

Разработка грунта землеройными машинами.

При механизированном способе на грунт действует усилие резания различных машин. В результате определенные порции грунта отделяются от массива и могут быть перемещены и уложены в насыпь. Если машина только режет грунт, она носит название землеройной. Если машина разрабатывает и перемещает грунт, она называется землеройно-транспортной.

К *землеройным машинам* относятся экскаваторы различных типов: одноковшовые (прямая и обратная лопата, драглайн, грейфер), многоковшовые (цепные, роторные) и фрезерные.

В зависимости от ходового устройства различают гусеничные, пневмоколесные, автомобильные и шагающие экскаваторы, а также оборудованные гидравлической, пневматической и электрической системами управления.

Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами. В промышленном и гражданском строительстве применяют экскаваторы с ковшом вместимостью от 0,15 до 2, реже до 4 м³. Они имеют комплект 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.

Прямая лопата (рис. 1а) представляет собой открытый сверху ковш с режущим передним краем, жестко насаженный на рукоять, которая шарнирно соединена со стрелой машины и выдвигается вперед с помощью напорного механизма. Опорожняется ковш путем открывания его днища. Такая конструкция прямой лопаты обеспечивает ей наибольшую производительность. Для рыхления грунта режущий край ковша снабжен зубьями. Это относится ко всем видам сменного оборудования, но выпускаются ковши и без зубьев — со сплошной (обычно полукруглой) режущей кромкой. При разработке грунтов I к II групп экскаватор может быть оборудован ковшом увеличенного объема. Разрабатывают грунт, когда экскаватор стоит на дне забоя, для чего устраивают пандус, позволяющий установить машину в забое выемки.

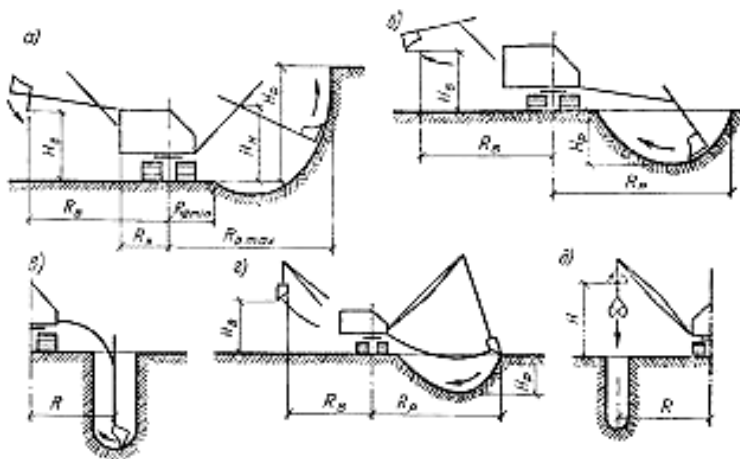


Рисунок 1. Схемы рабочих параметров одноковшового экскаватора: а — прямой лопаты; б — обратной лопаты; в — обратной лопаты с поворотным ковшом; г — драглайна, д — грейфера.

Обратная лопата (рис. 1б)— это открытый снизу ковш с режущим передним краем, жестко насаженный на рукоять, шарнирно соединенную со стрелой. По мере протягивания назад ковш заполняется грунтом. Затем при вертикальном положении рукояти ковш переводят к месту выгрузки и разгружают путем подъема с одновременным опрокидыванием. Рабочая зона расположена ниже горизонта стояния машины. Современные модели экскаваторов с обратной лопатой имеют гидропривод, позволяющий ковшу поворачиваться относительно рукояти (рис. 1в).

Ковш драглайна (рис. 1г) навешивают на канатах на удлинённую стрелу кранового типа. Ковш забрасывают в выемку на расстояние, несколько превышающее длину стрелы, его заполняют грунтом путем подтягивания по поверхности к стреле. Затем ковш подни-

мают в горизонтальное положение к стреле и поворотом машины переводят на место разгрузки. Опорожняется ковш при ослаблении тягового каната. Драглайном можно разрабатывать грунт, не только сильно насыщенный влагой, но и находящийся под слоем воды.

Грейфер (рис. 1д) представляет собой ковш с двумя или более лопастями с канатным или гидравлическим приводом, принудительно смыкающим эти лопасти. Грейфер навешивают на такую же стрелу, что и драглайн. С помощью грейфера можно разрабатывать выемки с вертикальными стенками. При повороте стрелы ковш перемещается к месту разгрузки и опорожняется при принудительном раскрытии лопастей.

Производительность одноковшового экскаватора снижается по мере увеличения плотности грунта. Кроме того, она зависит от способа разработки грунта (при работе «на вымет» производительность повышается, при погрузке на транспортные средства — снижается), вместимости ковша и конструктивного решения кромки ковша. Экскаваторы с ковшами малой вместимости (до $0,5 \text{ м}^3$) применяют только для разработки грунтов I...III групп. Более мощные экскаваторы могут разрабатывать (кроме грейфера) грунты всех шести групп (наиболее плотные — после предварительного рыхления).

Производительность экскаватора можно повысить, уменьшив угол поворота стрелы и увеличив вместимость ковша. Для этого необходимо максимально заполнять ковш грунтом (с «шапкой»), а также совмещать процессы резания грунта с поворотом стрелы и др.

Разработанный одноковшовыми экскаваторами грунт перевозят самосвалы, тракторы с прицепами, железнодорожные составы, гидравлический транспорт, реже — ленточные конвейеры. При транспортировании грунта ленточными конвейерами загрузочное звено конвейера устанавливают параллельно оси проходки экскаватора, а погрузочный ковш-питатель перемещают вдоль загрузочного звена по мере продвижения экскаватора. При перемещении экскаватора на следующую заходку загрузочное звено поворачивают в новое положение. При погрузке в железнодорожные составы рельсовый путь следует укладывать параллельно оси проходки экскаватора. График движения землевозных составов должен быть сделан таким образом, чтобы перерывы между отправлением загруженного состава и подачей порожнего были минимальными и состав передвигался по мере загрузки вагонов. Обычно в автосамосвал входит 6—12 ковшей грунта. Допустимый недогруз не должен превышать 10%, перегруз — 5%.

Рабочее место экскаватора (т. е. место, где он разрабатывает грунт) называется *забоем*. Геометрические размеры и форма забоя зависят от оборудования экскаватора и его параметров, размеров выемки, видов транспорта и принятой схемы разработки грунта. Применение рациональных приемов работы в правильно выбранном забое обеспечивает максимальную эффективность применяемого оборудования и высокую производительность при минимальной себестоимости землеройных работ.

Если высота забоя относительно мала (например, при разработке планировочной выемки), целесообразно использовать экскаватор вместе с бульдозером. Последний разрабатывает грунт и перемещает его к рабочему месту экскаватора. Здесь бульдозер окучивает грунт, обеспечивая при этом достаточную высоту забоя, что позволяет эффективно использовать экскаватор.

Экскаватор и транспортные средства должны быть расположены таким образом, чтобы средний угол поворота экскаватора от места заполнения ковша до места его выгрузки был минимальным, так как на поворот стрелы расходуется до 70% рабочего времени цикла экскаватора.

Для прямой лопаты различают лобовой и боковой забои. В лобовом забое экскаватор разрабатывает грунт впереди себя и отгружает его на транспортные средства, которые подают к экскаватору по дну забоя. В этом случае автомобили подходят задним ходом попеременно то с одной, то с другой стороны забоя. Соответственно и грунт разрабатывается то с одной, то с другой стороны проходки, при этом угол поворота достигает 140° и более, что снижает производительность экскаватора. Лобовой забой применяют в редких

случаях (при разработке экскаватором пионерной траншеи, въездного пандуса и др.). В боковом забое экскаватор разрабатывает грунт по одну сторону от оси движения и грузит его на транспортные средства, подаваемые по другую сторону от оси проходки. При этом обеспечиваются благоприятные условия для движения транспорта, а средний угол поворота составляет $70... 90^\circ$. Поэтому после пионерной проходки весь оставшийся в выемке грунт разрабатывают способом продольного бокового забоя (рис. 2).

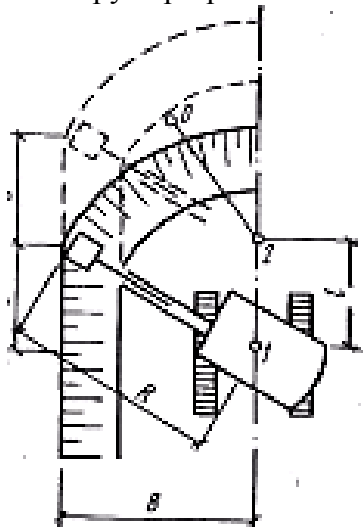


Рисунок 2. Схема определения проходки экскаватора: 1, 2 — стоянки экскаватора

Некоторые виды выемок (например, планировочные) можно разрабатывать боковым забоем с движением транспорта на одном уровне с экскаватором. Иногда для перехода к разработке с боковым забоем необходимо вначале отрывать так называемую пионерную траншею, которую экскаватор начинает разрабатывать, опустившись на дно забоя по пандусу (рис. 3а).

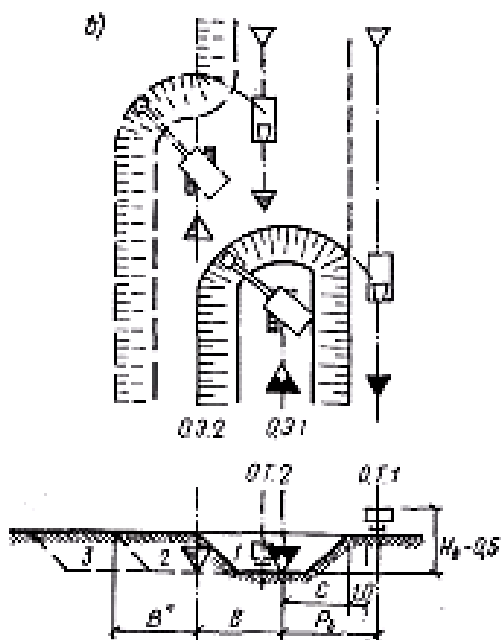


Рисунок 3. Схемы проходок одноковшового экскаватора с прямой лопатой и подачи транспорта: а — при проходке пионерной траншеи и последующих боковых проходках: О.Э.1, О.Э.2 — стоянки экскаватора; О.Т.1, О.Т.2 — стоянки транспорта; 1—3 — последовательность разработки грунта; б — при поперечных проходках

Если высота выгрузки экскаватора больше или равна сумме глубины выемки, высоты борта автосамосвала или другой транспортной единицы и при этом добавляется 0,5 м (на «шапку» над бортом), пионерную траншею разрабатывают боковым забоем при движении транспорта по дневной поверхности на расстоянии не менее 1 м от края выемки.

При значительных в плане размерах выемки целесообразно разрабатывать ее поперечными проходками вдоль меньшей стороны (рис. 3б). Такой способ разработки обеспе-

чивает минимальную длину пионерной траншеи и позволяет организовать наиболее производительное кольцевое движение транспорта.

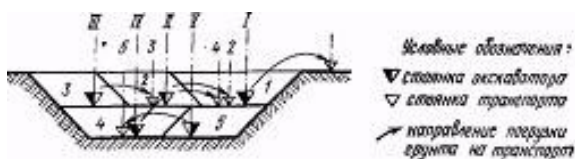


Рисунок 4. Схема разработки котлована большой глубины последовательными проходками (I—VI экскаватора с прямой лопатой 1—5 — последовательность разработки грунта)

Выемки, глубина которых превосходит максимальную высоту забоя для данного типа экскаватора, разрабатывают в несколько ярусов (рис. 4). При этом нижний ярус разрабатывают аналогично верхнему, а автомобили подают к экскаватору так, чтобы ковш наводился на кузов сзади. Трасса движения автомобиля в этом случае должна быть параллельной оси проходки экскаватора, но направлена в противоположную сторону. При работе с обратной лопатой также применяют торцовый или боковой забой. При разработке грунта торцовым забоем экскаватором с обратной лопатой «на себя» экскаватор движется по оси отрываемой им траншеи или котлована и попеременно разрабатывает то одну, то другую его сторону в зависимости от того, с какой стороны подходит очередной автомобиль. В торцовом забое средний угол поворота машины $70...90^\circ$. Траншею можно расширять параллельными боковыми забоями (рис. 5). Боковой забой образуется при разработке грунта по одну сторону от оси движения экскаватора. Если при разработке траншеи грунт складывают в отвал по одну сторону от траншеи, ось проходки смещается в сторону отвала, а ширина разработки уменьшается по сравнению с максимально возможной при торцовой проходке. При разработке в отвал и на транспорт автомобили подходят к экскаватору со стороны, противоположной отвалу, а ось проходки смещается относительно оси траншеи в ту сторону, в которую отгружается большая часть грунта. При боковом и торцовом забоях автосамосвалы подходят по трассе, параллельной оси движения экскаватора, но навстречу ему, а при торцовом забое их устанавливают под загрузку под углом $15...25^\circ$ к оси движения экскаватора. Наиболее целесообразно применять экскаватор с обратной лопатой для отрывки траншей глубиной до 6 м и небольших котлованов глубиной до 4 м (например, под фундаменты отдельных колонн).

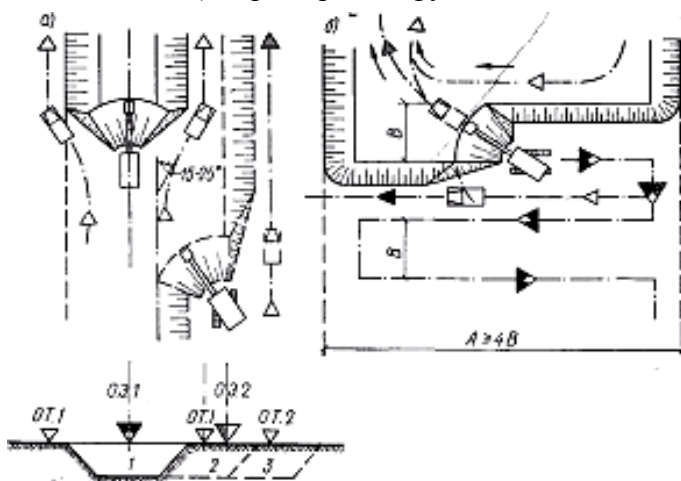


Рисунок 5. Схемы проходок экскаватора с обратной лопатой или драглайна: а — при торцовой проходке и последующих боковых проходках: О.Э. 1 — О.Э.3 — стоянки экскаватора; О.Т.1 — О.Т.3 — стоянки транспорта; 1—3 — последовательность проходок экскаватора; б — при поперечных проходках.

Для торцевой и боковой проходок организация работ драглайна и обратной лопаты аналогична. При этом сохраняется такое же соотношение максимальной глубины резания. Драглайн обычно передвигается между очередными стоянками на $1/5$ длины стрелы. Так как ковш драглайна гибко подвешен к стреле, для него весьма эффективной является челночная схема работы (рис. 6). В этой схеме предусмотрено, что автосамосвал подходит к месту загрузки по дну забоя и загружается попеременными черпаниями ковша по обе сто-

роны от кузова. Угол поворота экскаватора при погрузке по продольно-челночной схеме приближается к 0° , а при поперечно-челночной — к $15...20^\circ$, при этом продолжительность разгрузки уменьшается, так как ковш опорожняется без прекращения поворотного движения экскаватора в момент переноса ковша над кузовом машины. Благодаря этому общая продолжительность рабочего цикла экскаватора снижается на $20...26\%$.

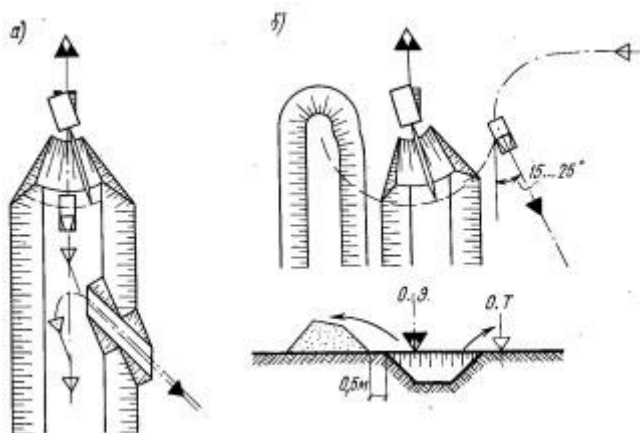


Рисунок 6. Схемы работы драглайна челночным способом: а — при погрузке грунта в транспорт, подаваемый по дну забоя; б — при погрузке грунта в транспорт, подаваемый на уровне стоянки экскаватора, и во временный отвал.

При разработке грунтов I и II групп экскаватор, оборудованный грейферным ковшом, должен быть так расположен относительно траншеи, чтобы угол его поворота не превышал $70...90^\circ$; Грейфер на новую стоянку передвигается на $1/4$ длины стрелы.

Экскаваторы отрывают котлованы и траншеи на глубину, несколько меньшую проектной, оставляя так называемый недобор. Недобор ($5...10\text{ см}$) оставляют, чтобы избежать повреждения основания и не допустить переборов грунта. Для повышения эффективности работы экскаваторов применяют скребковый нож, насаженный на ковш экскаватора. Это приспособление позволяет механизировать операции по зачистке дна котлованов и траншей и вести их с погрешностью не более $\pm 2\text{ см}$, что исключает необходимость ручных доработок.

Для планировки откосов используют экскаваторы, оборудованные ковшом вместимостью от $0,5\text{ м}^3$ и выше, и стрелой, на которую можно навешивать специальный ковш-планировщик с плоским дном, упряжное устройство которого аналогично устройству ковша драглайна. Экскаватор, устанавливаемый на бровке откоса и перемещающийся вдоль бровки, выполняет те же операции, что и при работе драглайна. Срезаемый при этом грунт отбрасывают в кавальер или грузят в транспортные средства.

Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами. Рабочим органом многоковшового экскаватора являются ковши, насаженные через равные интервалы на непрерывно движущуюся цепь или колесо (ротор). По характеру перемещения машины относительно направления движения рабочего органа различают многоковшовые экскаваторы продольного черпания — цепные и роторные (рис. 7) и поперечного черпания (рис. 8). Так как грунт черпается ковшами непрерывно, то эти экскаваторы являются машинами непрерывного действия (в отличие от одноковшовых экскаваторов, которые являются машинами циклического действия). Ковши наполняются грунтом при движении их вверх по наклонной или криволинейной поверхности разрабатываемой выемки. Опорожняются ковши в момент достижения ими наивысшей точки их траектории, где они опрокидываются. Высыпавшийся из них грунт попадает на ленточный конвейер, доставляющий его на погрузку в транспортные средства или в отвал.

Экскаваторы продольного черпания применяют обычно для проходки траншей небольшого сечения прямоугольного и трапециевидного профиля. Отрывку траншей экскаваторами начинают с наиболее низких мест профиля, что обеспечивает сток грунтовых и атмосферных вод.

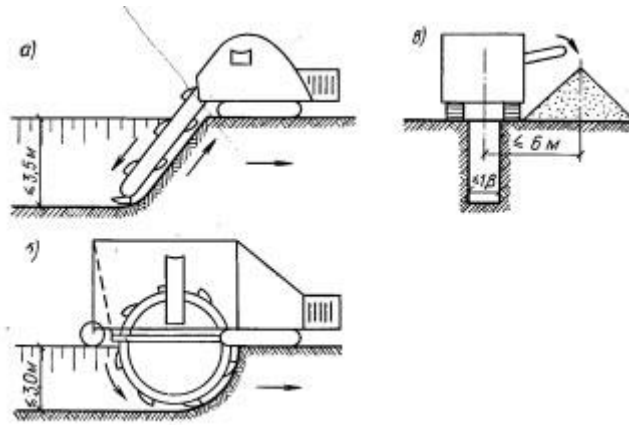


Рисунок 7. Разработка траншей многоковшовыми экскаваторами черпания: а — цепным экскаватором; б — роторным экскаватором; в — поперечный профиль траншей и временного отвала.

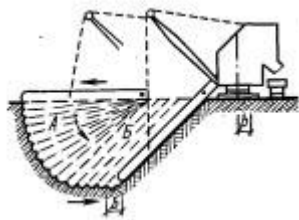


Рисунок 8. Схема разработки выемки многоковшовым экскаватором поперечного черпания: А. Б — участки веерного и параллельного резания

Экскаваторы поперечного черпания используются для разработки котлованов и траншей большого сечения, планировки откосов и разработки карьеров. Вначале экскаваторы разрабатывают грунт веерным резанием, перемещаясь вдоль всего фронта работ и снимая слои грунта в радиальном направлении до достижения заданной глубины. Затем разрабатывают грунт параллельным резанием со смещением наклонного слоя грунта на всю длину фронта работ на величину, равную горизонтальной проекции толщины снятого слоя. Грунт, разрабатываемый экскаватором поперечного черпания, выдается на транспортные средства обычно через отгрузочный бункер, смонтированный на экскаваторе. Для автоматизации работы многоковшовых экскаваторов на отрывке траншей используют приборы, действие которых основано на том, что инфракрасному лучу придается уклон, параллельный проектному дну отрываемой траншеи, а на экскаваторе устанавливается приемное устройство, на которое воздействует инфракрасный луч. При отклонении движения экскаватора от направления луча автоматически корректируется движение рабочего органа экскаватора.