом машины. Это наиболее распространенный способ, занимающий в общем объеме земляных работ не менее 80%. Механическим способом разрабатывается грунт землеройными и землеройно-транспортными машинами.

**Гидромеханический способ** состоит в разрушении и перемещении грунта потоком воды, поступающей под напором из гидромониторной установки при выполнении работ на суше, или всасываемой землесосным снарядом при подводной разработке грунта.

**Взрывной способ** заключается в разрушении и перемещении грунта энергией взрыва, образующейся при химическом превращении веществ, размещенных в специально устроенных выработках.

По организационно-технологической структуре земляные работы являются комплексным процессом, включающим подготовительные, основные и вспомогательные работы.

**Подготовительные работы** предшествуют основным и выполняются до начала разработки грунта. Они имеют целью осуществить подготовку Территории к производству земляных работ, включая снятие растительного слоя, пересадку деревьев, очистку от кустарников, разборку строений, подлежащих сносу, осушение и водоотвод; геодезическое обеспечение работ - устройство обноски, реперов, осевых знаков; устройство подъездных путей; разбивку сооружений на местности; подготовку к производству работ в зимних условиях.

**Основные работы** включают разработку, перемещение и укладку грунта при устройстве выемок и насыпей, а также при планировке площадки под застройку.

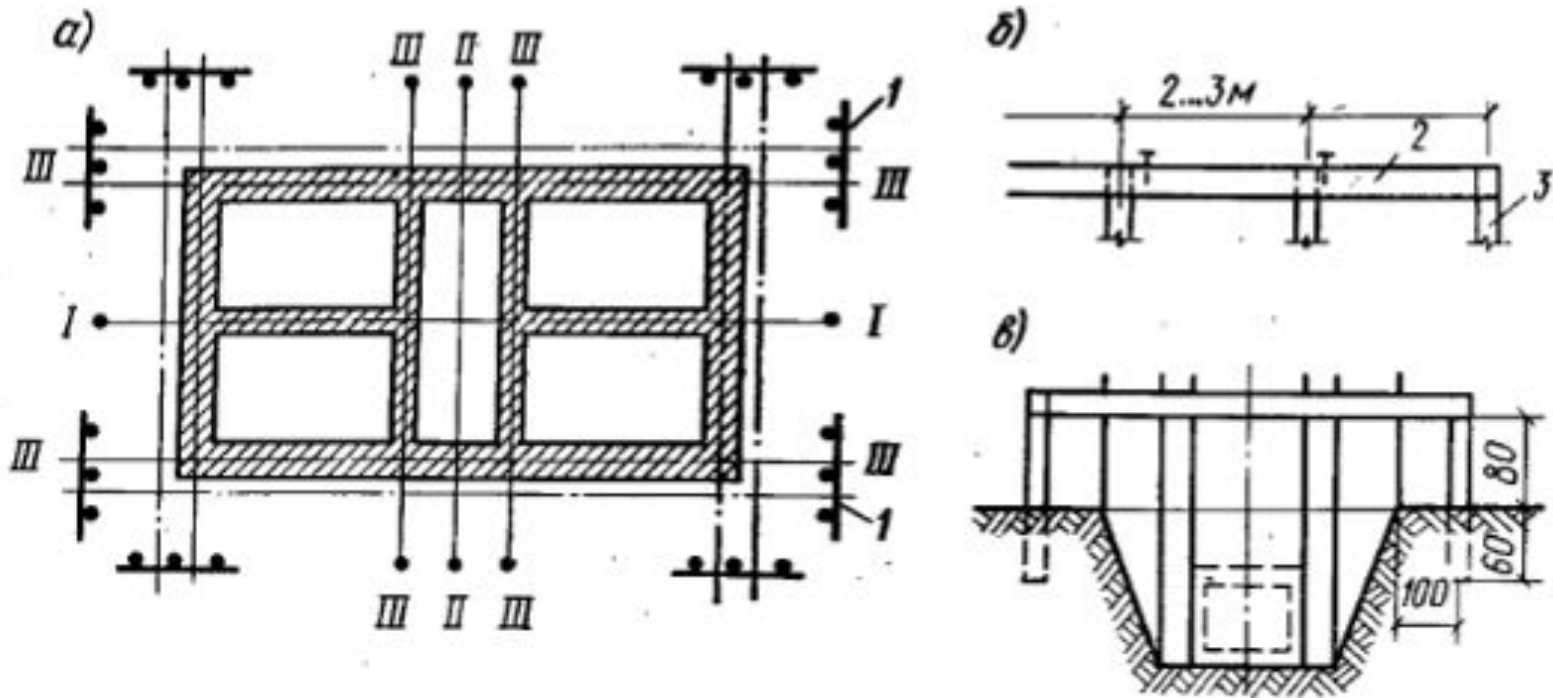
**Вспомогательные работы** сопутствуют основным или выполняются на завершающей стадии возведения земляных сооружений. К ним относят подготовку забоя для работы землеройных машин, рыхление твердых и мерзлых грунтов, водоотлив и водопонижение, искусственное закрепление грунтов, устройство ограждений, подмостей, переходов и другие мероприятия по охране труда, крепление стенок выемок и насыпей, уплотнение грунта и т.п.

При переносе проекта в натуру выполняют *геодезические разбивочные работы*: основные и детальные.

**Основные** включают определение и закрепление на местности главных и основных осей зданий и сооружений.

**Детальные работы** обеспечивают закрепление конфигурации, размеров и высотных отметок элементов сооружений.

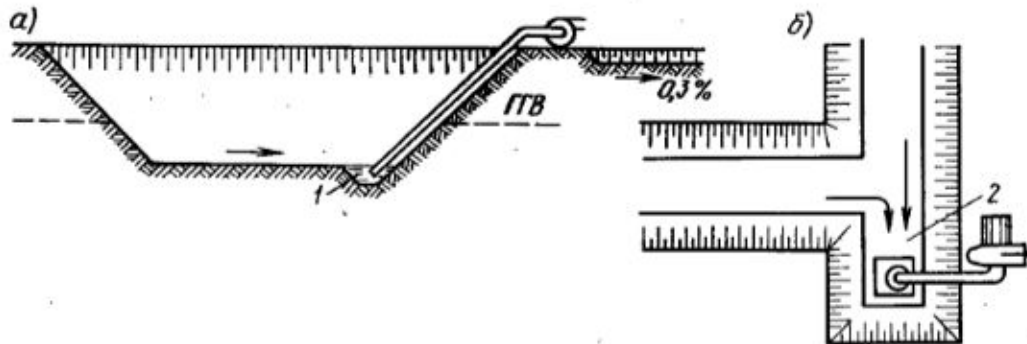
**Главные оси** - это две взаимно-перпендикулярные линии, относительно которых здание (сооружение) симметрично. **Основные оси** определяют контур здания в плане.



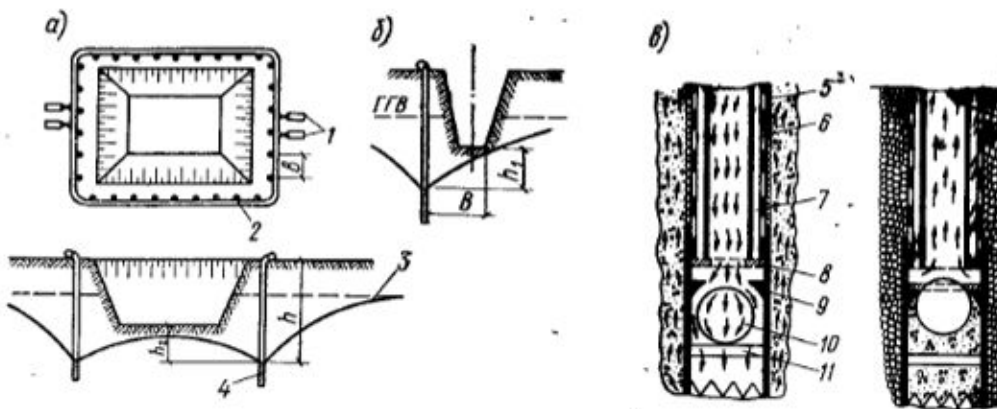
**V.2. Схема разбивки котлованов и траншей**

*а* — схема разбивки котлованов; *б* — элементы обноски; *в* — схема разбивки траншей; *I—I* и *III—III* — главные оси здания; *III—III* — оси стен здания; *1* — обноска; *2* — доска; *3* — стойка

**Зодоотвод** предназначен для предотвращения увлажнения грунта и затопления выемок на строительной площадке поверхностными водами. Для этого по границам строительной площадки устраивают нагорные (ловчие) каналы или обвалования. Этой же целью территория строительной площадки планируется с приданием ей уклона для организации стока дождевых и талых вод, а с нагорной стороны выемок устраивают обвалования или водоотводные каналы.



**V.3. Схема открытого водоотлива**  
 а — из котлована; б — из траншей; 1 — зумпф; 2 — ус



**V.4. Схема размещения инфильтровых установок**  
 а — для котлована; б — для траншей; в — схема работы клапанов фильтрующего звена при погружении в грунт и в процессе откачки воды; 1 — насосы; 2 — кольцевой отсасывающий коллектор; 3 — депрессионная кривая; 4 — фильтрующее звено; 5 — фильтрационная сетка; 6 — наружная труба; 7 — внутренняя труба; 8 — кольцевой клапан; 9 — гнездо кольцевого клапана; 10 — шаровой клапан; 11 — ограничитель

**усушительное понижение уровня грунтовых вод** является более совершенным технологическим приемом осушения выемок, особенно в грунтах с коэффициентом фильтрации более 1 м/сут. Понижение уровня грунтовых вод при этом обеспечивается путем непрерывной откачки воды из водоносного слоя до начала земляных работ и в период производства работ в выемке. Водопонижение может осуществляться рядом способов: легкими иглофильтровыми установками, эжекторными иглофильтровыми установками, установками вакуумного водопонижения и др.

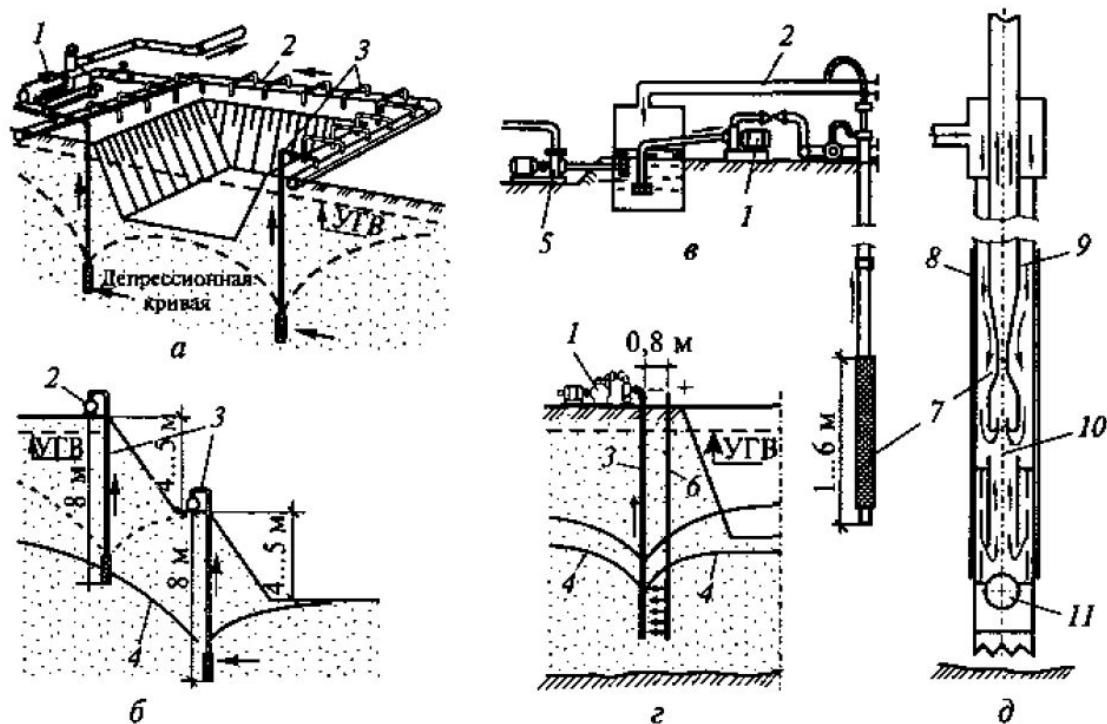
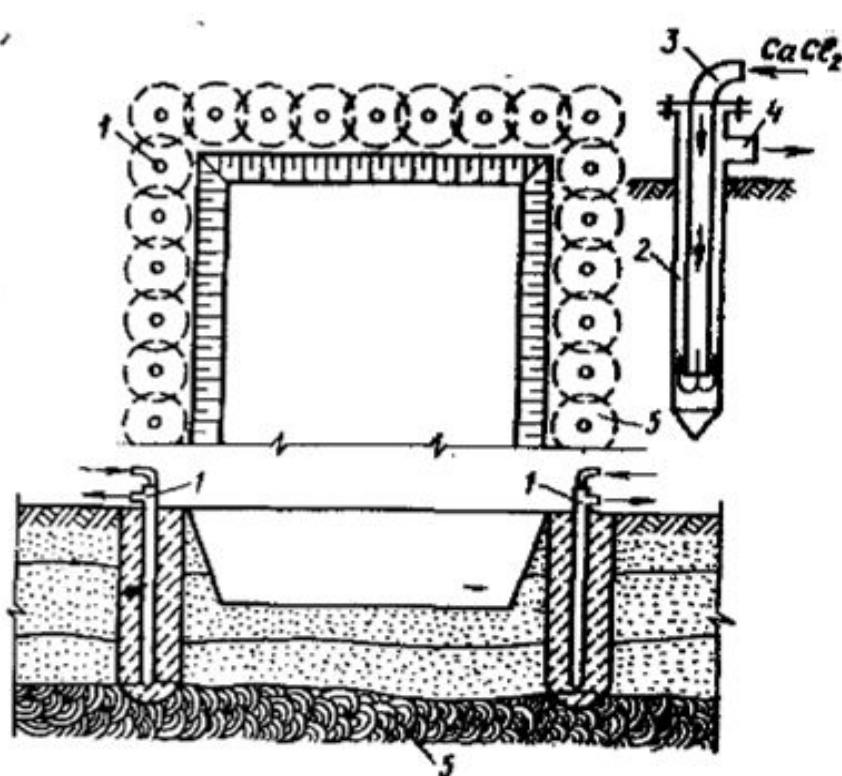


Рис. 5.6. Схемы иглофильтровых установок:

*a* — котлован с легкими иглофильтрами в один ярус; *б* — то же, в два яруса; *в*, *д* — эжекторная иглофильтровая установка и фильтровое звено; *г* — схема электроосушения; 1 — рабочий насос; 2 — водоотводный коллектор; 3 — иглофильтр; 4 — уровень грунтовых вод после осушения; 5 — низконапорный насос; 6 — стальной стержень (анод); 7 — фильтровое звено; 8 — труба наружная; 9 — труба внутренняя с эжекторным устройством; 10 — вакуум; 11 — клапан шаровой; УГВ — уровень грунтовых вод

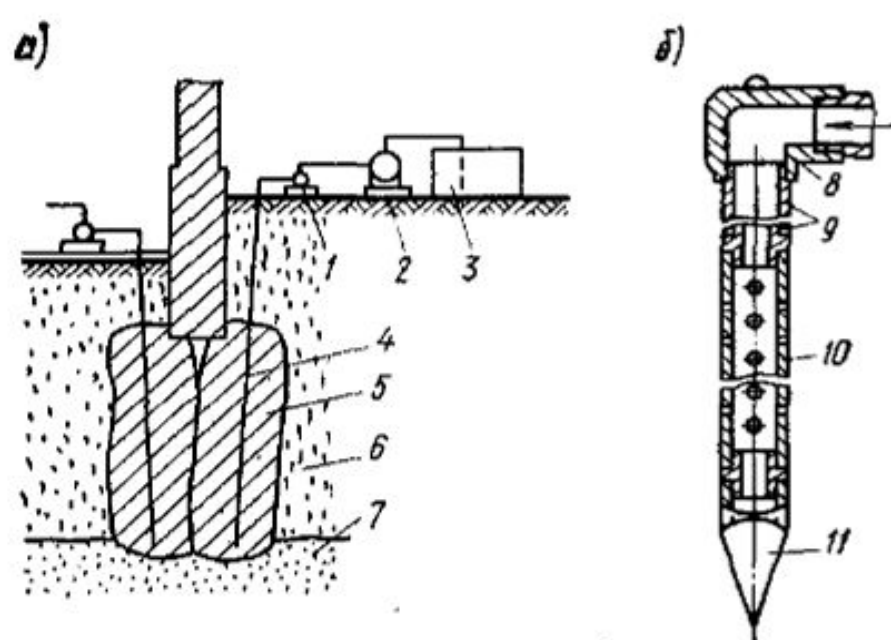


**способы временного и постоянного закрепления грунтов, назначение и разновидности.** Для изменения физико-механических свойств грунтов при решении ряда инженерных задач в строительстве применяют искусственное закрепление (стабилизацию) грунтов. Закрепление может быть постоянным и временным.



**V.8. Схема искусственного замораживания грунтов**

1 — охлаждающая колонка; 2 — замораживающая труба; 3 — питающая труба; 4 — патрубок для подсоединения к холодильной установке; 5 — замороженный грунт



**V.9. Схема установки для химического закрепления грунтов**

а — установка; б — инъектор; 1 — распределительный напорный коллектор; 2 — насос; 3 — емкость для раствора; 4 — инъектор; 5 — массив закрепленного грунта; 6 — слабый грунт; 7 — прочный подстилающий грунт; 8 — наголовник; 9 — глухие звенья; 10 — перфорированное звено (с отверстиями диаметром 1...3 мм); 11 — наконечник

**Временное закрепление** грунтов применяют, как правило, при устройстве выемок в водонасыщенных грунтах на период производства работ. С этой целью используют *искусственное замораживание* водонасыщенных неустойчивых грунтов без последующего изменения их физико-механических свойств.

**Постоянное закрепление** грунтов применяют для повышения их несущей способности и устойчивости. Такие работы выполняют при устройстве оснований вновь возводимых или усиления оснований реконструируемых зданий и сооружений.

Применяют следующие основные **способы постоянного закрепления грунтов**: цементацию, битумизацию, силикатизацию, смолизацию и др.

**Электрический и электрохимический** способы основаны на явлении электроосмоса и применяются для закрепления глинистых и илистых грунтов. При продолжительном воздействии электрического тока грунт изменяет свои свойства - становится более плотным, теряет способность к пучению.

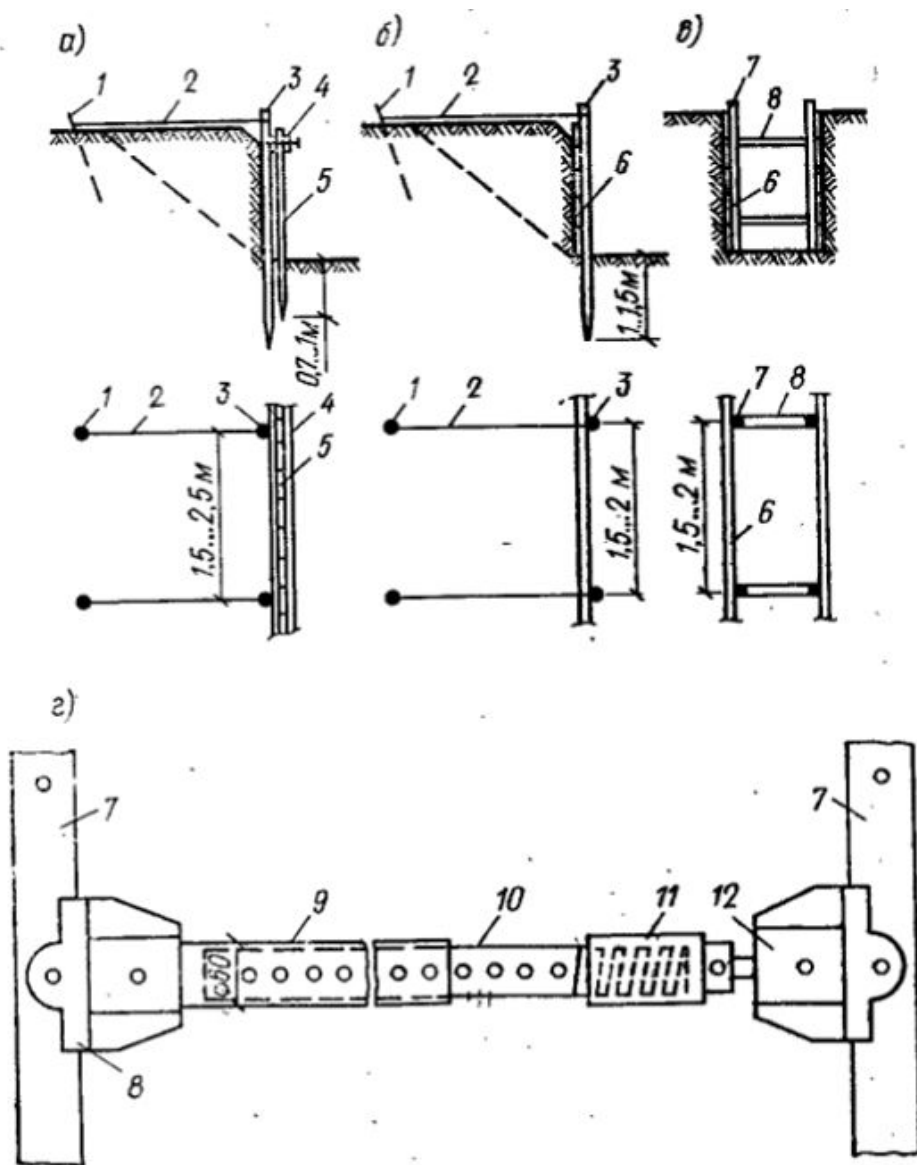
При устройстве котлованов и траншей в стесненных условиях городской застройки, на территории действующих предприятий и в других случаях выемки устраивают с **вертикальными стенками**. СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» устанавливает допустимую глубину выемок с вертикальными стенками: для *песчаных* грунтов - 1 м, для *глинистых* - 1,5 м. При большей глубине устраивают временные крепления вертикальных стенок, чтобы избежать их обрушения.

Крепления **распорного** типа наиболее простое в изготовлении и применяется, как правило, при устройстве траншей глубиной до 4 м в сухих или незначительной влажности грунтах.

Крепления **консольного** типа состоят из стоек-свай, защемленных нижней частью в грунте на 2-3,5 м глубже дна выемки. Они служат опорами для щитов (из досок и брусьев), непосредственно воспринимающих давление грунта. Эти крепления целесообразны при глубине выемки до 5 м.

В траншеях значительной глубины используют **консольно-распорное** крепление, включающее дополнительно распорки.

Для крепления стенок глубоких котлованов и траншей большой ширины устраивают **консольно-анкерное** крепление. Для крепления стенок котлованов может применяться также *подкосное* крепление. Использование этого крепления ограничено, так как подкосы и упоры, расположенные в котловане, мешают производству работ.

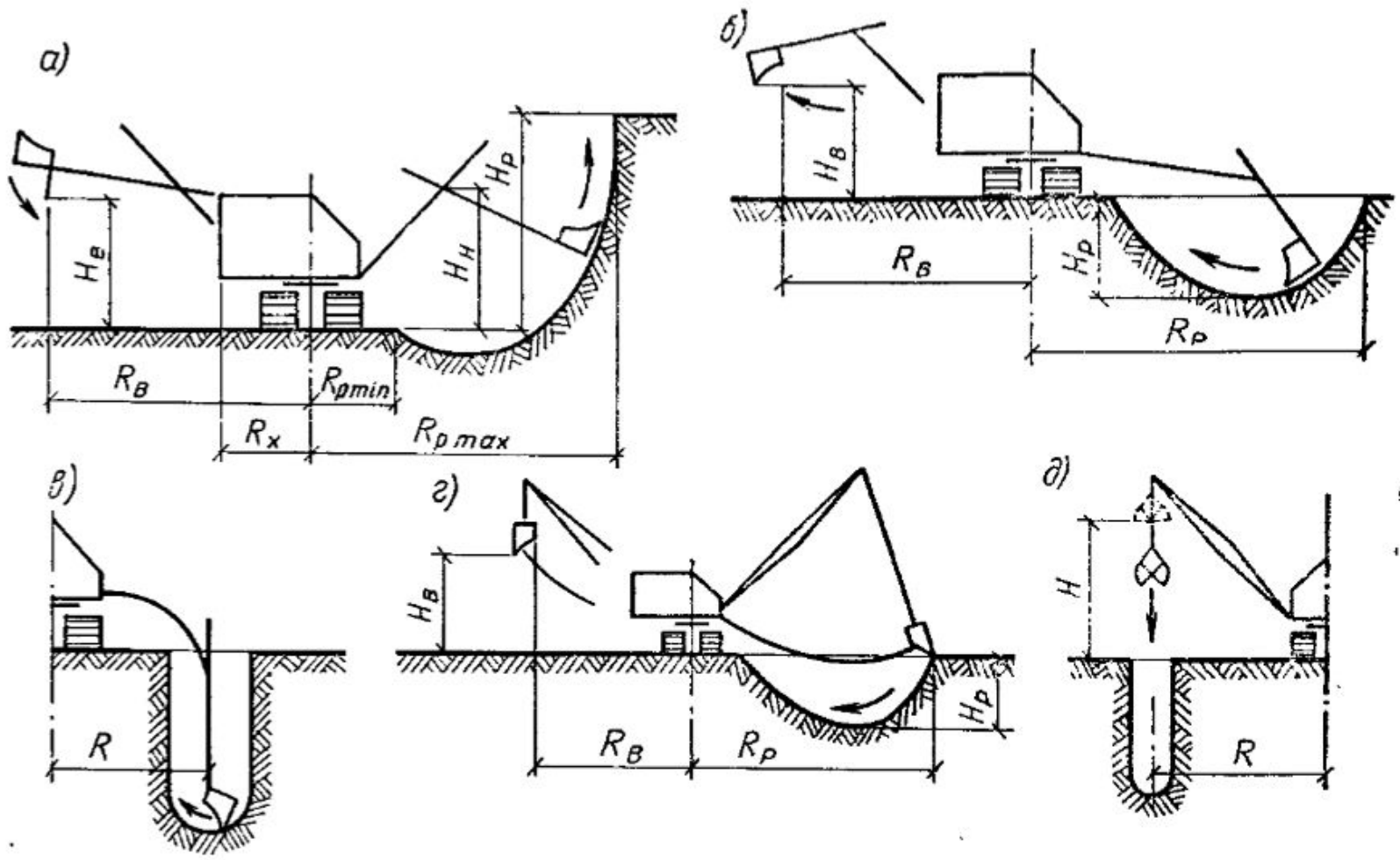


**V.7. Схемы временного крепления выемок**

а — шпунтовым ограждением; б — щитами с опорными стойками; в — распорными рамами; г — инвентарная трубчатая распорная рама; 1 — анкерная свая; 2 — оттяжка; 3 — маячная свая (опорная стойка); 4 — направляющая; 5 — шпунтовое ограждение; 6 — щиты; 7 — стойка распорной рамы; 8 — распорка; 9 — наружная труба; 10 — внутренняя труба; 11 — поворотная муфта; 12 — опорная часть распорки

## **Разработка грунтов землеройными и землеройно-транспортными машинами**

*Для выемок значительных объемов принимают экскаваторы с большой емкостью ковша; при разработке обводненных грунтов лучше применять - экскаваторы с рабочим оборудованием «обратная лопата», «драглайн»; разработку грунта в глубоких траншеях с креплением вертикальных стенок, а также в опускных колодцах применяют грейдерный ковш. Предпочтительны экскаваторы с гидравлическим приводом, позволяющие обеспечить высокую точность размеров выемки и большую возможность автоматизации процесса работы машины.*



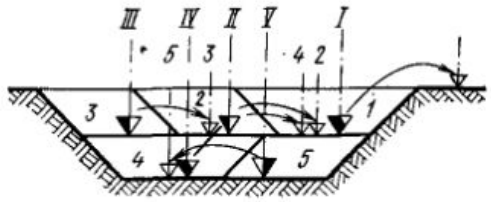
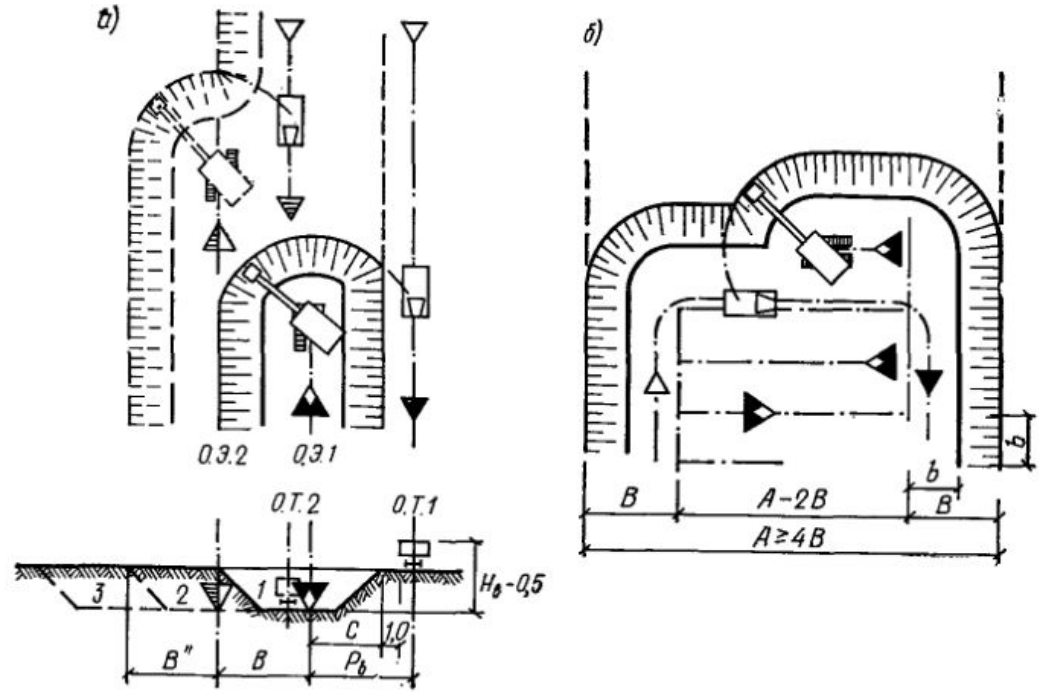
**V.16. Схемы рабочих параметров одноковшового экскаватора**

*а* — прямой лопаты; *б* — обратной лопаты; *в* — обратной лопаты с поворотным ковшом; *г* — драглайна, *д* — грейфера

Пространство, в котором размещается экскаватор и происходит разработка грунта, называют **забом**.

**V.18. Схемы проходов одноковшового экскаватора с прямой лопатой и подачи транспорта**

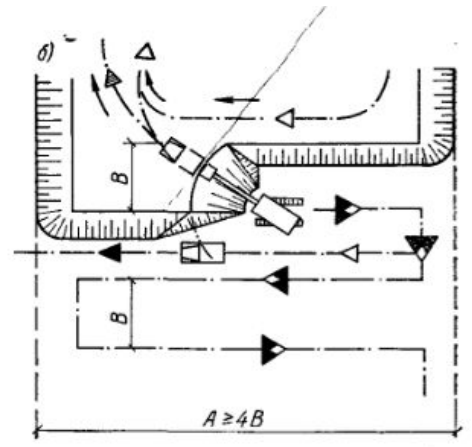
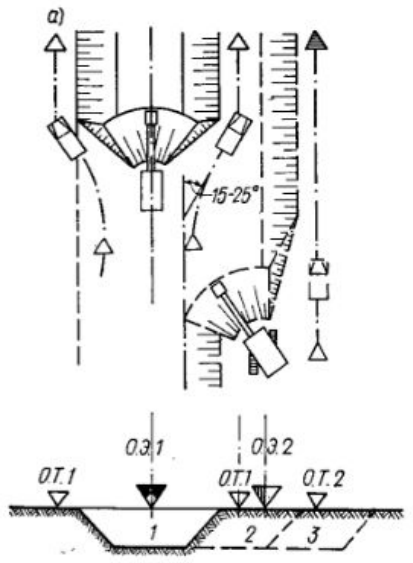
*a* — при проходке пионерной траншеи и последующих боковых проходах: *О.Э.1, О.Э.2* — стоянки экскаватора; *О.Т.1, О.Т.2* — стоянки транспорта; *1-3* — последовательность разработки грунта; *б* — при поперечных проходах



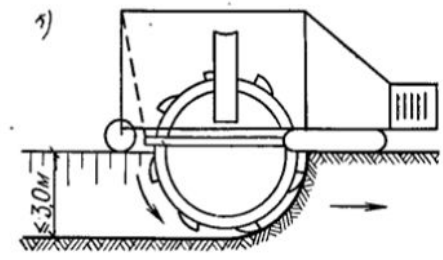
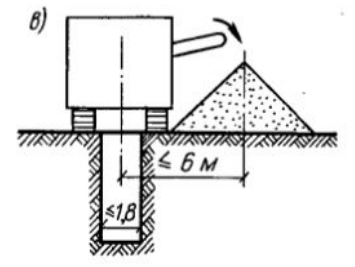
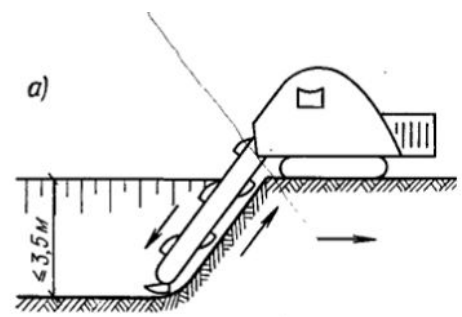
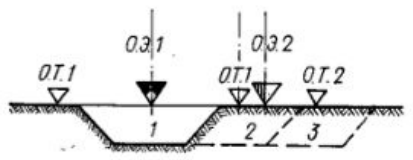
**Условные обозначения:**  
 ▽ стоянка экскаватора  
 ▽ стоянка транспорта  
 ↗ направление погрузки грунта на транспорт

**V.19. Схема разработки котлована большой глубины последовательными проходками (I-V) экскаватора с прямой лопатой**  
*1-5* — последовательность разработки грунта

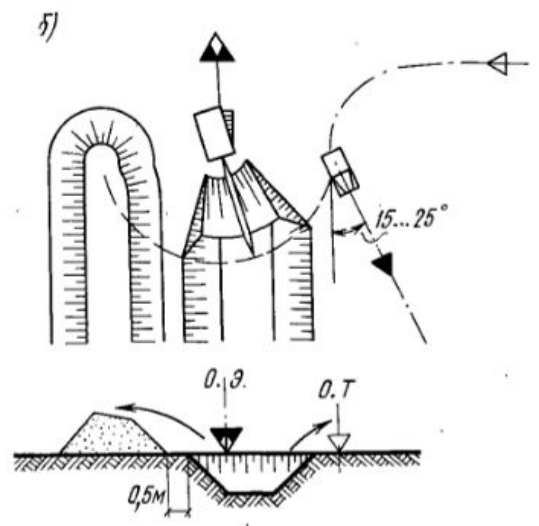
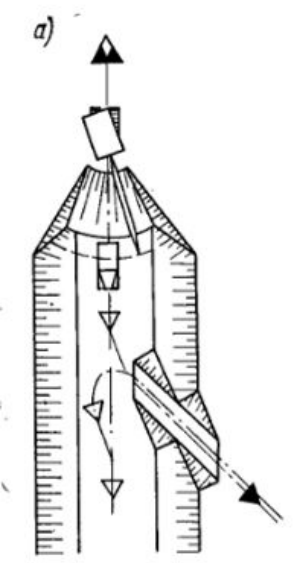
*Разработка грунта, как правило, ведется с погрузкой в транспортные средства. В зависимости от ширины котлована лобовая проходка экскаватора может быть прямолинейной, зигзагообразной и поперечно-торцовой. Боковая проходка применяется при разработке широких котлованов.*



**V.20. Схемы проходов экскаватора с обратной лопатой или драглайна**  
*a* — при торцовой проходке и последующих боковых проходках; *О.Э.1* — *О.Э.3* — стойки экскаватора; *О.Т.1* — *О.Т.3* — стойки транспорта; 1-3 — последовательность проходов экскаватора; *b* — при поперечных проходках



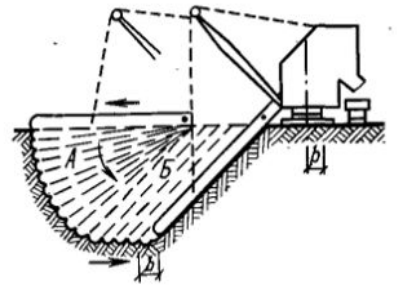
**V.22. Разработка траншей многоковшовыми экскаваторами черпания**  
*a* — цепным экскаватором; *b* — роторным экскаватором; *в* — поперечный профиль траншеи и временного отвала



**V.21. Схемы работы драглайна челночным способом**

— при погрузке грунта в транспорт, подаваемый по дну забоя; *b* — при погрузке грунта в транспорт, подаваемый на уровне стойки экскаватора, и во временный отвал

**V.23. Схема разработки выемки многоковшовым экскаватором поперечного черпания**  
*A, B* — участки веерного и параллельного резания





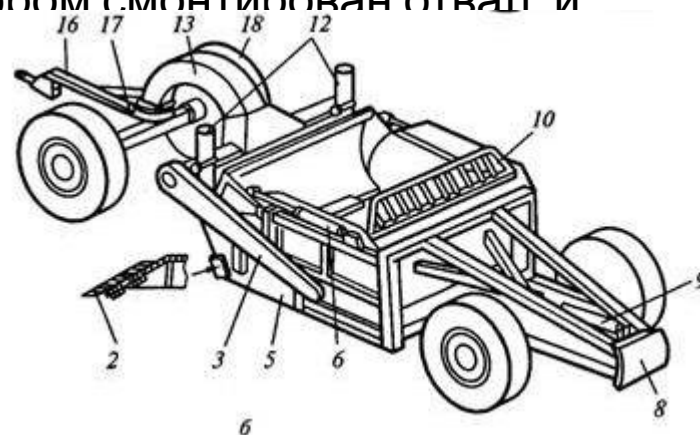
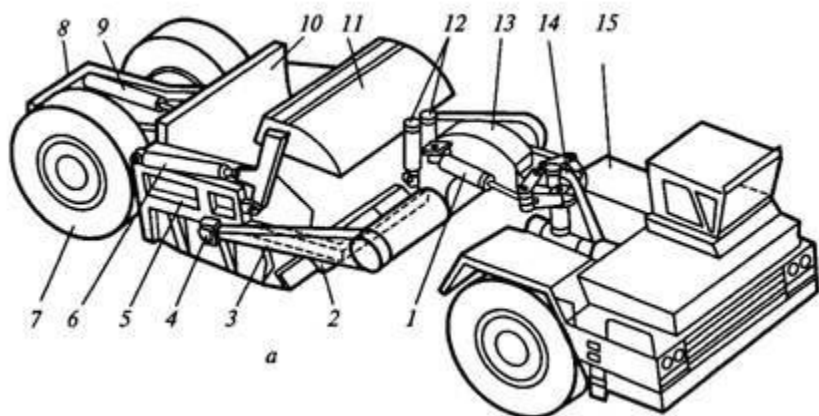
## эмлеройно-транспортные машины - машины цикличного

действия, в процессе работы, выполняющие послойную разработку грунта, перемещение его на значительные расстояния и укладку слоем равномерной толщины. Все операции рабочего цикла могут осуществляться только при движении машины, поэтому в технологическом проектировании и выполнении работ для достижения высокой производительности необходимо обеспечить на каждой операции цикла максимальную скорость и наименьший путь при передвижении из возможных в конкретных условиях производства работ.

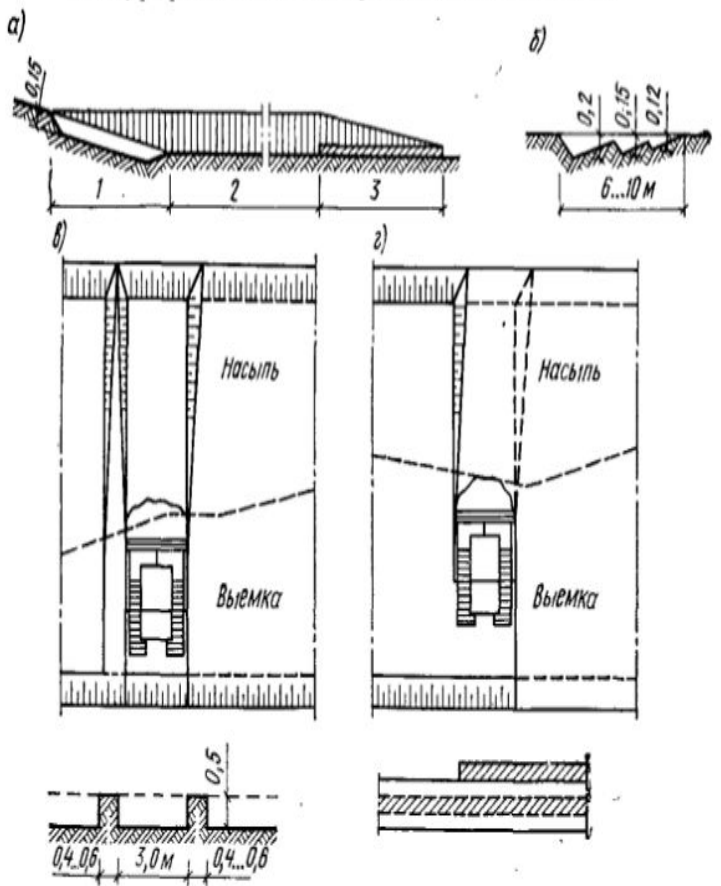
В настоящее время применяют прицепные, полуприцепные и самоходные скреперы с емкостью ковша 6, 8, 10 и 15 м<sup>3</sup>.

В производстве работ применяют схемы движения скрепера по эллипсу, восьмеркой, зигзагом, спирально и поперечно-челночно.

Бульдозеры широко применяют для разработки грунта и его перемещения на расстояние до 100 м, для разравнивания грунта в насыпях и отвалах, снятия растительного слоя и т.д. Технологические возможности бульдозеров определяются классом базовой машины, т.е. тяговым усилием трактора или тягача, на котором смонтирован отвал и



то же, реористо-шалматным пролодвиж, 1—2—3—проездом



р.27. Схемы резания и перемещения грунта бульдозером

а — продольная при резании под уклон; 1 — участок резания при работе под уклон; участок перемещения; 3 — участок разгрузки; б — то же, на горизонтальном участке; планировка траншейным способом; г — то же, полойным способом

Бульдозеры широко применяют для разработки грунта и его перемещения на расстояние до 100 м, для разравнивания грунта в насыпях и отвалах, снятия растительного слоя и т.д.



## **Гидромеханизация и закрытые способы производства земляных работ**

Гидромеханический способ производства работ основан на использовании кинетической энергии потока воды для разработки, транспортирования и укладки грунта. Применение этого способа целесообразно при больших объемах работ, необходимости устройства насыпей с минимальной осадкой, при наличии достаточных ресурсов воды и электроэнергии. Этот способ также эффективен при планировке под застройку пойменных территорий, возведении плотин, дамб и т.д.

Земляные сооружения должны выполняться в соответствии с проектной документацией и требованиями СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», для чего систематически производится контроль качества работ на разрабатываемом участке.

**Спасибо за  
внимание!**