

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**



**Пред
мет**

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

8

лекция

**Многоковшовые экскаваторы.
Классификация. Основы расчета
многоковшовых экскаваторов.**



Усманов Наиль Каюмович



**доц. кафедры Механизация
гидромелиоративных работ**



ПЛАН ЗАНЯТИЯ:

- 1. Многоковшовые экскаваторы. Назначение и классификация.**
- 2. Многоковшовые экскаваторы продольного копания.**
- 3. Многоковшовые экскаваторы поперечного и радиального копания.**
- 4. Основы расчета многоковшового экскаватора.**

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

Многоковшóвый экскавáтор — экскаватор непрерывного действия с ковшовым рабочим органом. Ковши **многоковшового экскаватора** закреплены на бесконечной цепи (или цепях), ленте или роторе. Усилие копания создаётся за счёт перемещения ковшей относительно корпуса машины

Они предназначены для:

- ✓ рытья продольных выемок (каналов, траншей, кюветов) прямоугольного и трапецидального профиля;
- ✓ профилирования откосов грунтовых сооружений, вскрышных работ;
- ✓ добычи полезных ископаемых открытым способом.



Классификация многоковшовых экскаваторов

Продольного
копания

ПОПЕРЕЧНОГО
КОПАНИЯ

Радиального
копания

Цепные

Роторные

Цепные

Цепные

Роторные

КОВШОВЫЕ

СКРЕБКОВЫЕ

КОВШОВЫЕ

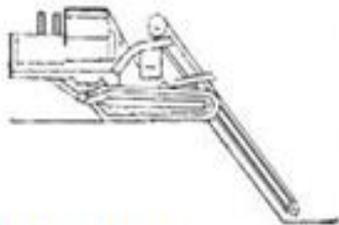
СКРЕБКОВЫЕ

Ковшовые

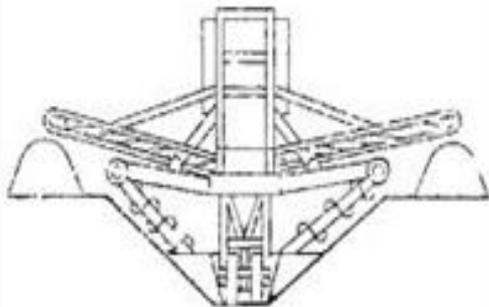
Ковшовые

Виды экскаваторов по назначению

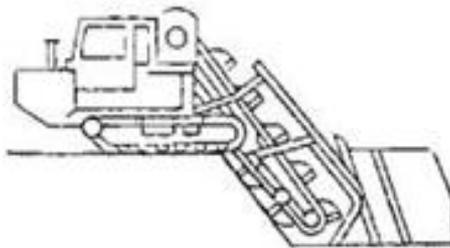
- Траншейный экскаватор непрерывного действия



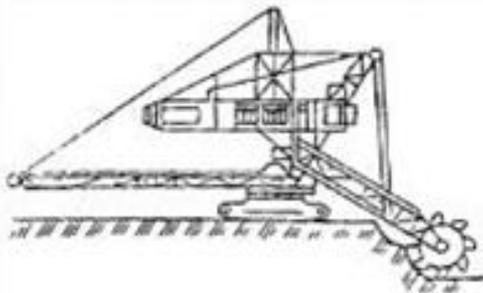
- Экскаватор-канавокопатель



- Экскаватор-дреноукладчик

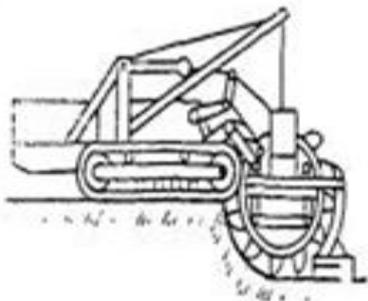


- Карьерный экскаватор непрерывного действия

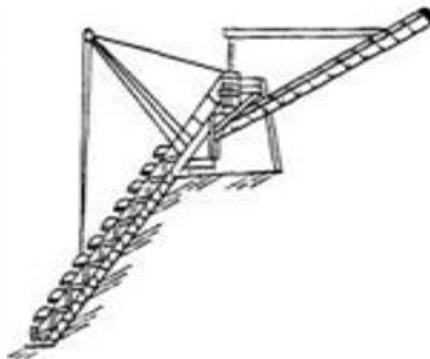


Виды экскаваторов по направлению движения основного рабочего органа

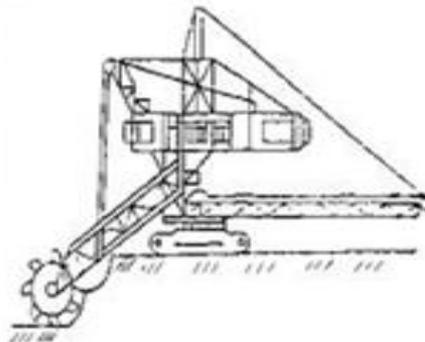
Экскаватор
продольного
копания



Экскаватор поперечного
копания



Экскаватор
радиального
копания

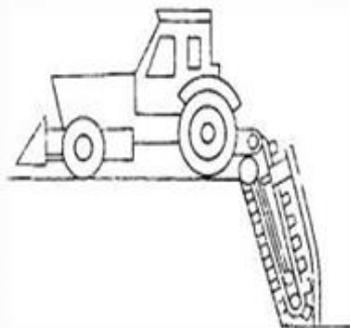


Виды экскаваторов по типу ходового устройства

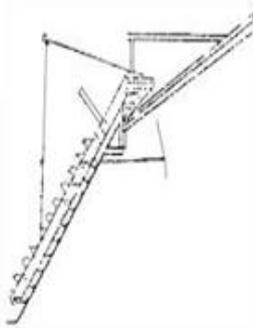
Гусеничный
экскаватор
непрерывного
действия



Колесный
экскаватор
непрерывного
действия



Рельсовый
экскаватор
непрерывного
действия



Экскаваторы продольного копания (траншейные)

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.

Они 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 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

В качестве главного параметра принимается глубина отрываемых траншей.

Экскаваторы продольного копания (траншейные)

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.



Экскаваторы продольного копания (траншейные)

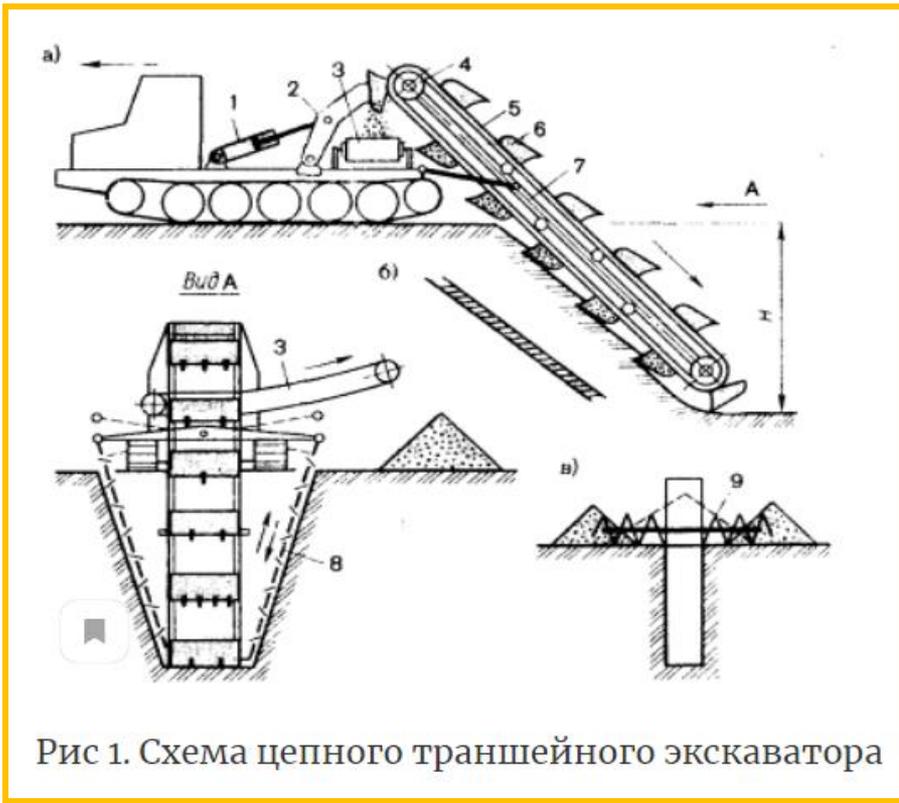


Рис 1. Схема цепного траншейного экскаватора

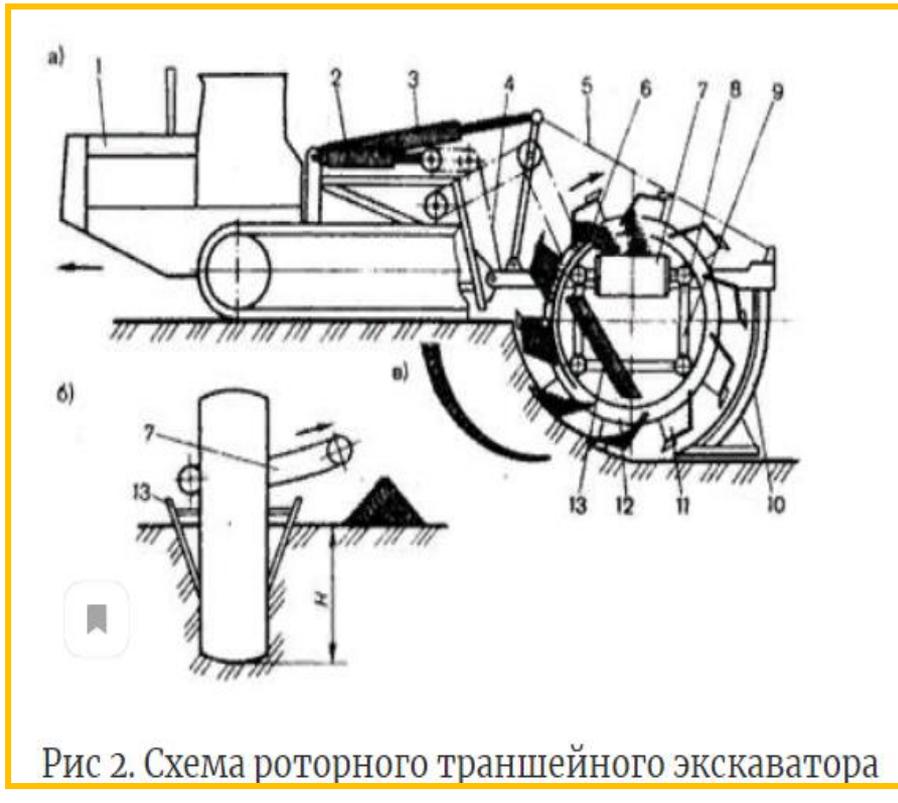
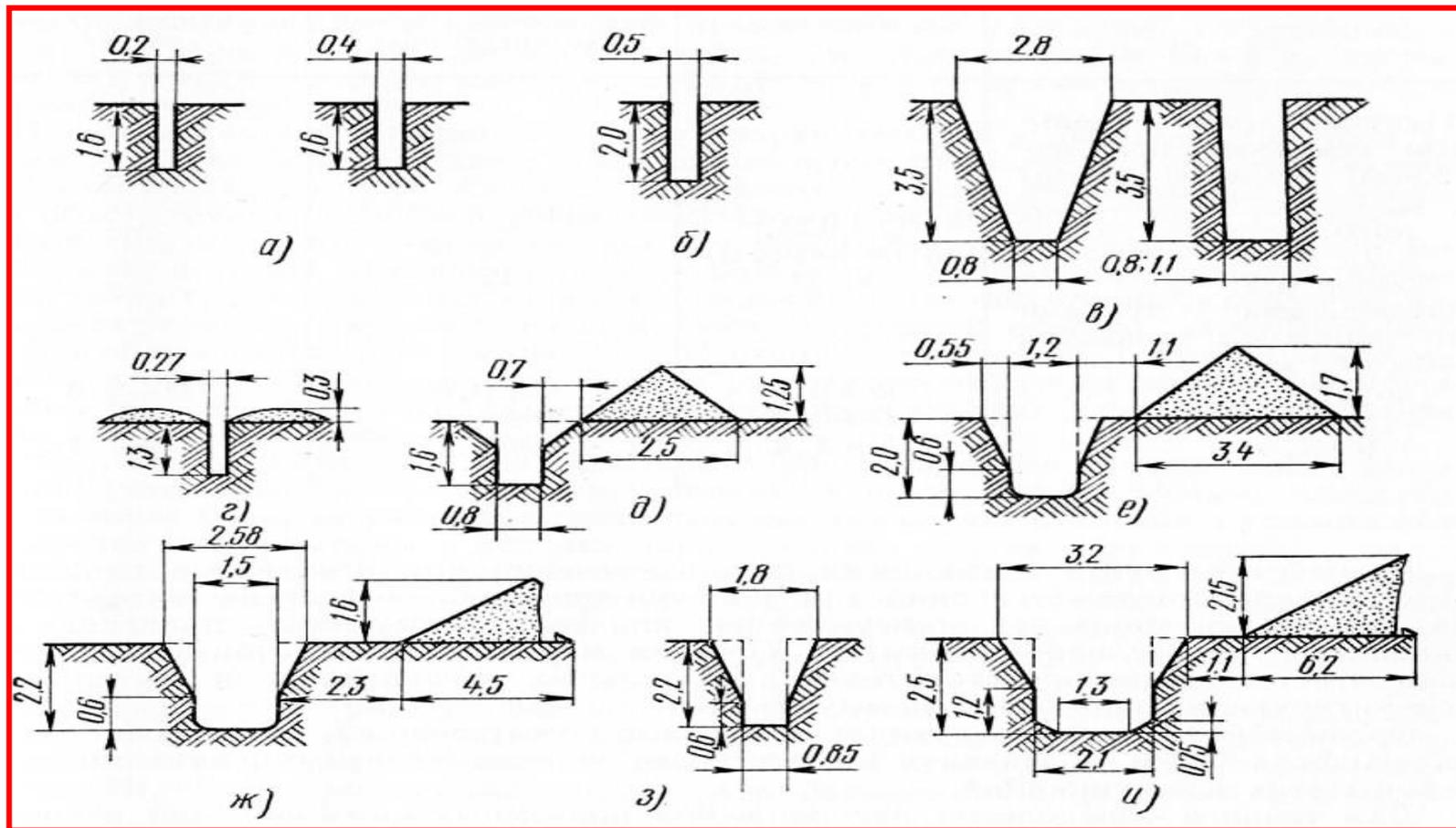


Рис 2. Схема роторного траншейного экскаватора



Размеры траншей (м), отрываемых экскаваторами непрерывного действия

Экскаваторы поперечного копания

Первые многоковшовые цепные экскаваторы были изготовлены во Франции и использовались на строительстве Суэцкого канала в 60-х годах прошлого столетия. Затем инициатива в развитии многоковшовых цепных экскаваторов перешла в Германию и другие страны. Основным стимулом развития этих машин явился большой объем земляных работ при строительстве каналов и добыче ископаемых открытым способом.

В настоящее время цепные экскаваторы (поперечного копания) изготавливаются малой мощности — с ковшами емкостью 15—150 л и с боковой выгрузкой грунта, средней мощности (200—500 л) — однопортальные и большой мощности (500—4000 л) — двухпортальные.



Экскаваторы поперечного копания

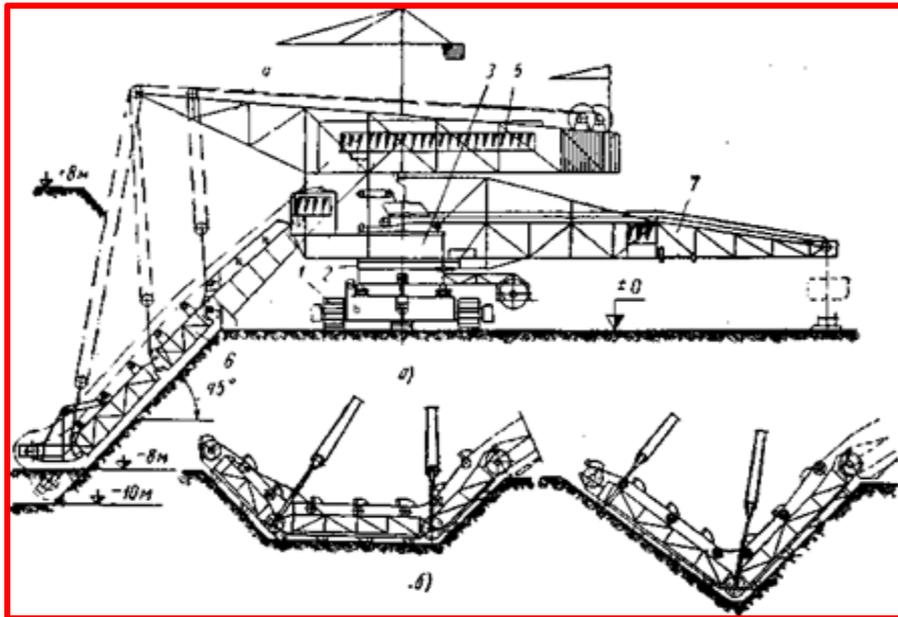


Схема полноповоротного цепного экскаватора поперечного копания на гусеничном ходу:
 а — общий вид; б — типы многошарнирных рам;
 1 — ходовое оборудование; 2 — опорно-поворотное устройство; 3 — поворотная часть; 4 — укосина; 5 — консоль противовеса; 6, — ковшовая рама; 7 — отгрузочная консоль

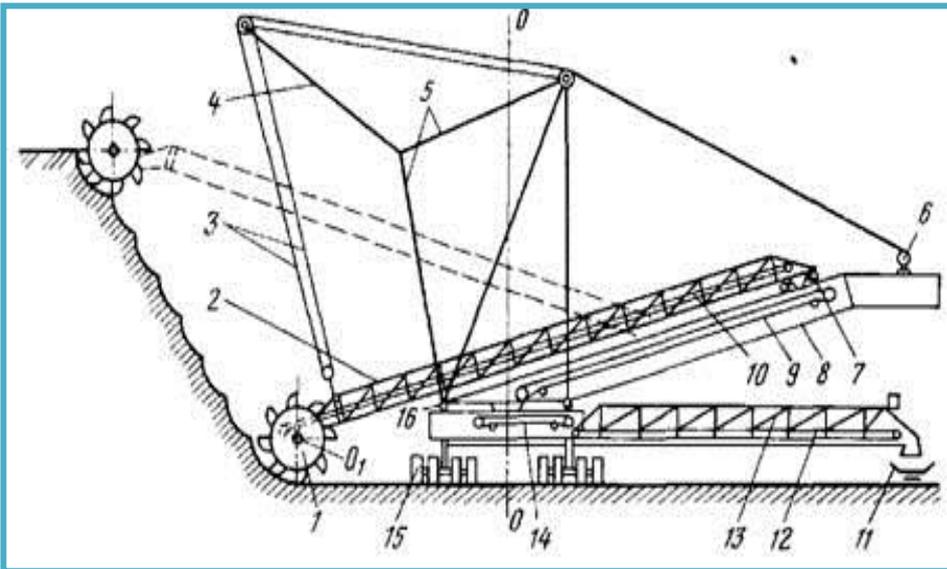
Экскаватор непрерывного действия радиального копания

Экскаватор непрерывного действия, основной рабочий орган которого может поворачиваться относительно вертикальной или горизонтальной оси экскаватора.

– экскаваторы радиального копания, у которых рабочий орган (ротор, ковшовая цепь) вместе с платформой поворачивается относительно базы машины.



Экскаватор непрерывного действия радиального копания



Роторные экскаваторы.

Характеристики роторных экскаваторов:

диаметр роторных колёс — до 18м

ёмкость ковша — до 12500л

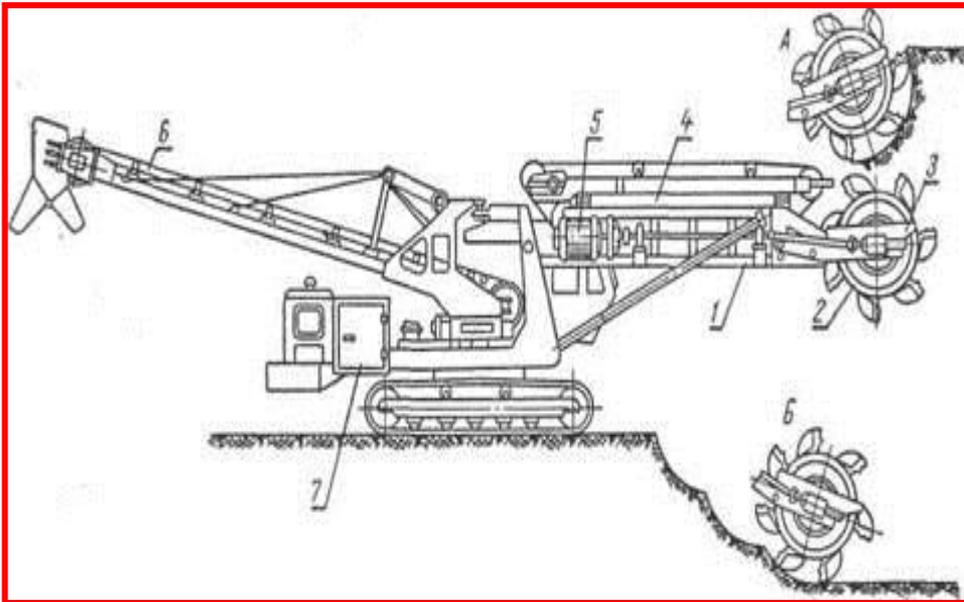
производительность — более 10000м³/ч

высота разработки — до 50м

глубина копания — до 25м

Крупные экскаваторы имеют гусеничный ход, состоящий из нескольких двух гусеничных тележек. По сравнению с многоковшовыми цепными экскаваторами поперечного копания одинаковой производительности роторные экскаваторы радиального копания имеют на 15-20% меньший вес и на 30-40% меньшую энергоёмкость разработки грунта.

Экскаватор непрерывного действия радиального копания



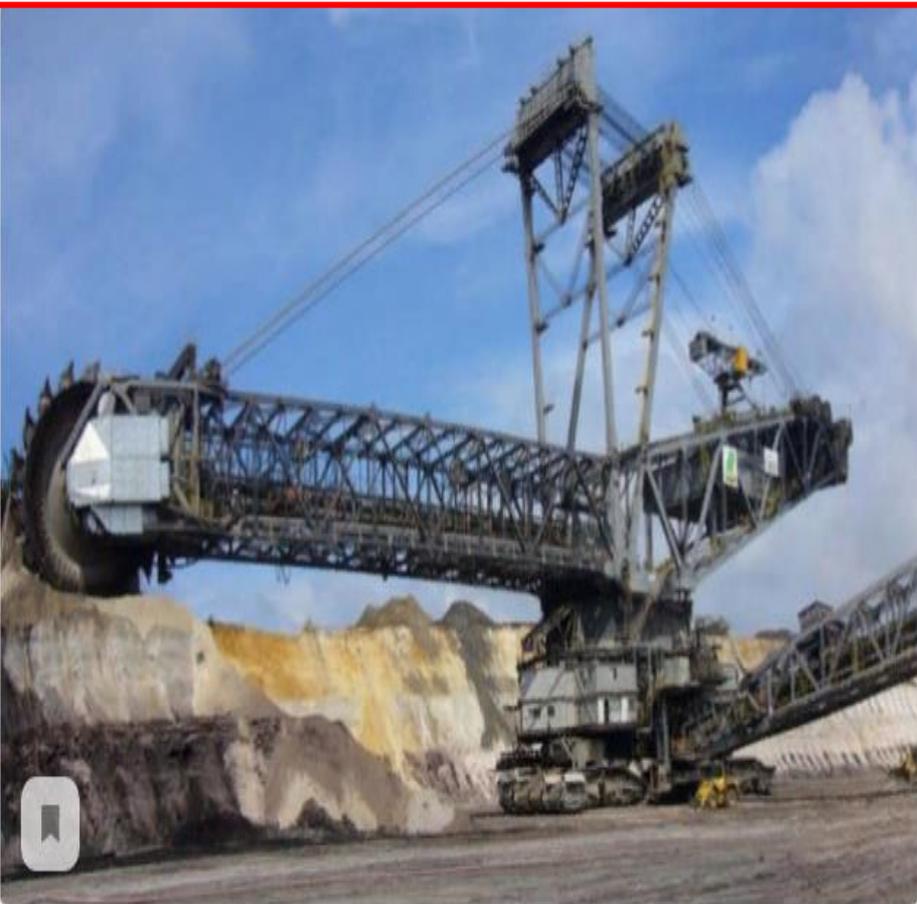
В последнее время роторные экскаваторы радиального копания начали выпускать на базе одноковшовых экскаваторов емкостью ковша 0,65-1 м³. Такие экскаваторы целесообразно применять на объектах с относительно небольшим объемом сосредоточенных земляных работ (40-100 тыс. м³)

. Роторный экскаватор на базе одноковшового экскаватора:

1 - стрела; 2 - ротор; 3- тарельчатый питатель;

4 - приемный транспортер; 5 - электродвигатель; 6 - отвальный транспортер; 7 - поворотная платформа.

Экскаватор непрерывного действия радиального копания



Роторный экскаватор SRS-6300

К наиболее мощным зарубежным моделям роторного оборудования относятся экскаваторы на гусеничном ходу от известных европейских марок. К примеру, производительность германских машин SRS-6300 и SchRs-6340 превышает 230000 м³ в сутки. Последняя из перечисленных моделей оснащена 70-метровой стрелой, которая дает возможность осуществлять отработку уступов более 50 метров в высоту и 16 метров в глубину. Расчетной производительностью данного колесного роторного оборудования является 19100 м³, а 4 двигателя привода обладают мощностью 3365 кВт

Общий расчет экскаватора

1. Определение основных параметров рабочего оборудования

Вместимость ковша q_k предварительно назначают по аналогии с существующими конструкциями экскаваторов, принимая во внимание в основном ширину отрываемой траншеи (рис. 1.1).

Шаг ковшовой цепи $l_{ц}$ принимают в зависимости от вместимости ковша, измеряемой в литрах:

$q_k < 50$ л,	$l_{ц} = 200$ мм;
$q_k = 50 \dots 100$ л,	$l_{ц} = 300$ мм;
$q_k = 100 \dots 200$ л,	$l_{ц} = 350$ мм;
$q_k = 250 \dots 400$ л,	$l_{ц} = 400$ мм.

Шаг ковшей (расстояние между ковшами)

$$t = Z \cdot l_{ц} ,$$

где Z - число звеньев между ковшами, Z принимают равным 4, 6 и 8, но обязательно четным числом. Предпочтительной считают четырехзвенную цепь.

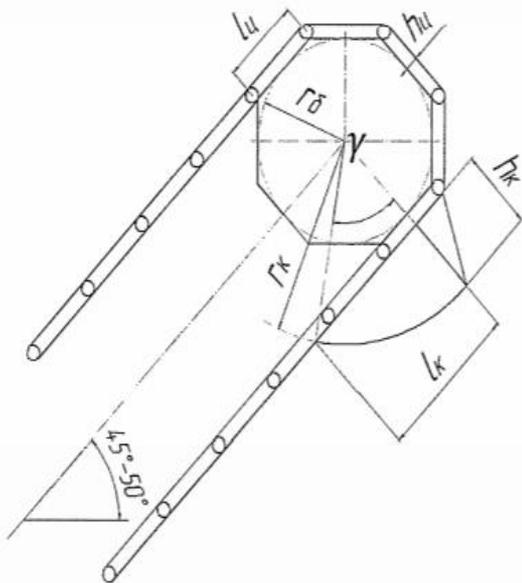


Рис. 2.1. Схема для определения размеров ковша экскаватора

Внутренний радиус шестигранной звездочки

$$r_{\delta} = \frac{l_{\text{ц}}}{1,154}.$$

Высота ковша

$$h_{\kappa} = (1,1-1,2) r_{\delta}.$$

радиус днища ковша

$$r_{\kappa} = r_{\delta} + \frac{h_{\text{ц}}}{2} + h_{\kappa},$$

где $h_{\text{ц}}$ – ширина звена цепи. $h_{\text{ц}} = 75-100$ мм.

Длина ковша

$$l_{\kappa} = \sqrt{r_{\kappa}^2 - \left(r_{\delta} + \frac{h_{\text{ц}}}{2}\right)^2}.$$

Геометрическая емкость ковша экскаватора

$$q_{\kappa} = \left[\frac{\pi r_{\kappa}^2 \gamma}{360} + \frac{l_{\text{ц}} h_{\kappa}}{4} - \frac{l_{\kappa} \left(l_{\delta} + \frac{h_{\text{ц}}}{2}\right)}{2} \right] b_{\kappa},$$

где $\gamma = \arccos \frac{r_{\delta} + \frac{h_{\text{ц}}}{2}}{r_{\delta} + \frac{h_{\text{ц}}}{2} + h_{\kappa}}$; b_{κ} – ширина ковша.

Ширина ковша

$$b_{\kappa} = B_{\text{T}} - (0,06-0,1),$$

где B_{T} – ширина траншеи, м.

В современных конструкциях величина скорости цепи принимается в среднем 0,75-0,9 м/с, при крайних пределах - 0,5-1,2 м/с.

Производительность рабочего органа экскаватора

$$P_{\text{т}}^{\text{р.о}} = 0,06 \cdot q \cdot n_{\text{с}} \cdot \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{р}}}; \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

где: q -емкость ковша, литр;

$n_{\text{с}}$ -число (ссыпок)разгрузок ковша за минуту;

$K_{\text{н}}$ -коэффициент наполнения ковша;

$K_{\text{р}}$ -коэффициент разрыхления грунта.

$n_{\text{с}}$ - для цепных рабочих органов:

$$n_{\text{с}} = \frac{60 \cdot v_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}}; \text{мин}^{-1}$$

$n_{\text{с}}$ -для роторного рабочего органа:

$$n_{\text{с}} = z_{\text{р}} \cdot n_{\text{р}}; \text{мин}^{-1}$$

Техническая производительность экскаваторов непрерывного действия для грунтов одной группы Π_T , $\text{м}^3/\text{ч}$ составляет:

$$\Pi_T^{\text{э}} = v_x F$$

- v_x - рабочая скорость хода экскаватора, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- F - площадь поперечного сечения выемки, м^2

$$v_x = \frac{g \cdot v \cdot k}{L \cdot b \cdot \hat{h} \cdot \kappa}$$

$$\Pi_T^{\text{э}} = \Pi_T^{\text{р.о}}$$

Контрольные вопросы и задание



1. Для чего предназначены экскаваторы непрерывного действия?
2. Какими преимуществами обладают экскаваторы непрерывного действия перед одноковшовыми?
3. Приведите классификацию экскаваторов непрерывного действия.
4. Для чего предназначены траншейные экскаваторы?
5. Что является главным параметром траншейного экскаватора?
6. Как устроен и как работает цепной траншейный экскаватор?
7. Для чего применяют роторные экскаваторы поперечного копания?
8. Как определяют техническую производительность экскаваторов?



1. Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020—2030 годы. УП за № 6024 от 10. 07. 2020 г.
2. А.И Доценко и др. Строительные машины и оборудование. Учебник ИНФА. М.–2014.–533с.
3. В.В. Суриков и др. Строительные машины для механизации мелиоративных работ. Учебник .М: 1991.–463 с.
4. С.И. Вахрушев. Строительные машины. Учебное пособие. Пермь. 2016–276с.
5. И.Ф. Дьяков Строительные и дорожные машины и основы автоматизации. Учебное пособие. Ульяновск: Ул.ГТУ:–2007 с.
6. Т.У. Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Строительные машины».Т.–2019.–55с.
7. Дроздова Л.Г. Одноковшовые экскаваторы: конструкция, монтаж и ремонт. Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 235 с.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



УСМАНОВ НАИЛЬ
КАЮМОВИЧ



доц. Кафедры Механизация
гидромелиоративных работ.



+ 998 71 237 1927



usmanov@tiame.uz



Экскаваторы продольного копания (траншейные)

Расчет основных параметров многоковшовых экскаваторов

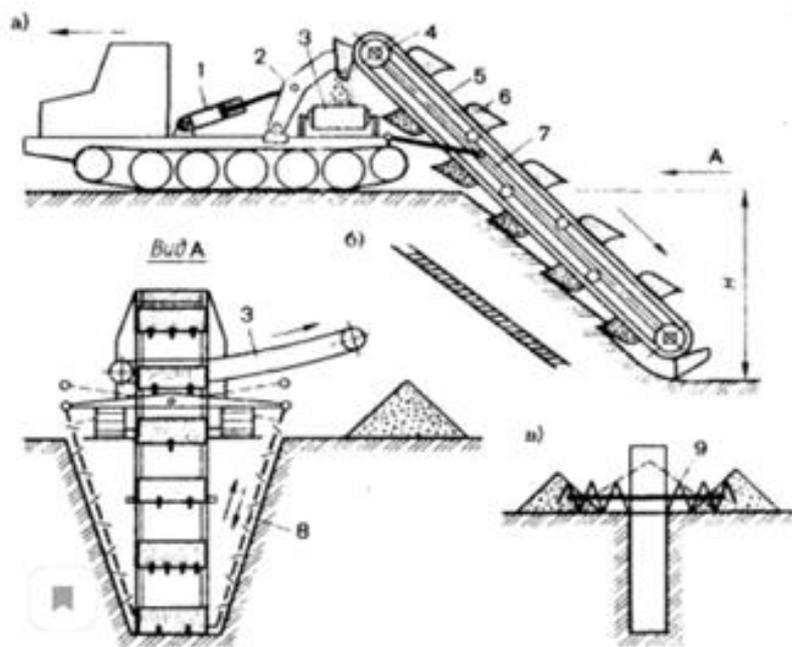


Рис 1. Схема цепного траншейного экскаватора

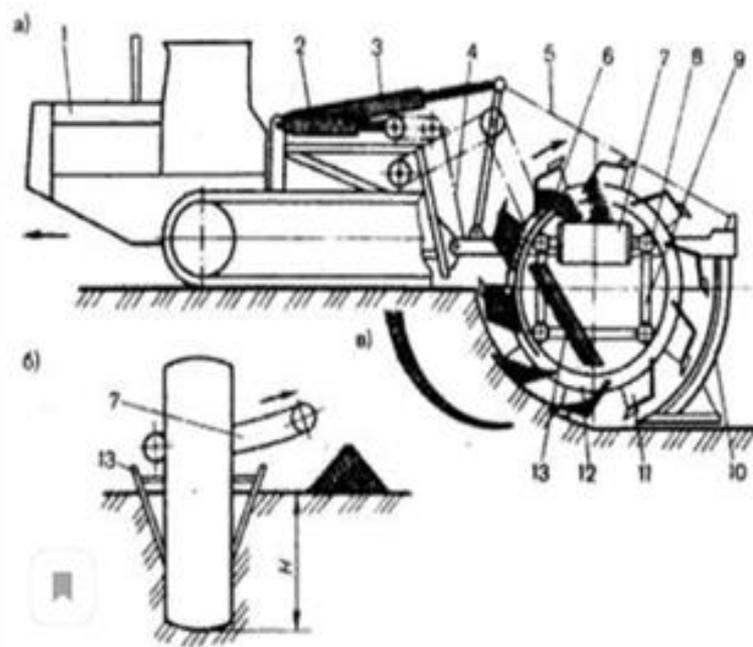


Рис 2. Схема роторного траншейного экскаватора

Последовательность проведения расчетов

- Производится выбор и определение основных параметров.
- Производится подбор тяговой цепи.
- Определяются размеры ковшей (скребков).
- Определяются производительность, рабочая скорость и масса рабочего органа.
- Определяется мощность на привод рабочего органа.
- Определяются действующие силы на рабочий орган.

Расчеты должны сопровождаться расчетными схемами.

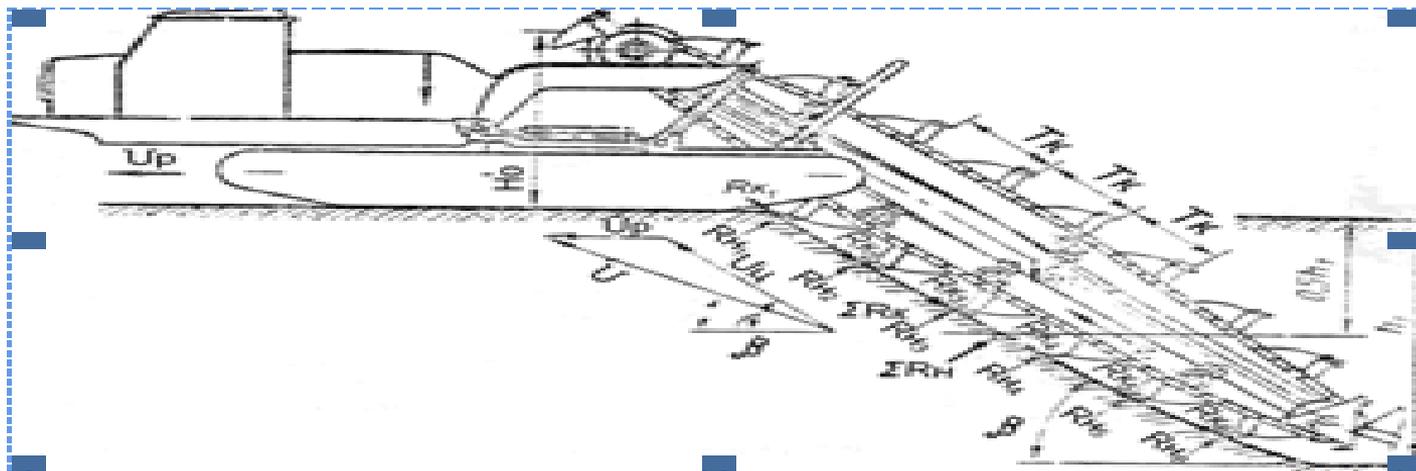


Рис 4. Схема к расчету экскаваторов непрерывного действия цепного типа.

Общий расчет экскаваторов непрерывного действия продольного копания с цепным рабочим органом

1. Выбор и определение основных параметров Э.Т.Ц.

1.1. Основные размеры рабочего органа

Длина рабочего органа, $l_{раб}$, м:

$$l_{раб} = \frac{H + H_0}{\sin \beta}$$

где: H – глубина копания, м;

H_0 – максимальная высота выгрузки, $H_0 = (1,5 \dots 1,8)$ м;

β – угол установки рабочего органа, $\beta = 45 \dots 55^\circ$.

Меньший предел для скребковых рабочих органов.

Ширина рабочего органа, b , м:

$$b = b_{max}$$

1.2. Подбор тяговой цепи

Тяговая цепь подбирается по разрывному усилию

Разрывное усилие в цепи $F_{раз}$, кН

$$F_{раз} = (1,1 \dots 1,3) F_{ц}$$

1.3. Размеры ковша

Ширина ковша, b_K , м:

$b_K = B_{ТР} - 2a$; где: a – величина бокового уширения за счет установки козырьков или боковых зубьев.

$$a = 0,03; \quad 0,05; \quad 0,1;$$

$$\beta = 0,3 \dots 0,6; \quad 0,6 \dots 1; \quad > 1 \text{ м.}$$

Высота ковша h_K , м: $h_K = (0,55 \dots 0,6) D_O$

Длина ковша, l_K , м: $l_K = (0,85 \dots 0,87) D_O$

Объем ковша q , м³: $q = b_K \cdot h_K \cdot l_K \cdot \eta_K$

1.4. Конструктивная масса р.о., $m_{p.o.}$, кг.

$$m_{p.o.} = m_{y\partial} \cdot \ell_{p.o.}$$

$m_{y\partial}$ – удельная масса р.о. на метр его длины, $m_{y\partial} = 510...550$ кг/м.

Меньшее значение удельной массы принимается для рабочих органов шириной менее 0,6 м.

1.5. Техническая производительность для многоковшовых рабочих органов

$$P_T = 0,06 \cdot q \cdot n_Z \cdot \frac{K_H}{K_P} = \frac{3,69}{T_K} \cdot q \cdot \frac{K_H}{K_P}$$

где: q – вместимость ковша, л;
 n_Z – теоретическое число ссыпок в минуту;
 K_P – соответственно коэффициент наполнения и разрыхления (табл. ПЗ, приложения). K_H – коэффициент наполнения ковша. $K_H = 0,9-1,1$ для грунтов I-III категорий.

2. Определение действующих усилий

Суммарная касательная составляющая грунта копания, ΣR_K , кН.

$$\Sigma R_K = \frac{K_1 \cdot \Pi_T}{3,6 \cdot 10^4 \cdot \vartheta_{\text{Ц}}} \text{ кН}$$

Нормальная составляющая грунта копания

$$\Sigma R_N = \frac{K_1 \cdot \Pi_T \cdot E}{3,6 \cdot 10^3 \cdot \vartheta_{\text{Ц}}} \text{ (кН)}$$

Равнодействующие реакции, действующие на рабочий орган.

$$\Sigma R_K = \Sigma R_K \cdot \text{Sina} - \Sigma R_H \cdot \text{Cosa}$$

$$\Sigma R_H = \Sigma R_K \cdot \text{Cosa} + \Sigma R_H \cdot \text{Sina}$$

где: a – угол наклона вектора абсолютной скорости ковша к направлению движения экскаватора

Горизонтальная составляющая реакции грунта на зачистной нож $R_{ОГ}$, кН

$$R_{ОГ} = K_1 \cdot S_{ЗН}$$

где: $S_{ЗН}$ – площадь поперечного сечения грунта, срезанного зачистным ножом, м². $S_{ЗН} = 0,05$ Вт

Вертикальная составляющая $R_{ОВ}$, кН.

$$R_{ОВ} = R_{ОГ} \cdot ctg\delta_o$$

где: δ_o – угол резания зачистного ножа $\delta_o = 45...60^\circ$.

3. Определение мощности на привод землеройного рабочего органа

3.1. Мощность, затрачиваемая на преодоление сил копания грунта, P_K , кВт

$$P_K = \frac{K_1 \cdot \Pi_T}{3,600 \cdot 10^4 \cdot \eta_{P.O.}}$$

где: K_1 – удельное сопротивление копанию грунта, кПа;

3.2. Мощность, расходуемая на подъем грунта к месту его разгрузки, $P_{под}$, кВт

$$P_{под} = \frac{\Pi_T \cdot \gamma \cdot (0,5H + H_O)}{3,6 \cdot 10^5 \eta_{P.O.}}$$

где: γ – объемная масса грунта; $\gamma = 1400 \dots 2000$ кг/м³; большее значение принимается для более плотных грунтов;

H_O – высота подъема грунта над световой поверхностью.

3.3. Мощность, затрачиваемая на трение грунта о поверхность забоя, $P_{ТР}$, кВт

$$P_{ТР} = \frac{\Pi_T \cdot \gamma \cdot f_2 (0,5H + H_O)}{2 \cdot 3,6 \cdot 10^5}$$

где: f_2 – коэффициент трения о грунт, $f_2 = 0,7 \dots 0,9$; большее значение для плотных грунтов.

3.4. Суммарная мощность привода землеройного рабочего органа.

$$P_{P.O.}^K = (P_K + P_{под}) \cdot \eta_{ПР}^{-1} \quad - \text{ для многоковшового р.о.}$$

$$P_{P.O.}^C = (P_K + P_{под} + P_{ТР}) \cdot \eta_{ПР}^{-1} \quad - \text{ для скребкового р.о.}$$

$\eta_{ПР}$ – КПД привода; $\eta_{ПР} = 0,7 \dots 0,8$.

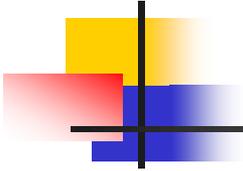


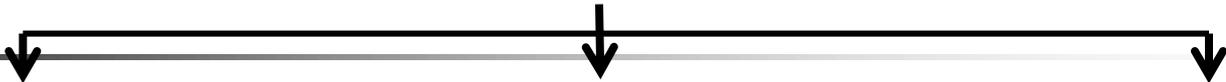
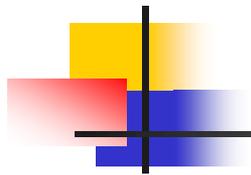
Роторный экскаватор SRS-6300



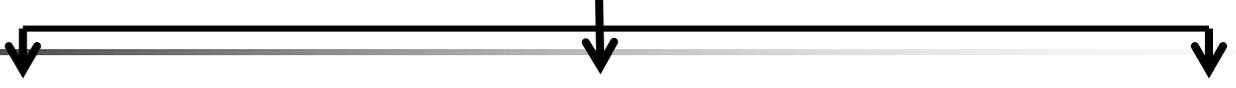
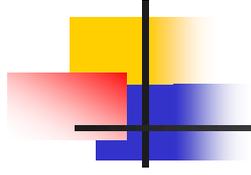


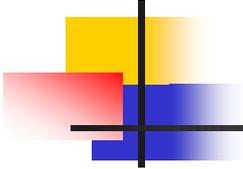


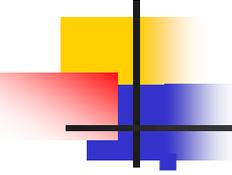












«Гидромеханизация земляных работ. Справочник»

- **Авторы:** В.Н. Васильев,
М.: - Изд-во «Экон-Информ», 2016. – 506 с.