

МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ



Любой строительный процесс начинается с производства земляных работ, т. е. разработки грунта, перемещению его или погрузки на транспортные средства. Так, для устройства оснований или фундаментов любого здания или сооружения отрывают котлованы необходимых размеров и глубины, а для прокладки наружных сетей трубопроводов — траншеи. Иногда, для устройства таких сооружений, как плотины, дамбы или дороги, устраивают насыпи, причем с укаткой грунта. Все они по существу являются земляными сооружениями, которые по продолжительности службы могут быть временными и постоянными. Временные (котлованы, траншеи) устраиваются только на период строительства зданий, сооружений, сетей трубопроводов, а затем засыпаются грунтом, а постоянные (плотины, дамбы, каналы) рассчитаны на продолжительный срок эксплуатации.



Земляные работы по своему удельному весу в общих объемах строительных работ являются наиболее массовыми и трудоемкими, и поэтому с ними справиться ручными способами не представляется возможным. При их выполнении крайне необходимы механизированные способы работ путем применения специальных машин.

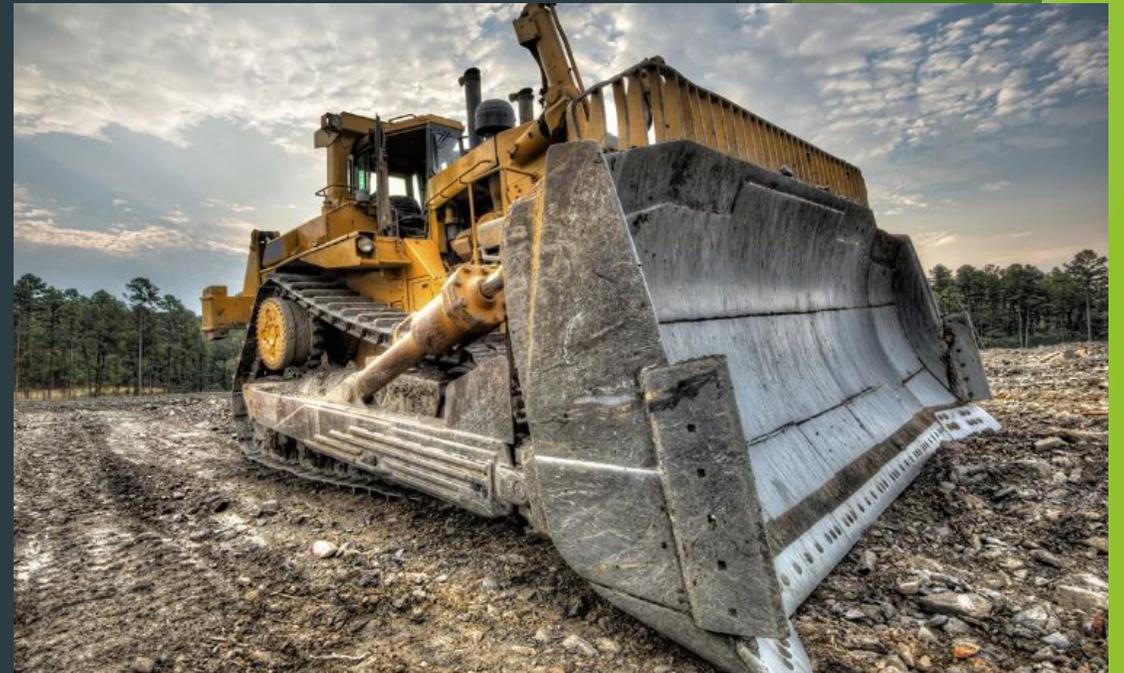


Машины для земляных работ по назначению разделяют на:

1. Землеройные, предназначенные для выполнения одной операции - отделения грунта от массива. К таким машинам относят одноковшовые экскаваторы (циклического действия) и многоковшовые (непрерывного действия). Наибольшее применение имеют одноковшовые экскаваторы, которые выполняют около 40% всего объема землеройных работ.



2. *Землеройно-транспортные*, которые не только отделяют грунт от массива, но и перемещают его. Основные землеройно-транспортные машины - бульдозер и скрепер, которые за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой в порожнем состоянии.



3. *Специальные*, предназначенные для уплотнения грунтов (катки, трамбовки, виброуплотнители)



Машины для земляных работ

Только разрабатывает грунт
- землеройная

1) **Экскаватор с
прямой лопатой**

2) **Экскаватор с
обратной лопатой**

3) **Экскаватор-
драглайн**

4) **Экскаватор-
грейфер**

Разрабатывает и перемещает-
землеройно-транспортная

Бульдозер

Скрепер

Грейдер

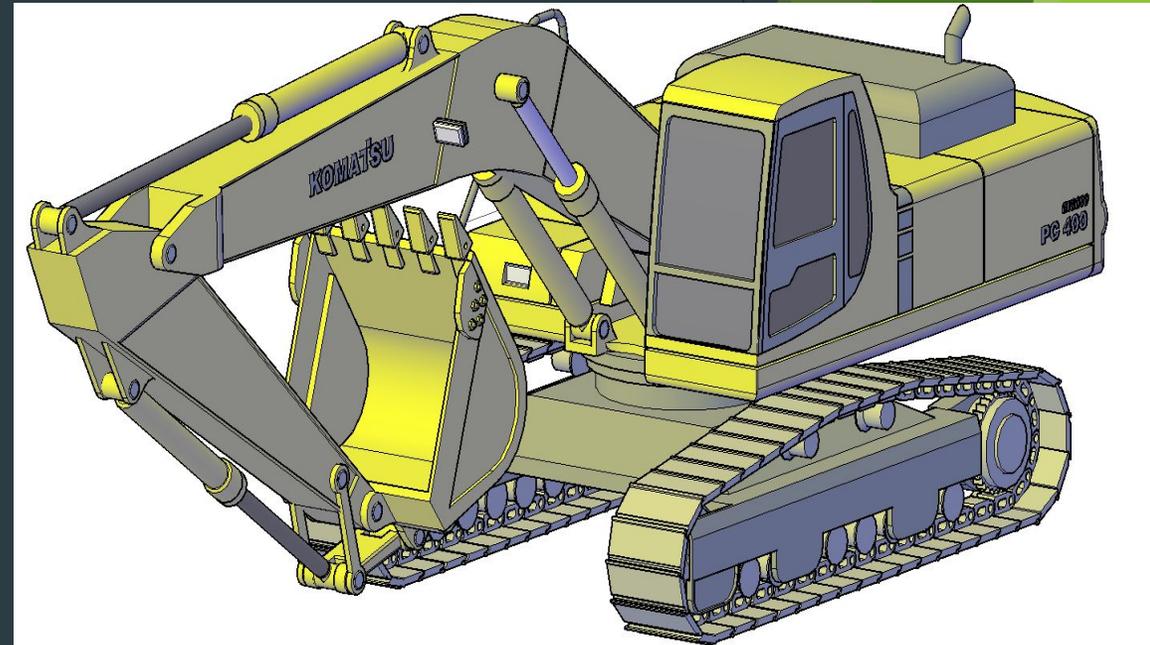
Землеройные машины

Наиболее распространенным видом землеройных машин являются одноковшовые строительные экскаваторы. Они служат для разработки грунта и перемещения его в отвал или для погрузки в транспортные средства. Разрабатывают они грунты I...IV групп и разрыхленные мерзлые или скальные грунты. Кроме того, экскаваторы применяют на сваебойных, погрузочно-разгрузочных, монтажных и других работах, используя различные виды сменного рабочего оборудования.

Одноковшовые экскаваторы относятся к машинам циклического действия. Рабочий процесс включает следующие операции:

- набор грунта,
- поворот грузеного ковша, к месту выгрузки,
- выгрузка грунта в транспортное средство или в отвал и установки ковша и исходное положение.

Совокупность указанных операций – рабочий цикл.



Одноковшовые экскаваторы классифицируют:

- ✓ по назначению,
- ✓ конструкции ходового устройства,
- ✓ виду и подвеске рабочего оборудования,
- ✓ типу рабочих органов и другим признакам.



По назначению одноковшовые экскаваторы разделяют на: **строительные, строительно-карьерные, карьерные, вскрышные и туннельные.**

Строительные и строительно-карьерные экскаваторы являются универсальными и применяются для выполнения различных работ в строительстве (отрывка котлованов и траншей, разработка карьеров строительных материалов, выполнение погрузочных и других работ).

Карьерные экскаваторы используют для добычи полезных ископаемых открытым способом; вскрышные - для снятия верхнего слоя грунта или горной породы при подготовке карьеров к разработке; туннельные - для работы под землей при строительстве подземных сооружений и добычи полезных ископаемых.



У одноковшовых экскаваторов могут быть различные типы ходового устройства:

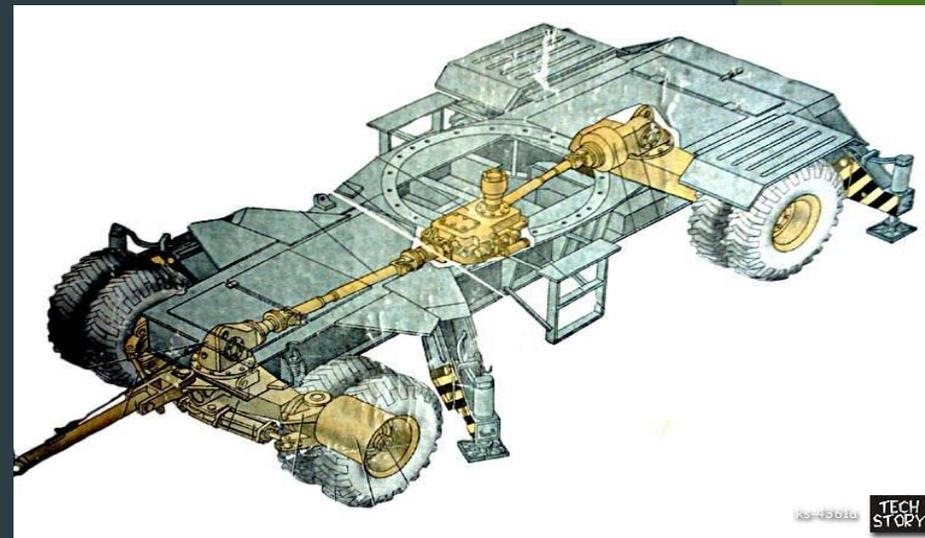
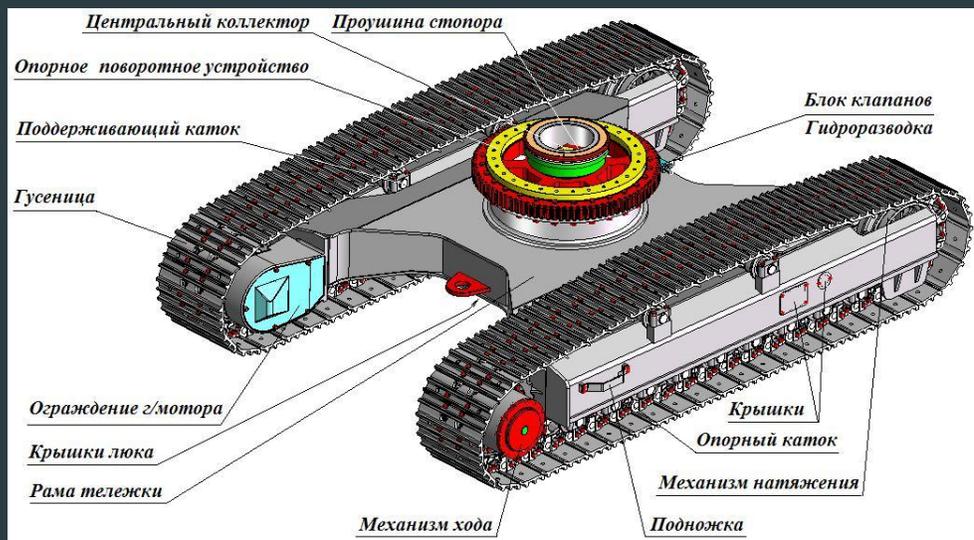
- гусеничное,
- пневмоколесное,
- шагающее,
- рельсового типа,
- специальное ,
- комбинированное.

Для строительных экскаваторов наиболее характерным является гусеничное и пневмоколесное ходовое устройство.



Ходовое устройство гусеничного типа, предназначено для передвижения экскаватора в пределах строительной площадки. Оно состоит из рамы и соединенных с ней двух гусеничных тележек. При передислокации с объекта на объект гусеничные экскаваторы перевозят на специальном прицепе при помощи автотягача.

Пневмоколесное ходовое оборудование обеспечивает большую мобильность: при передислокации с объекта на объект экскаватор может перемещаться своим ходом или на жесткой сцепке за тягачом (при этом должен быть отключен привод ведущих колес и гидроцилиндр управления поворотом передних колес). Поскольку жесткость пневмоколесного ходового оборудования невысока, при работе обязательно нужно использовать выносные опоры для разгрузки колеси увеличения опорного контура.



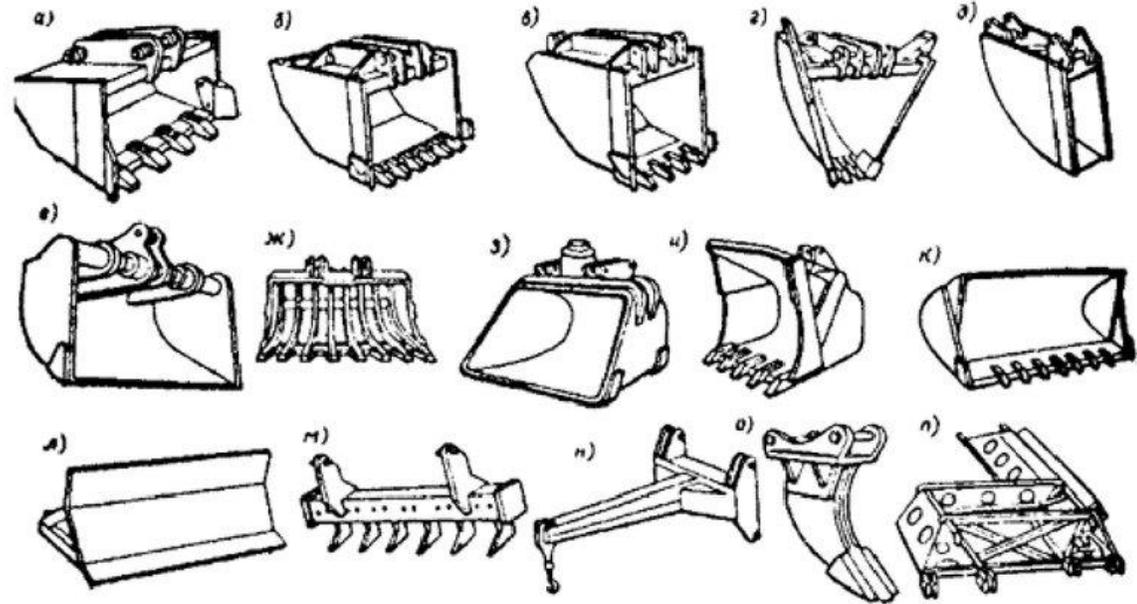
По назначению одноковшовые экскаваторы подразделяют на:

- а) универсальные;
- б) специальные.

Универсальные экскаваторы оснащены несколькими видами сменного рабочего оборудования, а **специальные** оснащены только одним видом такого оборудования.

Сменное рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов предназначено для выполнения различных земляных работ.

Одноковшовые экскаваторы



Навесное оборудование гидравлических экскаваторов

а, б, в, - ковши обратных лопат; г - ковш для дренажных работ; д - ковш для рытья узких траншей; е - ковш для планировочных работ; ж - зачистной ковш; з, и, к - погрузочные ковши; л - бульдозерный отвал; м - многозубый рыхлитель; н - крановая подвеска; о - однозубый рыхлитель; п - устройство для бокового смещения ковша.

Дополнительно может монтироваться буровое, сваебойное, крановое и другие виды оборудования.



Мультипроцессор



Мульчер



Виброриппер



Сортировочный ковш



Дробильный ковш



Гидравлический клеш-каптер



Бетоналом



Вибротрамбовка



Механический клеш-каптер



Гидронажницы



Гидромолот



Гидроповорот



Погрузочный грейфер



Многозвонный грейфер



Захват



Планировочный ковш



Траншейный ковш



Рылитель

Прямая лопата служит для разработки грунта, расположенного выше уровня стоянки экскаватора, в процессе копания ковш движется вверх от экскаватора.

Прямая лопата широко применяется в гидравлических экскаваторах 4-й - 6-й размерных групп и на экскаваторах с механическим приводом. Ею разрабатывают грунты I -III категории в интервале температур от -40 до +40 °С



Рис.1. Гидравлический экскаватор с прямой лопатой

- 1 - ходовая тележка;
- 2 - противовес;
- 3 - силовая установка;
- 4 -кабина;
- 5, 8, 9 - гидроцилиндры стрелы, ковша и рукояти;
- 6 - стрела;
- 7 - рукоять;
- 10 - ковш;
- 11 - платформа.

Основными элементами рабочего оборудования являются стрела 6, рукоять 7, ковш 10 и гидроцилиндры: подъема стрелы 5, поворота рукояти 9 и поворота ковша 8.

На экскаваторе могут устанавливаться как поворотные, так и неповоротные ковши. Поворотные значительно расширяют возможности экскаватора, обеспечивая помимо разработки грунта планировку забоя. В случае установки неповоротного ковша гидроцилиндр 8 служит для открывания днища ковша при выгрузке грунта.

Обратная лопата служит для разработки грунта, находящегося ниже уровня стоянки, при этом ковш движется вверх в сторону экскаватора.

Обратная лопата является основным рабочим оборудованием для гидравлических экскаваторов 2-й - 5-й размерных групп. Экскаватор с обратной лопатой предназначен для разработки грунтов I -III категории и предварительно разрыхленных мерзлых и прочных грунтов ниже уровня стоянки экскаватора и выполнения погрузо-разгрузочных работ в интервале температур от -40 до +40 С.

При работе обратной лопатой реализуются большие усилия копания, так как отпор грунта воспринимается не только массой рабочего оборудования, но и массой всей машины. Кроме того, улучшена наполняемость ковша и точность выгрузки за счет поворота его относительно рукояти, возможно применение широкого спектра удлиненных стрел и рукоятей и профильных ковшей для очистки кюветов, каналов и т.д.



Рис.2. Экскаватор гидравлический с обратной лопатой

- 1 - ходовая тележка;
- 2 - поворотная платформа;
- 3 - силовая установка;
- 4 - труба выхлопных газов;
- 5 - кабина;
- 6 - стрела;
- 7, 9, 11 - гидроцилиндры рукояти, ковша и стрелы;
- 8 - рукоять;
- 10 - ковш.

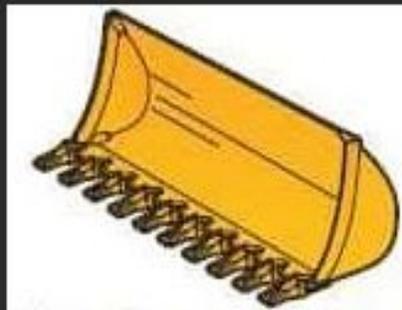
По конструктивному исполнению обратную лопату с гидроприводом выпускают нескольких разновидностей, но основными ее сборочными элементами является моноблочная (Г образная) или составная стрела 6, рукоять 8, ковш 10 обратной лопаты и гидроцилиндры 11, 7, 9 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша.

Стрела обратной лопаты сварена из листовой легированной стали. Она шарнирно закреплена в проушинах поворотной платформы, к которой присоединены также гидроцилиндры 11 подъема стрелы. Штоки гидроцилиндров шарнирно соединены со стрелой, при выдвигении штоков изменяется угол наклона стрелы по отношению к платформе.

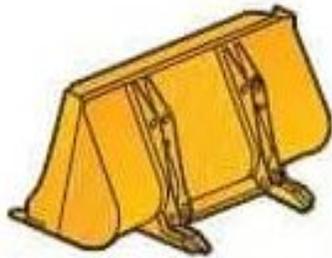
Рукоять шарнирно подвешена в головной части стрелы. В ее задней части шарнирно закреплен шток гидроцилиндра 7 поворота рукояти. С другой стороны гидроцилиндр связан со стрелой. Выдвижение или втягивание штока гидроцилиндра обеспечивает поворот рукояти относительно стрелы по часовой или против часовой стрелки. В передней части рукояти шарнирно установлен ковш 10, который свободно может поворачиваться при помощи гидроцилиндра, 9. Для увеличения угла поворота ковша гидроцилиндр связан с ним специальным шарнирным многозвенником.

Обратную лопату снабжают сменными ковшами различной формы и вместимости.

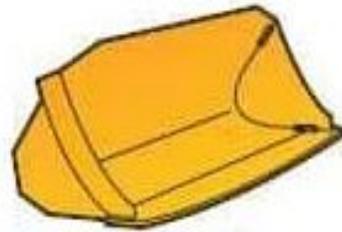




Ковш общего назначения с зубьями



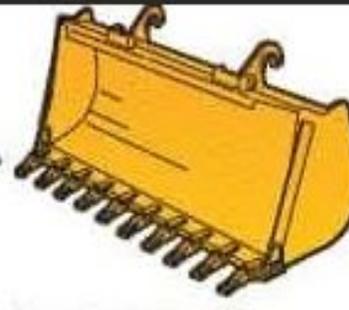
Ковш общего назначения с рыхлителем



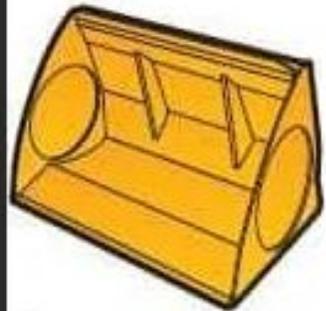
Ковш для камней с угловой режущей кромкой



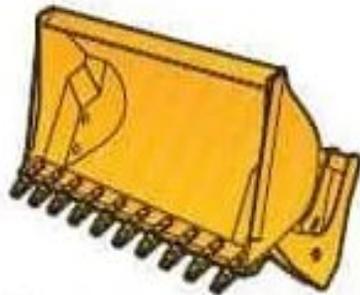
Ковш для камней с зубьями



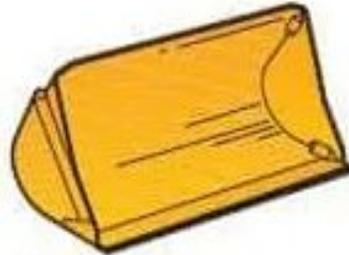
Ковш для камней (для быстроразъемного соединения)



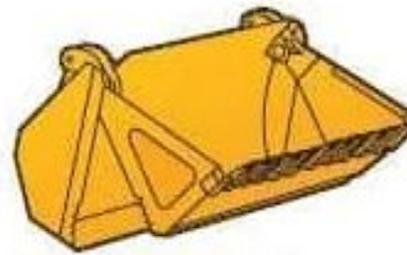
Ковш для угля или сельскохозяйственной продукции



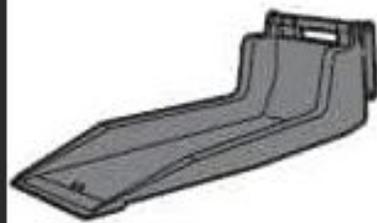
Ковш высокой разгрузки



Ковш для легких материалов



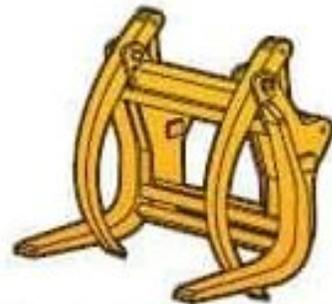
Многооперационный ковш



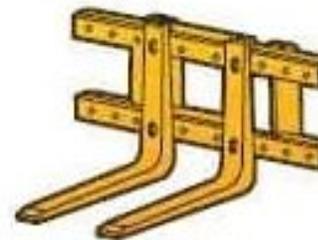
Ковш для очистки ленточных конвейеров



Вилы для поддонов Грузоподъемность – 7000 кг (для быстроразъемного соединения)



Гидравлический челюстной захват Грузоподъемность – 5500 кг Минимальный/максимальный ширина – 1,8 м диаметр захвата – 0,23 м/1,8 м



Вилы для поддонов Грузоподъемность – 5500 кг, Ширина – 2,4 м.

Ковши обратной лопаты чаще всего изготавливают сварной конструкции без открывающегося днища.

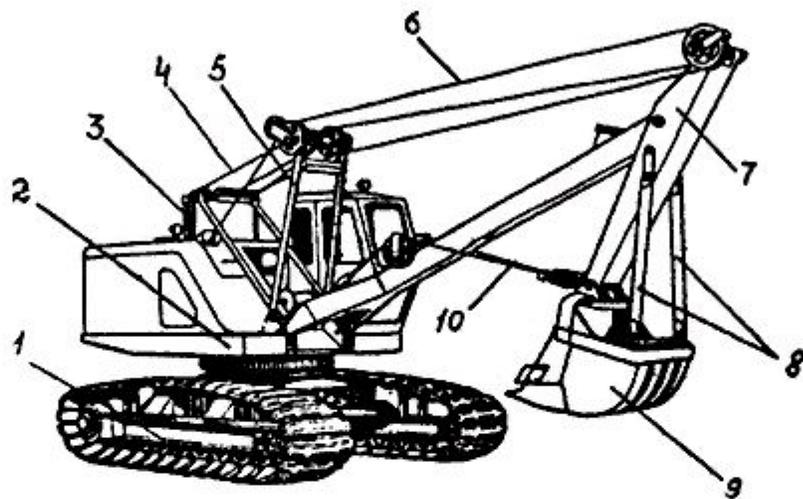
Верхний пояс ковша имеет усиление. В районе режущей кромки передней стенки приварены карманы для установки зубьев, количество которых зависит от ширины ковша и вида работ, для которых они предназначены.

Нередко зубья устанавливают и на боковых стенках, преимущественно при разработке грунта в траншеях. Эти зубья подрезают стенки траншеи, исключая заклинивание в ней ковша. Передняя стенка в нижней части имеет перфорацию для удаления воды при разработке переувлажненных грунтов.

При установке на экскаваторах составной стрелы основная и удлиняющая ее части соединяются между собой шарнирно, но для исключения их поворота друг относительно друга между ними устанавливают дополнительную тягу. Тяга имеет несколько фиксированных положений, что позволяет при необходимости изменять угол между основной и удлиняющей частями стрелы.

Разрабатывают грунт поворотом рукояти относительно стрелы или поворотом ковша относительно рукояти.

Обратная лопата экскаватора с механическим (канатным) приводом (рис.3) несколько отличается от обратной лопаты экскаватора с гидравлическим приводом.



- 1 - ходовое устройство;
- 2 - поворотная платформа;
- 3 - стойки;
- 4, 6 - канаты;
- 5 - стойки блоков;
- 7 - рукоять;
- 8 - тяги реактивные;
- 9 - ковш обратной лопаты;
- 10 - канат тяговый.

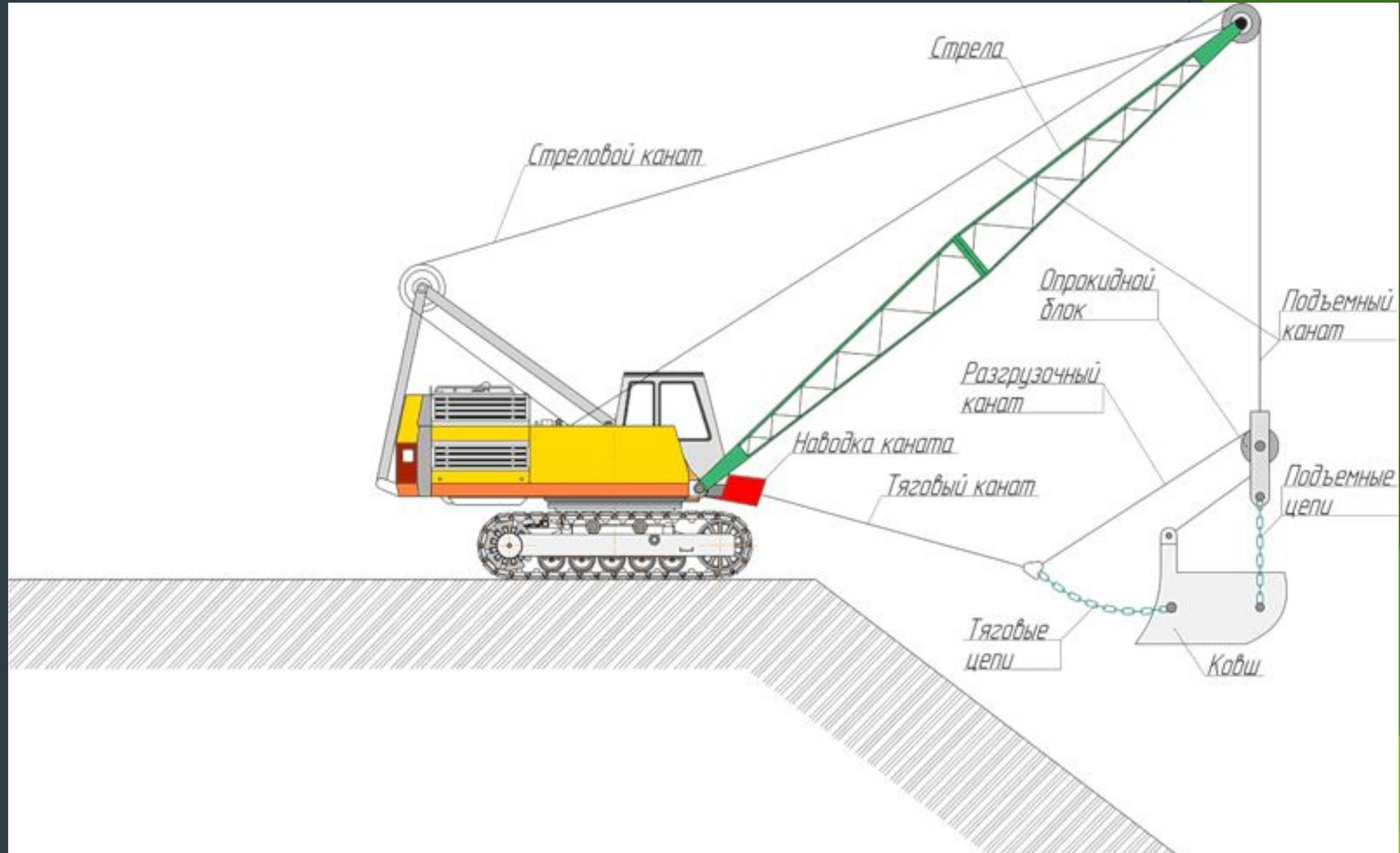
Ковш 9 (рис.3) к рукояти 7 крепится неподвижно, что достигается установкой реактивных тяг 8 между задней стенкой ковша и рукоятью. Рабочие движения ковша обеспечиваются изменением длин тягового 10 и подъемного 6 полиспастов.

Драглайн предназначен для разработки грунтов преимущественно ниже уровня стоянки экскаватора. Благодаря удлиненной решетчатой стреле драглайн может работать на большом радиусе копания, поэтому он применяется при отрывке больших котлованов, рытье каналов в ирригационном строительстве и выполнении погрузо-разгрузочных работ на сыпучих материалах.

Это единственный вид рабочего оборудования, который монтируется исключительно на экскаваторах с механическим приводом.



Драглайн



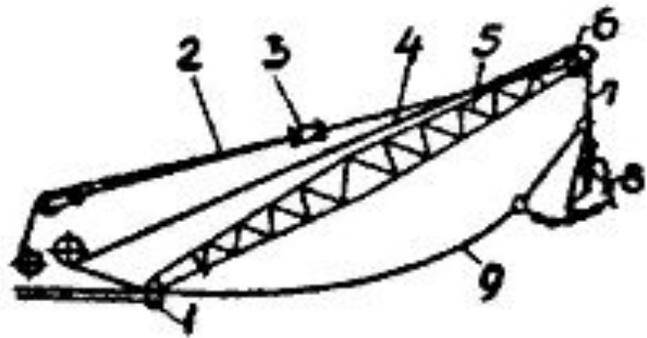


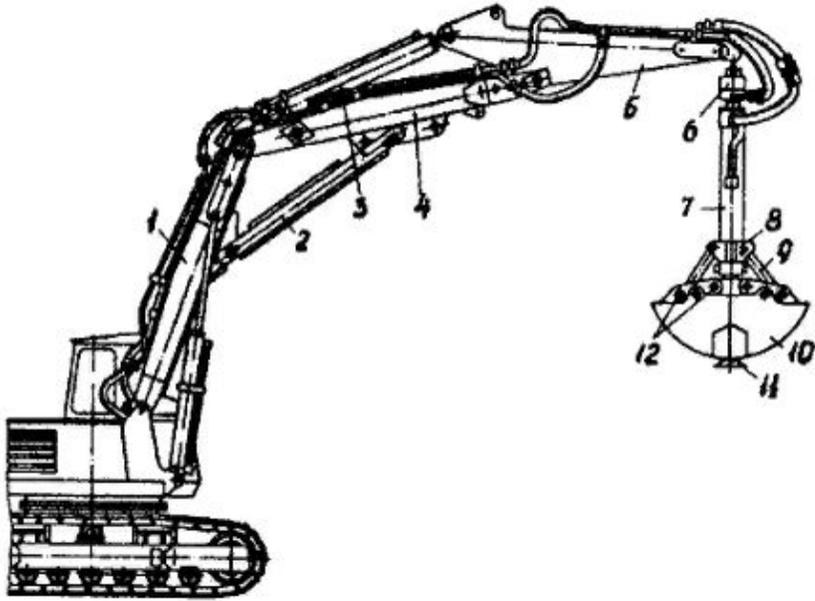
Схема драглайна

1 - наводка; 2 - канат; 3 - блок; 4 - канат; 5 - стрела; 6 - блок;
7 - канат; 8 - ковш драглайна; 9 - канат.

Рабочее оборудование включает стрелу решетчатого типа, ковш драглайна 8, тяговый 9 и подъемный 7 канаты. Подъемный канат огибает головной блок 6 стрелы и навивается на барабан подъемной лебедки. Тяговый канат направляется роликовым устройством (наводкой) 1 и навивается на барабан тяговой лебедки. Ковш подвешен к тяговому и подъемному канатам при помощи цепей, причем между ветвями подъемных цепей установлена распорка, обеспечивающая свободное перемещение ковша при разгрузке. Для того чтобы ковш разгрузить, его опрокидывают, ослабляя разгрузочный канат.



Грейфер применяют для отрывки котлованов, траншей, колодцев и выполнения погрузо-разгрузочных работ. Грейферы, используемые на экскаваторах с гидравлическим приводом, имеют жесткую подвеску. Это позволяет создавать необходимые усилия напора при врезании и эффективно разрабатывать плотные грунты.



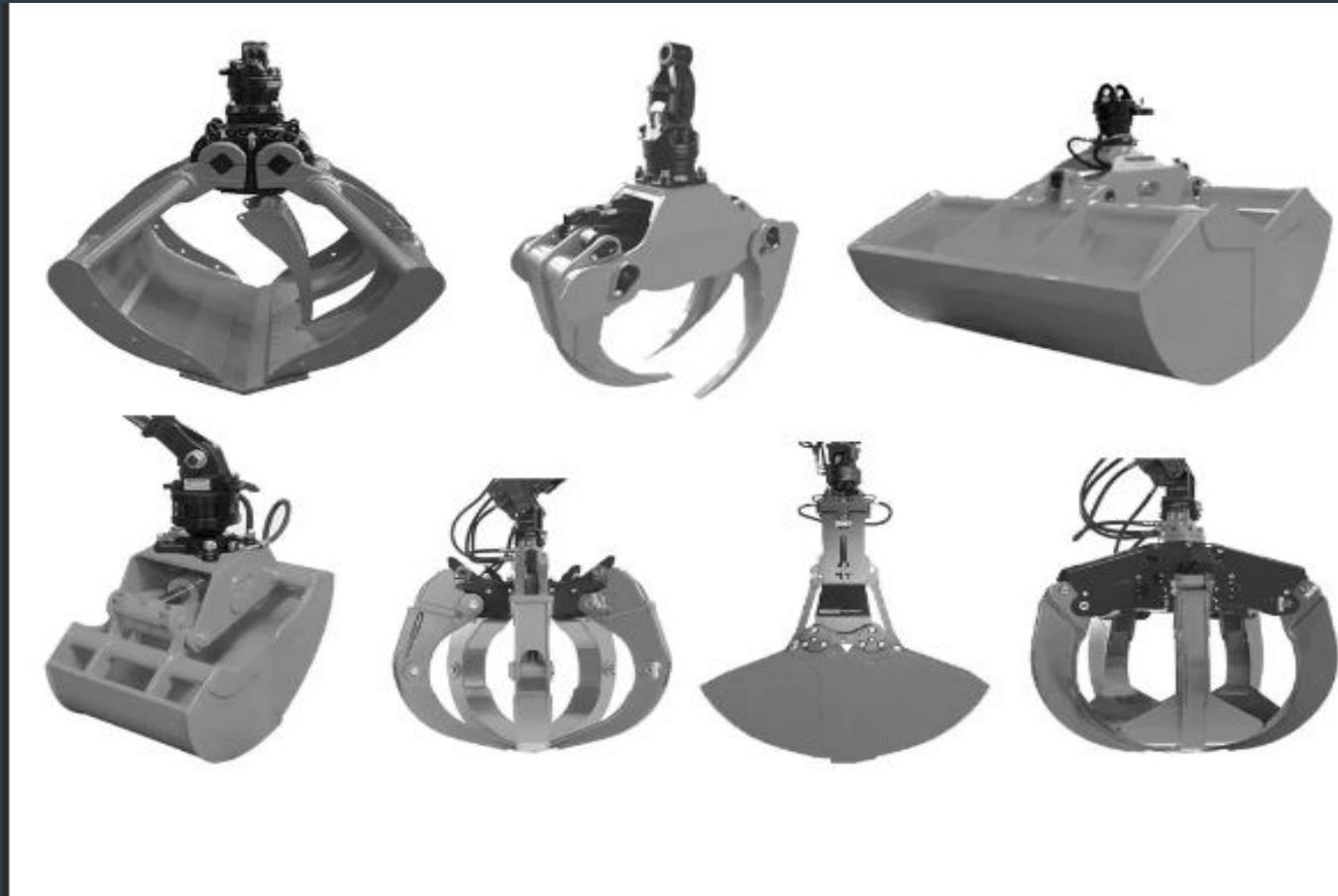
Рабочее оборудование грейфера

1 - базовая часть стрелы; 2 - тяга; 3 - гидроцилиндр рукояти; 4 - головная часть стрелы; 5 - рукоять; 6 - поворотная головка; 7 - рама; 8 - ползун; 9 - тяги; 10 - челюсть ковша; 11 - зубья ковша; 12 - оси.



Для навески грейфера используют базовую 1 и головную часть 4 стрелы, связанные тягой 2, и рукоять 5 обратной лопаты. Ковш грейфера состоит из двух челюстей 10 с зубьями 11 и двух тяг 9. В механизм подвески ковша входит рама 7, поворотная головка 6, гидроцилиндр расположенный внутри рамы, и ползун 8. Ширина челюстей ковша зависит от условий использования.

Грейферный ковш в зависимости от условий поворота в плане может крепиться к рукояти тремя способами: неповоротным, неполноповоротным и полноповоротным. При любом виде соединения ковш может раскачиваться в продольном и поперечном направлениях.



При копании исходное положение челюстей грейферного ковша – разомкнутое. Необходимое напорное усилие создается гидроцилиндрами 3 управления рукоятью. Замыкаются челюсти гидроцилиндром, расположенным внутри рамы. Поворотная головка обеспечивает поворот ковша в горизонтальной плоскости на 180°, что повышает эксплуатационные возможности оборудования.

При отрывке глубоких (до 30 м) колодцев применяют грейферное оборудование на напорной штанге, разработанное для экскаваторов 5-й и 6-й размерных групп.



При оборудовании грейфером экскаватора с механическим приводом на нем монтируют удлиненную решетчатую стрелу. Челюсти ковша замыкают тяговым канатом, а высоту изменяют подъемным канатом.

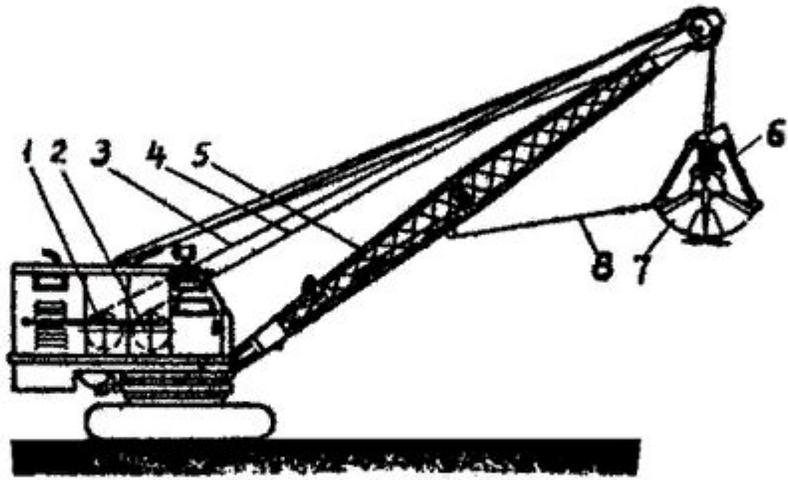


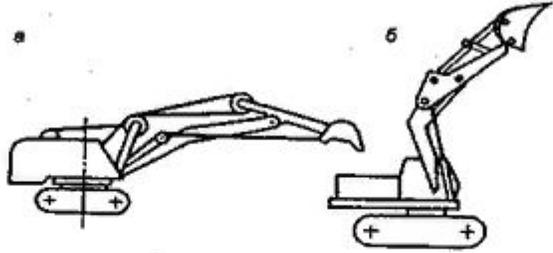
Рис.6. Схема грейфера с механическим приводом

- 1, 2 - барабаны;
- 3 - тяговой канат;
- 4 - подъемный канат;
- 5 - стрела;
- 6 - тяги челюстей ковша;
- 7 - грейфер;
- 8 - оттяжка.

Недостаток грейферного оборудования с канатным управлением заключается в том, что плотность разрабатываемого грунта зависит от его массы, поэтому основная область их применения погрузо-разгрузочные работы на сыпучих материалах.



По типу подвески рабочего оборудования различают экскаваторы с гибкими элементами (преимущественно канатами) для удержания и приведения в действие рабочего оборудования (**гибкая подвеска**) и с жесткими элементами - преимущественно гидравлическими цилиндрами (**жесткая подвеска**).



а - с гибкой подвеской;
б - с жесткой подвеской

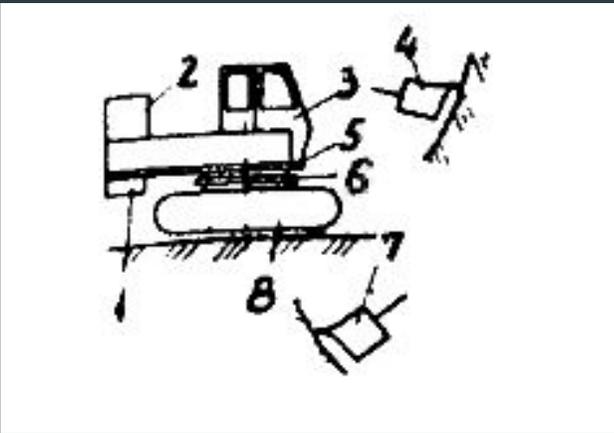
Классификация экскаваторов по типу подвески рабочего оборудования:

Конструктивные особенности рабочих органов определяются их назначением. По основному назначению применяются рабочие органы ковшового, грейферного и рыхлительного типов.

Экскаваторы, являясь наиболее универсальными из всех строительных машин, имеют более сорока видов сменного рабочего оборудования.

По возможности поворота платформы экскаваторы подразделяют на полно- и неполноповоротные. На полноповоротных экскаваторах поворот рабочего оборудования в плане не ограничен. Неполноповоротные экскаваторы выпускают в качестве навесного рабочего оборудования на колесном тракторе, поэтому угол поворота поворотной колонки ограничен и составляет 150 - 240°. Для расширения производственных возможностей в настоящее время за рубежом освоен выпуск полноповоротных экскаваторов с поворотной колонкой.

Все одноковшовые экскаваторы, за исключением неполноповоротных, независимо от вида рабочего оборудования и типа подвески имеют одинаковую структурную базу, включающую поворотную платформу 5, силовую установку 2, опорно-поворотное устройство 6, ходовое устройство 8, противовес 1, кабину оператора 3, рабочее оборудование 4, 7 и механизмы передвижения и поворота.



Базовая часть одноковшового экскаватора и основные виды сменного рабочего оборудования

Выбор типа экскаваторов, его модели и вида рабочего оборудования производят исходя из грунтовых и климатических условий, объемов и сроков производства работ, параметров земляных сооружений, дальности транспортирования грунта и ряда других факторов.

Основными положениями при выборе экскаватора также являются: выбор рациональной схемы работы; выбор рациональных технологических параметров забоя; рациональное использование взаимодействующих машин (экскаваторов и самосвалов). Вид рабочего оборудования уточняется в зависимости от характера работ

Виды рабочего оборудования	Вместимость ковша, м ³		Работа
	Группа грунта		
	I...III	IV...VI	
Прямая лопата	0,25...2,5	0,65...3	Разработка котлованов и резервов с погрузкой грунта в транспорт
Обратная лопата и драглайн	0,25...2,5	0,65...3	Разработка котлованов, траншей и резервов с погрузкой грунта в транспорт и укладкой его в отвал
Грейфер	0,5...1,5	0,5...1,5	Разработка глубоких выемок с вертикальными стенками, добыча песка и гравия из-под воды.
Планировочное оборудование	0,25...4	0,4...0,65	Планировка откосов, траншей, расчистка каналов

Многоковшовые (траншейные) экскаваторы

Многоковшовые или как их еще называют траншейные экскаваторы – это землеройные машины, выполняющие все операции технологического цикла (разработку грунта, транспортировку его на поверхность и выгрузку в отвал или транспортное средство) одновременно.



Многоковшовые экскаваторы являются самоходными землеройными машинами непрерывного действия, которые при своем поступательном движении отрывают позади себя продольную выемку - траншею определенной глубины и ширины.

В отличие от одноковшовых траншейные постоянно передвигаются во время работы и отделяют грунт от массива с помощью группы непрерывно движущихся по замкнутому контуру ковшей или скребков и одновременно эвакуируют его в сторону от траншеи в отвал или в транспортные средства с помощью отвального устройства.

Следовательно, производительность траншейных экскаваторов, постоянно передвигающихся во время работы и отделяющих грунт от массива с помощью группы непрерывно движущихся по замкнутому контуру ковшей или скребков, в 2-2,5 раза выше, чем у одноковшовых машин, при более высоком качестве работ и меньших энергозатратах на 1 м^3 разработанного грунта.

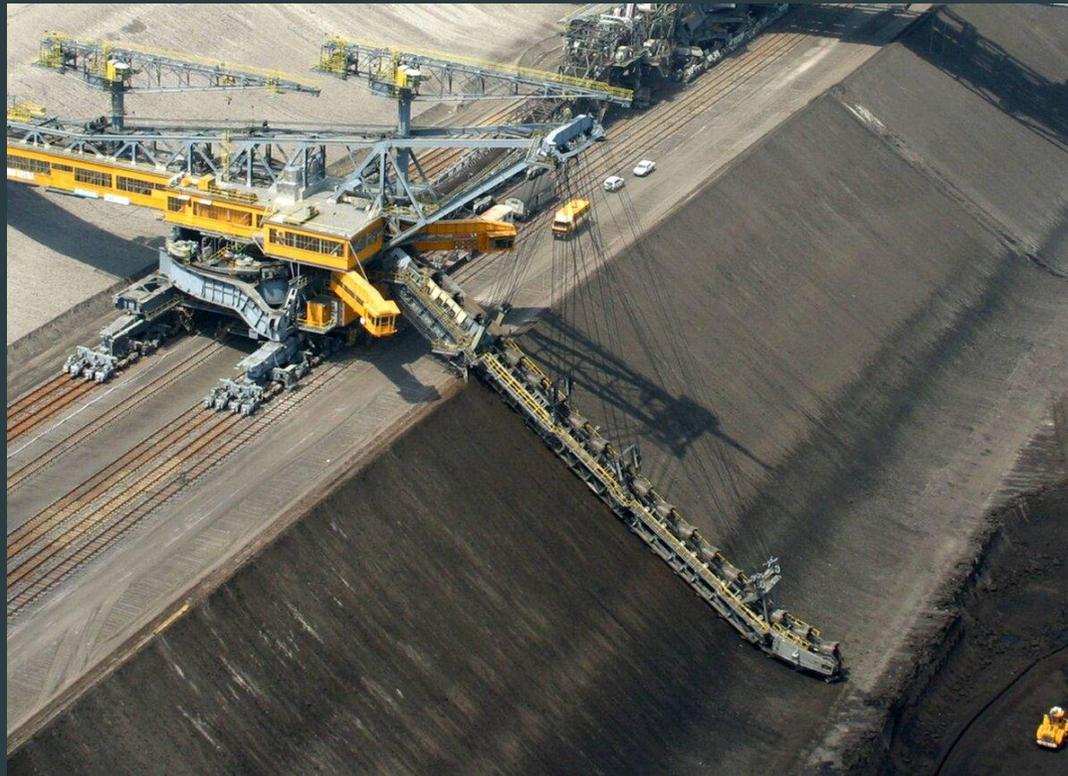


Совместно с другими видами машин и вспомогательного оборудования экскаваторы непрерывного действия образуют технологические комплексы, предназначенные для выполнения различных видов работ при строительстве нефте- и газопроводов, оросительных и осушительных каналов, устройстве дренажных систем, закрытых напорных водоводов, добыче и переработке нерудных строительных материалов, строительстве подземных кабельных линий связи и электропередач, других коммуникаций.



Траншейные экскаваторы классифицируют по следующим основным признакам:

- по типу рабочего органа - цепные (ЭТЦ) и роторные (ЭТР);
- по способу соединения рабочего оборудования с базовым тягачом - с навесным и полуприцепным рабочим оборудованием;
- по типу ходового устройства базового тягача - на гусеничные и пневмоколесные
- по типу привода - с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводом.



Рабочим органом цепных экскаваторов является однорядная или двухрядная свободно провисающая бесконечная цепь 5, огибающая наклонную раму 7 и несущие на себе ковши или скребки 6

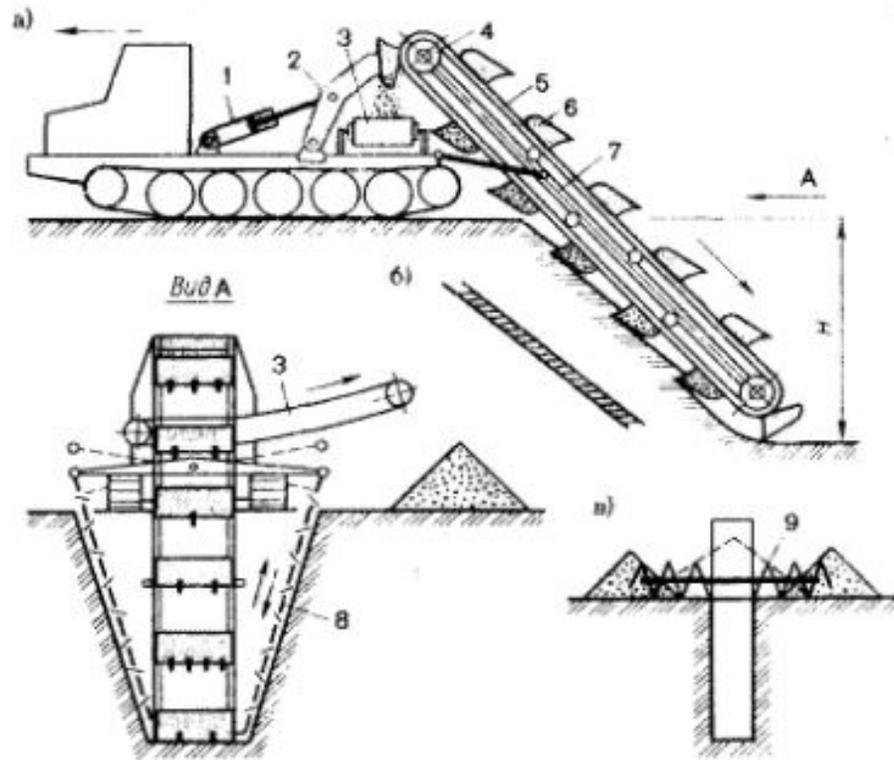


Схема цепного траншейного экскаватора



Рабочим органом роторных экскаваторов является жесткий ротор (колесо) 12 с ковшами или скребками 11, вращающийся на роликах 8 рамы 9.

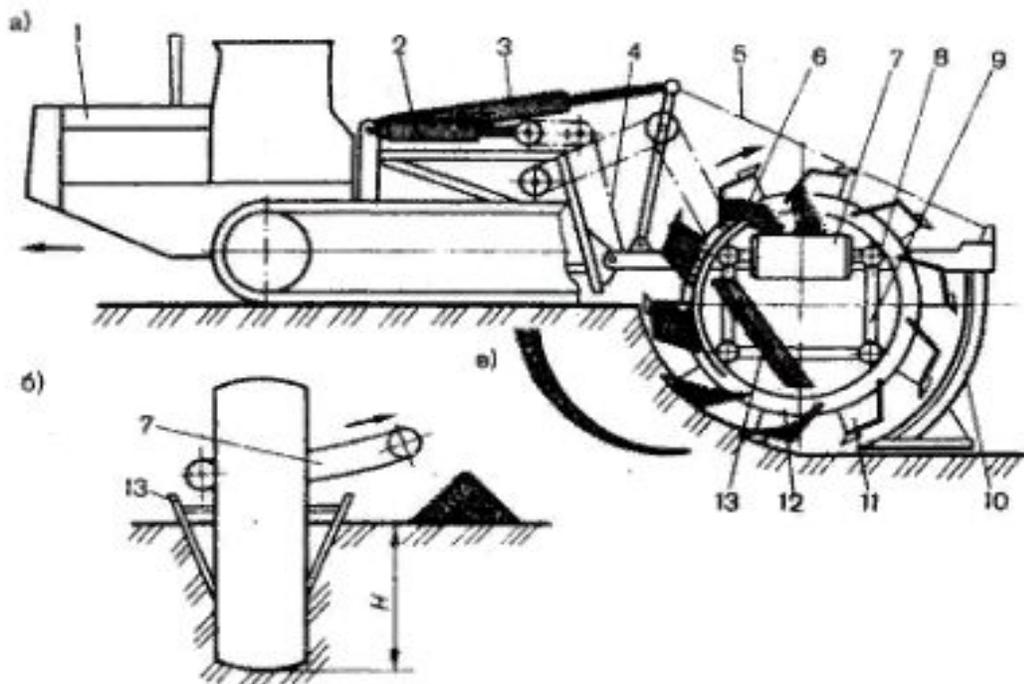


Рис 2. Схема роторного траншейного экскаватора



Ширина отрываемых траншей прямоугольного профиля зависит от ширины ковша или скребка и расположения на них режущих элементов.

На один и тот же базовый тягач могут быть навешены сменные рабочие органы с различной шириной и количеством ковшей (скребков) для рытья траншей с различными параметрами профиля.

Для получения трапецеидального профиля рабочие органы цепного и роторного траншейного экскаватора оборудуют активными и пассивными откосообразователями.

Для разработки мерзлых грунтов цепные экскаваторы оборудуют специальными сменными рабочими органами. Ковши роторных экскаваторов при разработке мерзлых грунтов оснащают специальными сменными зубьями, армированными твердосплавными износостойкими пластинами. Копание мерзлых грунтов ведется на пониженных скоростях тягача и рабочего органа, поэтому производительность экскаватора снижается в 3-5 раз.



Техническая производительность экскаваторов непрерывного действия для грунтов одной группы Π_T , м³/ч составляет

$$\Pi_T = v_x F$$

v_x - рабочая скорость хода экскаватора, м³/ч;
 F - площадь поперечного сечения выемки, м².

При определении технической производительности усредненной по категориям грунтов, учитывают долю грунта каждой категории в общей выработке машин и производительность по каждой категории.



Что касается обозначения, для экскаваторов непрерывного действия принята буквенно-цифровая индексация.

Буквенная часть индекса характеризует тип рабочего органа:

- ЭТР - рабочий орган роторного типа;
- ЭТЦ - рабочий орган цепного типа.

Две первые цифры отражают глубину копания, дм, третья - порядковый номер модели; для экскаваторов роторных стреловых первые три цифры - вместимость ковша, л, четвертая - порядковый номер модели; для экскаваторов поперечного копания первые две цифры - вместимость ковша, л, третья - порядковый номер модели. При модернизации после цифр добавляют буквы по порядку русского алфавита.

Например, индекс ЭТР-252А обозначает: экскаватор траншейный роторный с глубиной копания до 25 дм, вторая модель, первая модернизация.