

## Глава 10. Экскаваторы непрерывного действия.

### 10.1. Общие сведения.

*Экскаваторами непрерывного действия* называют землеройные машины, непрерывно разрабатывающие грунт с одновременной погрузкой его в транспортное средство или укладкой в отвал. Рабочий орган экскаватора непрерывного действия оборудован несколькими ковшами, скребками или резцами, поочередно отделяющими грунт от массива. Их закрепляют на едином рабочем органе - роторе или замкнутой цепи, располагая с определенным постоянным шагом.

Грунт разрабатывают в процессе двух независимых движений: относительного - многократного непрерывного перемещения ковшей или заменяющих их рабочих органов по замкнутой траектории относительно несущей рамы и переносного - перемещением рамы вместе с рабочими органами, называемого подачей. Для отсыпки грунта используют специальное транспортирующее устройство, чаще - ленточный конвейер, на который грунт поступает из ковшей или заменяющих их рабочих органов.

Однотипность рабочих движений предопределяет автоматизацию процесса и, как следствие, облегчение управления, которое сводится к начальной настройке экскаватора на определенный режим в соответствии с технологическими требованиями и характеристикой разрабатываемого грунта, наблюдению за его работой и оперативному ручному управлению в экстремальных ситуациях, например, для остановки рабочего органа при встрече с непреодолимым препятствием, для изменения режимов рабочих движений и т. п. По этому показателю экскаваторы непрерывного действия имеют преимущество перед одноковшовыми экскаваторами, управление рабочим процессом которых требует постоянного участия машиниста в течение каждого экскавационного цикла. Вторым важным преимуществом этих экскаваторов перед одноковшовыми является более полное использование во времени установленной мощности

энергосиловой установки и, как следствие, при прочих равных условиях, более высокая техническая производительность.

### ***Классификация многоковшовых экскаваторов:***

В зависимости от направления движения режущей кромки ковша по отношению к направлению движения машины различают экскаваторы продольного, поперечного и радиального копания.

*У экскаваторов продольного копания* направление движения режущей кромки ковша совпадает с направлением движения машины. Применяются для разработки узких траншей. *Экскаваторы продольного копания* (цепные и роторные) в основном исполнении являются траншейными экскаваторами и могут иметь дополнительное оборудование, превращающее их в дреноукладчики (оснащаются трубоукладчиком и автоматикой поддержания глубины и угла наклона траншеи) или каналокопатели (оснащаются рабочими органами для разработки откосов).

*У экскаваторов поперечного копания* направление движения режущей кромки ковша перпендикулярно направлению движения машины. Применяются для разработки котлованов, копания каналов, добычи полезных ископаемых. *Экскаваторы поперечного копания* являются цепными экскаваторами и могут иметь мелиоративное и карьерное исполнение.

*Экскаваторы радиального копания.* Перемещение рабочих органов производится поворотной телескопической стрелой. *Экскаваторы радиального копания (роторные стреловые экскаваторы)* являются роторными экскаваторами и имеют карьерное исполнение.

В зависимости от способа закрепления ковшей различают цепные и роторные экскаваторы:

*Цепные экскаваторы.* Ковши закреплены на бесконечной цепи или цепях. Отвал грунта производится непосредственно из ковшей. Форма направляющей цепи обычно задаёт профиль копания.

*Роторные экскаваторы.* Ковши закреплены на жестком роторе. Отвал грунта может производиться как непосредственно из ковшей, так и посредством транспортера.

Экскаваторы непрерывного действия подразделяются по следующим признакам:

- по конструкции рабочего органа:

- цепные (рабочие элементы размещены на бесконечной цепи или цепях);
  - баровый рабочий орган;
  - рабочий орган со свободно провисающей цепью;
- роторные (рабочие элементы размещены на окружности вращающегося ротора);
  - рабочие элементы размещены по ободу ротора;
  - рабочие элементы размещены на боковой поверхности ротора;
- двухроторные, или двухфрезерные (рабочий орган состоит из двух наклонных роторов, боковая поверхность которых работает как фреза);
  - комбинированные:
    - плужно-роторные (рабочий орган состоит из ротора и плуга);
    - шнекороторные (рабочий орган состоит из ротора и шнеков);
  - по типу рабочих элементов:
    - ковшовый рабочий орган (многоковшовые экскаваторы);
    - скребковый, резцовый, плужковый или смешанный рабочий орган;
      - по назначению:
        - траншейные, предназначены для прокладки траншей;
        - дреноукладчики, используются для организации дренажа;
        - каналокопатели, используются для прокладки каналов (оросительных, осушительных) и кюветов;
        - карьерные, используются для вскрышных и добычных работ.
      - по типу привода:
        - с механическим приводом;
        - с гидравлическим приводом;
        - с электрическим приводом;
        - с комбинированным приводом;
      - по типу ходового устройства:
        - на гусеничном ходу;
        - на пневмоколёсном ходу;
      - способу соединения рабочего оборудования с ходовой частью:
        - навесные (без дополнительной опоры рабочего органа);
        - полуприцепные (рабочий орган опирается на тягач спереди и на дополнительную тележку сзади);

- прицепные (рабочий орган имеет собственную ходовую часть и буксируется тягачом).

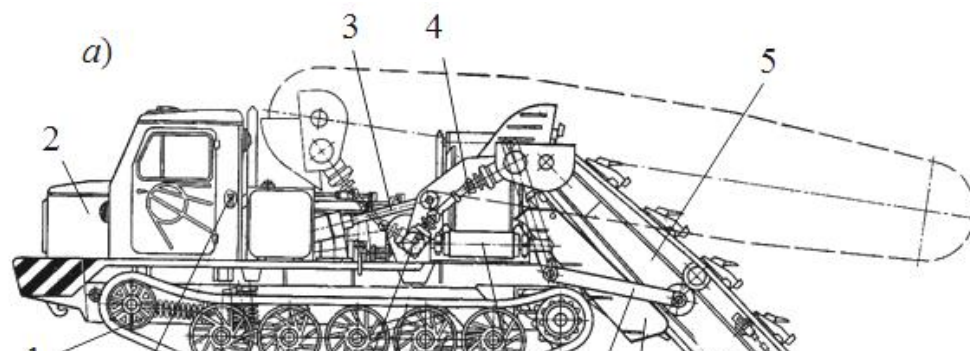
- Экскаватор непрерывного действия имеет в своём составе следующие агрегаты: силовую установку; рабочее оборудование (рабочий орган с рабочими элементами); ходовое устройство (пневмоколёсное (гусеничное или комбинированное)); кабину машиниста с элементами управления.

Разновидностью экскаватора непрерывного действия является также многочерпаковый земснаряд -дноуглубительное судно с рабочим органом, представляющим собой многоковшовую бесконечную цепь. При движении цепи черпаки захватывают грунт со дна, транспортируют его к поверхности и выгружают на борт транспортного судна.

Цепные и роторные траншейные экскаваторы имеют обозначения *ЭТЦ* (экскаватор траншейный цепной) и *ЭТР* (экскаватор траншейный роторный); устаревшими обозначениями являются *ЭТ* (экскаватор траншейный), *ЭТН* (экскаватор траншейный навесной), *ЭТУ* (экскаватор траншейный универсальный). Вслед за буквенным обозначением следует сочетание из 3, 4 цифр, за которыми могут следовать буквы. Первые две цифры означают глубину копания в дециметрах, последние 1—2 цифры — номер модели; первая буква (А, Б, В...) означает очередную модернизацию, следующие буквы (С, Т, ТВ...) - климатическое исполнение.

**Траншейные цепные экскаваторы** применяют для рытья траншей под кабели, канализационные трубопроводы, линии связи и др., глубиной до 6 м и шириной до 2 м. Траншейные роторные экскаваторы получили широкое применение для рытья траншей под газо- и нефтепроводы глубиной до 2,5 м и шириной до 2,6 м.

Цепные траншейные экскаваторы применяются с наклонной (рис. 10.1) или вертикальной ковшовой рамой. Наклонная ковшовая рама 5 опирается своими роликами на верхние полки направляющей рамы. Цепи с ковшами огибают поддерживающие ролики, натяжные колеса и ведущие звездочки. Подъем и опускание ковшовой рамы производится гидроцилиндрами 3.



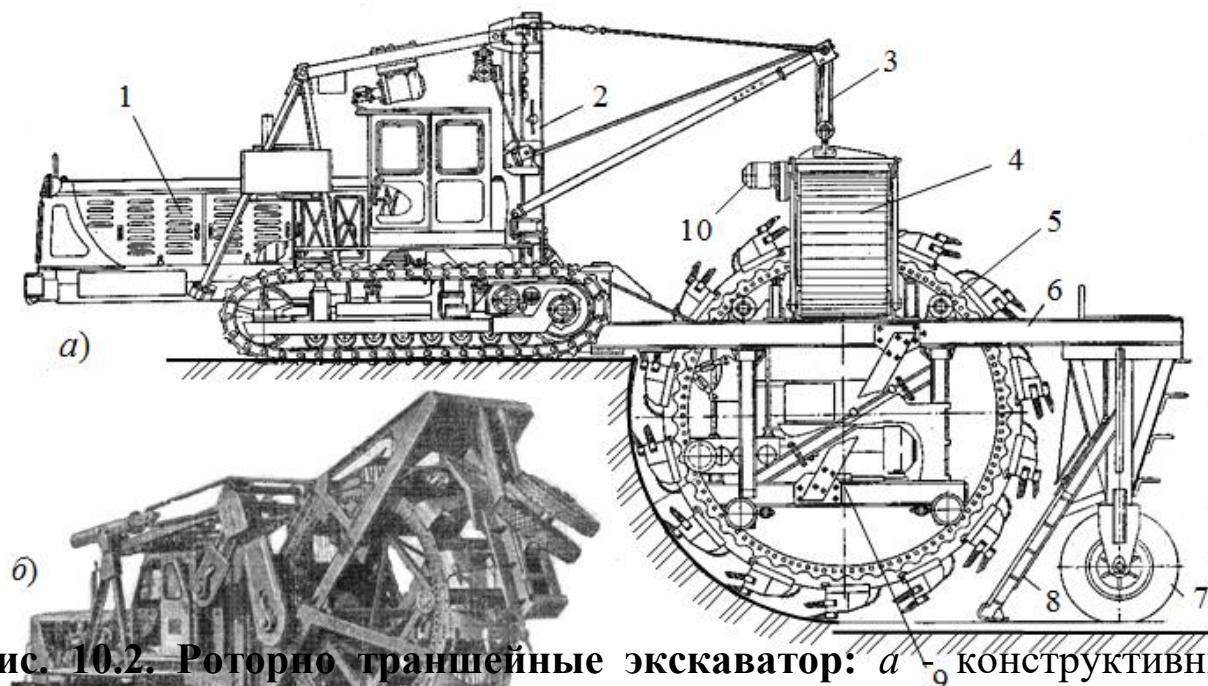
**Рис. 10.1. Траншейные цепной экскаватор:** *а* - конструктивные схема; *б*-общие выд; 1-гусеничный ход; 2-кабина; 3-гидроцилиндр для подъема и опускание рабочего органа; 4-карданная вал; 5- цепной рабочего органа; 6-жолоб; 7-вылка; 8-поперечный транспортер; 9-угловой редуктор; 10-безступенчатие регулировычные механизм.

Работа траншейного экскаватора с наклонной рамой начинается с опускания ее на поверхность грунта и постепенного заглубления ковшей. Ковши срезают слой грунта и наполняются; при опрокидывании ковшей, огибающих верхнюю звездочку, грунт из ковшей высыпается в лоток; с лотка грунт ссыпается на поперечный транспортер, выдающий грунт в отвал вдоль траншеи. Скорость движения ковшовой цепи и скорость движения машины должны быть так соразмерны с емкостью ковша и глубиной забоя, чтобы ковш за время прохождения его от дна до верхней кромки траншеи успевал наполниться. Если экскаватор будет продвигаться слишком быстро или ковшовая цепь будет двигаться медленнее, чем это требуется, то ковши будут переполняться. При обратном соотношении скоростей машины и ковшовой цепи будет недостаточное наполнение ковша. Траншейный экскаватор с вертикальной ковшовой рамой поднимает и опускает раму с помощью цепи и подъемного механизма. Сзади ковшовой цепи установлен зачистной башмак. Транспортер небольшой длины установлен внутри ковшовой рамы. Ковши разгружаются вперед по ходу цепи на транспортер. Привод ковшовой цепи имеет промежуточный редуктор, двойную цепную передачу и редуктор.

**Роторные траншейные экскаваторы** обеспечивают копание траншей в грунтах до IV категории включительно и при глубине промерзания верхнего слоя грунта до 0,7 м, в то время как область применения цепных траншейных экскаваторов ограничена грунтами

III категории. Роторный траншейный экскаватор (рис. 10.2) состоит из тягача (трактора) 1, рабочего органа в виде ротора с ковшами 5 и транспортера 4.

Резание грунта и подъем его из траншеи производятся ковшами ротора; из ковшей грунт пересыпается на короткий поперечный ленточный транспортер, который выдает грунт в отвал или в транспортные средства. Роторный экскаватор создает траншею прямоугольного сечения с вертикальными стенками. Для получения трапецеидального сечения траншеи ее стенки срезают двумя боковыми наклонными фрезами. В некоторых конструкциях для этой цели делают качающийся ротор.



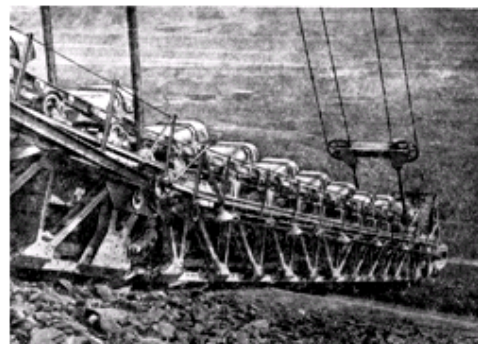
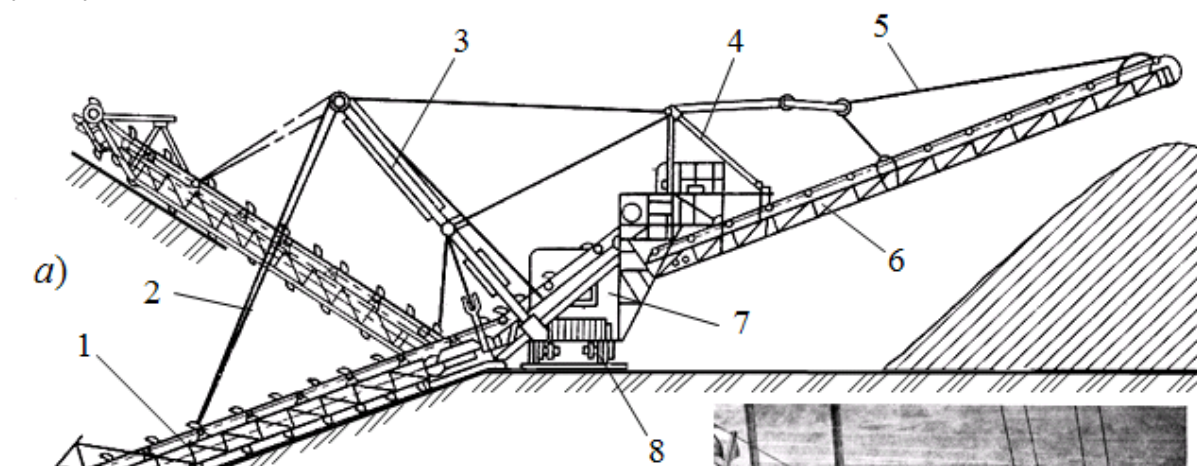
**Рис. 10.2. Роторно траншейные экскаватор:** *а* – конструктивные схема; *б* – общий вид; 1 – трактор; 2 – стойка; 3 – полиспаст; 4 – транспортер; 5 – ковшовый ротор; 6 – рама рабочего органа; 7 – опорная колесо; 8 – зачестной отвал; 9 – рама ротора; 10 – гилроматор или электродвигатель.

Производительность роторного траншейного экскаватора (при тех же размерах траншеи) в 2 раза больше производительности цепного и в 5...6 раз больше одноковшового. Роторный дизель-электрический экскаватор с индивидуальными электродвигателями для отдельных механизмов копает траншеи глубиной до 2,2 м и шириной 1,2 и 1,45 м при расчетной производительности до 500 м<sup>3</sup>/ч. Масса такой машины 25 т, мощность двигателя 150 л.с. Универсальный экскаватор роторного типа при ширине ротора 1,2 м может копать траншею шириной от 1,2 до 2,6 м. Особенностью этого экскаватора является наличие гидравлического устройства,



автоматически осуществляющего переменное движение передней части рамы с ротором в горизонтальной плоскости, в стороны от оси копания на заданную величину. Роторные траншейные экскаваторы более изнаноустойчивы, чем цепные, так как у них отсутствует быстро изнашивающаяся ковшовая цепь, и они более производительны, но могут копать траншеи глубиной только до 2,5 м, так как при большей глубине траншеи требуется ротор очень больших размеров.

На рис. 10.3 показан многоковшовый цепной карьерный экскаватор – планировщик поперечного копания. Такие экскаваторы работают при малой толщине срезаемой стружки на грунтах без каменистых включений. Этим значительно ограничивается область их применения в строительстве. Экскаватор поперечного копания движется по рельсам вдоль забоя, срезая ковшами вдоль откоса тонкую стружку.

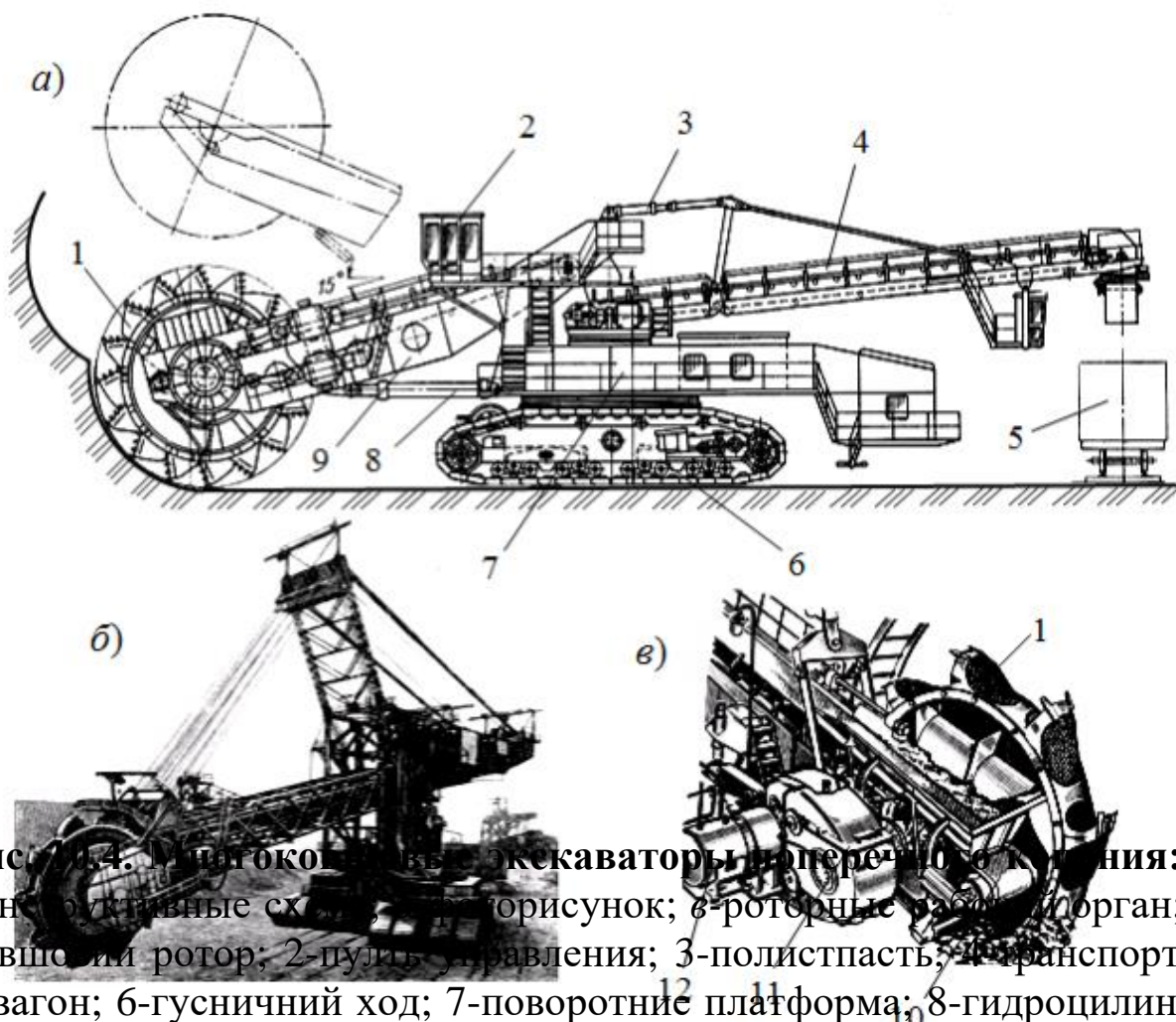


**Рис. 10.3. многоковшовый цепной карьерный экскаватор, (а) конструктивные схема и (б) фоторисунок.**

Экскаватор может копать выше или ниже уровня площадки, по которой он передвигается. Экскаваторы поперечного копания могут выдавать грунт через бункер в транспортные средства или с помощью отвального транспортера выдавать грунт в отвал, идущий параллельно обрабатываемому откосу на некотором расстоянии от него.

На рис. 10.4 показан карьерный роторный экскаватор. Привод основных механизмов – ротора с ковшами 1, ленточных транспортеров 10, лебедок, механизма поворота платформы 7 экскаватора и гусеничного хода 6 осуществляется электродвигателями переменного тока, питаемыми от сети. Средняя потребляемая мощность 500 кВт.

Ротор имеет восемь ковшей емкостью по 350 л; диаметр ротора 6 м. Производительность машины 500 м<sup>3</sup>/ч, масса 400 т. Рабочие размеры машины: радиус копания 24 м, высота копания 20 м, глубина копания 3 м. Машина имеет автоматическое управление приводом поворота. Экскаватор может работать с отвалообразователем.



**Рис. 10.4. Многоковшовые экскаваторы поперечного копания: а-конструктивные схемы экскаваторисунок; б-роторные разгрузочные органы; 1-ковш на роторе; 2-пульт управления; 3-полистпасть; 4-транспортер; 5-вагон; 6-гусничний ход; 7-поворотные платформы; 8-гидроцилиндр; 9-рама ротора; 10-транспортер ротора; 11-редуктор; 12-электродвигатель.**

Производительность многоковшовых экскаваторов определяется по формуле:

$$P_{\text{э}} = \frac{60 \cdot q \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}{1000 \cdot K_{\text{р}}}; \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (10.1)$$

где  $q$  – емкость ковша в л;  $n$  – число разгрузок ковшей в минуту;  $K_{\text{н}}$ ,  $K_{\text{в}}$ ,  $K_{\text{р}}$  – коэффициенты наполнения ковшей, использования машины во времени, разрыхления.

### Контрольные вопросы.



1. Для чего предназначены экскаваторы непрерывного действия? Какими рабочими органами их оборудуют? Какими рабочими движениями обеспечивается разработка грунта? Какими преимуществами обладают экскаваторы непрерывного действия перед одноковшовыми? Приведите классификацию экскаваторов непрерывного действия.

2. Для чего предназначены траншейные экскаваторы? Какими рабочими органами их оборудуют? Что является главным параметром траншейного экскаватора? Как построен его индекс? Приведите примеры. На базе каких машин изготавливают траншейные экскаваторы? В чем заключается их переоборудование под тягач экскаватора? Как определяют техническую производительность траншейного экскаватора?

3. Как устроен и как работает роторный траншейный экскаватор? Для чего днища ковшей изготавливают из цепных матов? Как и для чего зубья на ковшах расставлены по специальной схеме? Как работают ножевые откосники? Какие типы конвейеров устанавливают на роторных траншейных экскаваторах? Для чего служит зачистной щит? Какими образом разгружают заднюю опору рабочего органа? Как соединен рабочий орган с тягачом? Объясните схемы привода ходового устройства, рабочего органа и отвалообразователя. Какими параметрами обеспечивается производительность экскаватора, как они связаны между собой?

4. Как устроен и как работает цепной траншейный экскаватор? Как устроены и как работают комбинированные рабочие элементы? Каковы преимущества перед ковшовыми рабочими органами? Как перемещали грунт к отвалообразователю по выходе из траншеи?

5. Для чего применяют скребковые экскаваторы? Как они устроены и как работают? Как определяют их техническую производительность?

6. Какими параметрами обеспечивается техническая производительность цепного траншейного экскаватора? Как они связаны между собой?

7. Для чего применяют роторные экскаваторы поперечного копания? Как они устроены и как работают? Как определяют их техническую производительность?

8. Для чего применяют цепные экскаваторы поперечного копания? Как они устроены и как работают? Объясните технологические схемы копания грунта цепными экскаваторами. Как определяют их техническую производительность?

## **11. Землеройно-транспортные машины.**

### **11.1. Общие сведения.**

*Землеройно-транспортными* (ЗТМ) называют строительные машины, отделяющие грунт от массива тяговым усилием с последующим его перемещением к месту отсыпки собственным ходом. Основными рабочими операциями ЗТМ являются: послойная разработка грунта, его транспортирование и укладка в основание строительного объекта или отвал, а также планировка земляных поверхностей. В зависимости от вида рабочего органа различают *ковшовые* (скреперы) и *отвальные* (бульдозеры, автогрейдеры, грейдер-элеваторы) ЗТМ. Эти машины отличаются простотой конструкции, универсальностью и высокой производительностью. Их применяют в дорожном строительстве, при рытье котлованов и каналов, возведении насыпей, планировке земляных поверхностей и на других работах.

Рабочий процесс включает два характерных режима: *тяговый* и *транспортный*. Исключение составляют грейдер-элеваторы, работающие только в тяговом режиме. На тяговом режиме работают при копании грунта, а на транспортном - при его перемещении к месту отсыпки. Продолжительность тягового режима