

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей  
и машин для природообустройства

*А. Л. Казаков, Е. И. Мажугин*

# **ЭКСКАВАТОРЫ- ТРАНШЕЕКОПАТЕЛИ**

*Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов, обучающихся по специальностям  
1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий,  
1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство*

Горки  
БГСХА  
2020

УДК 621.869.351(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
мелиоративно-строительного факультета.  
Протокол № 10 от 15 июня 2020 г.*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *А. Л. Казаков*;  
кандидат технических наук, доцент *Е. И. Мажугин*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В. В. Васильев*

#### СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение, общие сведения и классификация экскаваторов-траншеекопателей.	3
2. Цепные траншейные экскаваторы.....	5
3. Роторные траншейные экскаваторы.....	14
4. Особенности техники безопасности при эксплуатации экскаваторов непрерывного действия.....	19
5. Контрольные вопросы.....	22
Библиографический список.....	23

**Экскаваторы-траншеекопатели** : методические указания по выполнению лабораторных работ / А. Л. Казаков, Е. И. Мажугин. – Горки : БГСХА, 2020. – 24 с.

Описаны устройство и принцип работы основных типов экскаваторов-траншеекопателей. Приведены их технические характеристики. Даны указания по изучению конструкций механизмов экскаваторов-траншеекопателей.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий, 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство.

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2020

**Цель работы:** изучение назначения и технических характеристик экскаваторов-траншеекопателей; изучение общего устройства и работы основных механизмов цепных и роторных экскаваторов-траншеекопателей; изучение правил техники безопасности при эксплуатации экскаваторов-траншеекопателей.

**Оснащение и учебно-наглядные пособия:** учебные плакаты по изучению конструкции и работы экскаваторов-траншеекопателей ЭТЦ-165А, ЭТР-204А, ЭТР-223, ЭТР-224, методические указания по выполнению лабораторной работы.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, классификацию, основные параметры экскаваторов-траншеекопателей. Записать их в отчет.
2. Ознакомиться с техническими характеристиками цепных и роторных экскаваторов-траншеекопателей. Записать в отчет технические характеристики некоторых марок экскаваторов-траншеекопателей (по указанию преподавателя).
3. Изучить общее устройство и работу основных механизмов цепных и роторных экскаваторов-траншеекопателей.

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСКАВАТОРОВ-ТРАНШЕЕКОПАТЕЛЕЙ**

При сооружении строительных объектов для прокладки разного рода коммуникаций широко применяются экскаваторы непрерывного действия – экскаваторы, непрерывно разрабатывающие и транспортирующие грунт в отвал или транспортное средство.

Совмещение и непрерывность рабочих процессов отличают экскаваторы непрерывного действия от землеройных машин циклического действия, таких, как, например, одноковшовые экскаваторы или скреперы, у которых копание и транспортирование грунта производятся периодически и последовательно.

Экскаватор непрерывного действия имеет непрерывно копающий рабочий орган, цепной или роторный, рабочие элементы которого один за другим разрабатывают грунт и выносят его к транспортирующим устройствам. Рабочими элементами экскаваторов непрерывного действия являются ковши, скребки или резцы. Для обеспечения непрерывной работы машины рабочий орган должен постоянно перемещаться. Характер этого перемещения в сочетании с типом рабочего

органа является основным отличительным признаком, по которому классифицируют экскаваторы непрерывного действия.

У экскаваторов продольного копания плоскости перемещения органа и движения ковшей или скребков совпадают; у экскаваторов поперечного копания плоскость движения ковшей перпендикулярна плоскости движения рабочего органа; у экскаваторов радиального копания ковши движутся в вертикальной плоскости, а сам рабочий орган совершает поворотное движение относительно вертикальной оси.

Экскаваторы продольного копания цепные и роторные имеют основное исполнение – *траншейное* и видоизменения его с дополнительным оборудованием для *укладки дрен и прокладки каналов*. Двухроторные, плужно-роторные и шнекороторные предназначены для рытья каналов.

*По типу рабочего органа* траншеекопатели подразделяются на многоковшовые цепные, скребковые цепные, многоковшовые роторные, шнековые, баровые, шнековые, ножевые, комбинированные и др.

*По способу реализации энергии* двигателя рабочие органы подразделяются на пассивные, активные и активно-пассивные.

*По способу удаления грунта от траншеи* – без удаления, шнеком, поперечным скребковым конвейером, поперечным ленточным конвейером, метателем, сдуванием.

*По способу привода рабочего органа* – с механическим или гидравлическим приводом.

*По способу перемещения рабочего органа с целью изменения глубины дрены или траншеи* различают машины:

- с поворотом рабочего органа вокруг поперечного горизонтального вала;
- плоскопараллельным перемещением рабочего органа;
- комбинированным подъемом на рычагах и с поворотом вокруг поперечного вала;
- накаткой лебедкой по направляющим;
- изменением положения рабочего органа относительно опор рабочего оборудования.

Кроме того, дренажные машины и траншеекопатели бывают с дополнительной кабиной, с перемещаемой кабиной, гусеничные, колесные, четырехгусеничные, с дополнительной опорой для рабочего органа.

## 2. ЦЕПНЫЕ ТРАНШЕЙНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Цепные скребковые рабочие органы траншеекопателей имеют различные конструктивные схемы. Принцип их работы обычно заключается в том, что скребки, прикрепленные к рабочей цепи, при копании траншеи перемещаются вместе с цепью, разрушают грунт и выносят его на дневную поверхность. Вынутый грунт во избежание осыпания в траншею отодвигается от ее бровки специальным устройством.

На рис. 1 показана одна из распространенных схем цепного скребкового рабочего органа траншеекопателя со шнековым устройством для отодвигания вынутого грунта.

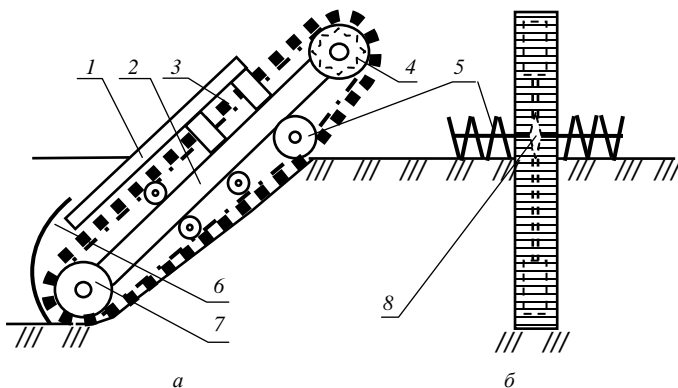


Рис. 1. Схема скребкового цепного рабочего органа траншеекопателя со шнековым устройством для отодвигания вынутого грунта: а – вид сбоку; б – вид сзади; 1 – верхняя рама; 2 – основная рама; 3 – скребки; 4 – ведущая звездочка; 5 – шнеки; 6 – зачистное устройство; 7 – натяжное колесо; 8 – приводная звездочка

Рабочий орган крепится позади базового трактора и приводится в действие от его вала отбора мощности. Базовой частью рабочего органа является основная рама 2 с роликами. В верхней части рамы установлена ведущая звездочка 4, в нижней – натяжное колесо 7 или звездочка. Скребки 3 вместе с цепью перемещаются вдоль забоя снизу вверх, рыхлят грунт и выносят его на поверхность, ссылая перед рабочим органом. Правый и левый шнеки 5, имеющие противоположное направление навивки, раздвигают вынутый грунт в стороны от траншеи. Привод шнеков обеспечивается от звездочки 8, находящейся в зацеплении с рабочей цепью либо от гидропривода. Подчистка дна

траншеи выполняется зачистным устройством 6, прикрепленным с возможностью регулирования к верхней раме 1.

Общий вид навесного цепного экскаватора-траншеекопателя типа ЭТЦ-165А со скребковым рабочим органом показан на рис. 2.

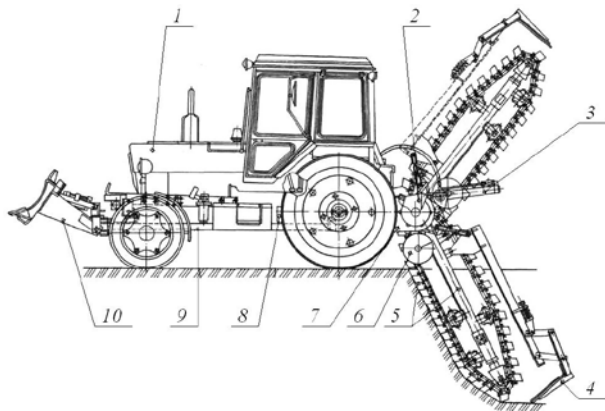


Рис. 2. Экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-165А: 1 – трактор базовый; 2 – муфта предельного момента; 3 – гидроцилиндр механизма подъема; 4 – башмак зачистной; 5 – экскаваторное рабочее оборудование; 6 – шнеки; 7 – редуктор привода рабочего органа; 8 – ходоуменьшитель; 9 – рама; 10 – бульдозер универсальный

Экскаватор ЭТЦ-165А выполнен на базе универсального трактора «Беларус 82.2». В комплект рабочего оборудования входят скребки и резцы трех типоразмеров, что позволяет разрабатывать траншеи шириной 0,2 и 0,4 м или 0,27 и 0,4 м и глубиной 1,6 м. Вырытый грунт распределяется по обе стороны траншеи.

Схема расстановки резцов и скребков на цепи способствует равномерному распределению нагрузки на цепь при экскавации грунта. Для снижения динамических нагрузок на раме рабочего органа установлены резиновые амортизаторы. Скребковая цепь имеет четыре скорости (в диапазоне 0,83–2,14 м/с), что в сочетании с бесступенчатым регулированием скорости рабочего передвижения (от 20 до 800 м/ч) позволяет эффективно использовать машину в различных грунтовых условиях и получать высокую производительность (в грунтах I категории до  $72 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

Рабочий орган экскаватора ЭТЦ-165А (лист 1) представляет собой сварную раму 16 с установленными на ней шнековым транспортом 11, подпружиненным зачистным башмаком 13 и натяжным

устройством 15 с резиновым амортизатором, предохраняющим от перегрузок рабочую цепь 18, которая поддерживается роликом 17.

Шнековый транспортер 11, осуществляющий выгрузку грунта в боковые отвалы и очистку бермы, устанавливается на раме 16 в положение, соответствующее глубине копания и плотности грунта. Общая длина регулирования расположения шнеков равна 40 см. Они фиксируются через каждые 4 см специальными болтами 19. Перемещение шнеков 11 осуществляется с помощью винта 20.

На рабочей цепи 18 болтами закрепляются резцы 10 и скребки, установленные за комплектом резцов. Резцы режут грунт, а скребки захватывают взрыхленный грунт и выносят его из траншеи в направлении приводной звездочки 8, образуя первоначальный отвал в виде пирамиды.

Для зачистки и сглаживания дна отрываемой траншеи рама 16 рабочего органа снабжена консольным зачистным башмаком 13.

Привод рабочего органа (рабочий цикл) осуществляется через трехступенчатый редуктор 1, включающий конические шестерни 7 и блок цилиндрических шестерен 6. На приводном валу 9 закреплена приводная звездочка 8.

Для предохранения узлов и деталей экскаватора от поломок при перегрузках или встрече рабочего органа с непреодолимым препятствием в редукторе привода рабочего органа установлена предохранительная муфта 2.

Механизм подъема рабочего органа служит для обеспечения заглубления рабочего органа с принудительным напором и его работы по всему диапазону глубины копания, а также для подъема его в транспортное положение. К корпусу редуктора привода рабочего органа посредством кронштейна прикреплен гидроцилиндр 21. Шток гидроцилиндра соединен с рабочим органом через рычажную систему. Подъем и опускание рабочего органа осуществляются поворотом его вокруг оси приводного вала 9 редуктора привода рабочего органа.

С левой стороны коробки передач 6 (лист 1 «Кинематическая схема») закреплен ходоуменьшитель 12 вместе с приводом дополнительных гидронасосов 13 и гидромотора 14. Ходоуменьшитель предназначен для обеспечения рабочей скорости передвижения экскаватора с приводом от гидромотора 14.

В передней части экскаватора расположено поворотное бульдозерное оборудование 22, подъем-опускание, поворот и перекоп бульдозера осуществляется гидроцилиндрами, а изменение угла реза-

ния – вручную. Ходоуменьшитель 12 (см. лист 1) представляет собой четырехступенчатый редуктор с цилиндрическими зубчатыми колесами. К корпусу ходоуменьшителя через переходные фланцы крепятся насос 13 и гидромотор 14. Для привода насоса используется ведомая шестерня первой передачи и заднего хода 23 тракторной коробки перемены передач. Далее вращение передается шестерням 24 и 25 ходоуменьшителя. При включении кулачковой муфты 26 вращением через вал 27 передается насосу 13, который питает гидромотор 14. Вращение вала насоса 13 через цепную муфту 28, вал-шестерню 29 передается зубчатому колесу 30, шестерням 31 и 32 и далее через тракторную трансмиссию на задние колеса.

Редуктор привода рабочего органа 9 предназначен для придания вращения рабочей цепи экскаватора от заднего ВОМ с возможностью получения четырех скоростей вращения цепи вперед и двух скоростей назад.

На шлицевой конец заднего ВОМ насажена коническая шестерня 33, входящая в зацепление с шестерней 34, которая передает вращение валу 35. На валу 35 на шлицах установлена блок-шестерня 36. На промежуточной оси на подшипниках установлены три шестерни – 37, 38 и 40.

При зацеплении блока 36 с шестерней 37 получаются 1-я и 3-я скорости цепи, а при зацеплении с шестерней 38 – 2-я и 4-я скорости цепи. Далее вращение от одной из шестерен 37 или 38 через шестерни 40 и 39 передается приводному валу с установленной на нем звездочкой 41 привода ковшовой цепи. Реверс цепи осуществляется с помощью паразитной шестерни 42, которая одновременно зацепляется с малым зубчатым венцом блока 36.

Гидросистема экскаватора (лист 2) предназначена для осуществления рабочего передвижения, подъема и опускания рабочего органа, а также для подъема-опускания, поворота и перекоса отвала бульдозера.

Гидросистема экскаватора состоит из следующих тракторных гидроагрегатов: насос 1, гидрораспределитель 2, гидроцилиндры подъема 6, поворота 7 и перекоса 9 отвала бульдозера, тракторный гидробак 18 и фильтр 19. Кроме того, гидросистема оснащается специальным дополнительным гидрооборудованием: гидромотором 11, дросселем 12, включающим делитель потока 13, и предохранительным клапаном 14, разгрузочным клапаном 10, установленным параллельно гидромотору 11, фильтром 17, насосом 15, гидробаком 16, гидрораспределителем с дистанционным управлением 12 и предохранительным кла-

паном 8, гидроцилиндром подъема рабочего органа 5, гидрозамком 4 и замедлительным клапаном 3.

В Беларуси выпускается скребковый цепной траншеекопатель ЭЦУ-150, который в зависимости от модификации может комплектоваться двухдисковым асфальторезом или цепным баровым рабочим органом без шнека с шириной щели 140 мм или скребковым траншейным рабочим органом, который может копать траншеи глубиной до 1500 или 1600 мм и шириной 210, 270 и 410 мм. При их комплектации специальными резцами ширина может быть 180, 210, 250, 270 мм.

Скребковые цепи (рис. 3) могут иметь различное исполнение как для разработки талых грунтов (так называемый летний вариант), так и мерзлых грунтов (зимний или баровый вариант).



*a*



*б*

Рис. 3. Фрагменты скребковой цепи: *a* – летний вариант; *б* – зимний вариант

Достаточно распространенной является схема работы с отодвиганием вынутаго грунта поперечным скребковым конвейером. Скребковый цепной траншеекопатель с поперечным скребковым цепным конвейером для отодвигания вынутаго грунта показан на рис. 4.

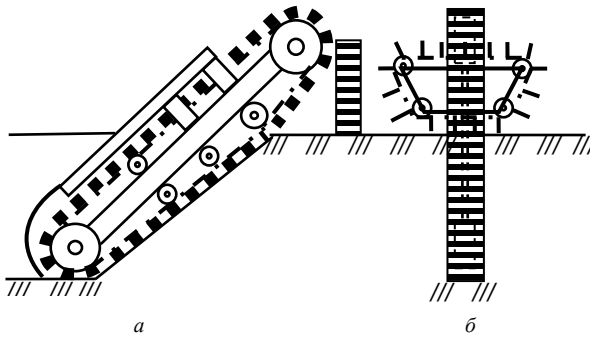


Рис. 4. Схема скребкового цепного траншеекопателя с поперечным скребковым цепным устройством для отодвигания вынутаго грунта:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид спереди

Внешний вид скребкового экскаватора-траншеекопателя ЭТЦ-208 с поперечным скребковым цепным конвейером для отодвигания вынутаго грунта показан на рис. 5. Будучи дополненным трубоукладчиком, он превращается в экскаватор-дреноукладчик.

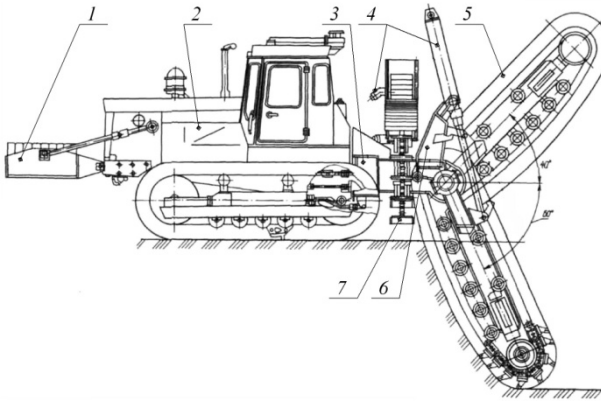


Рис. 5. Экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-208В: 1 – противовес; 2 – трактор базовый; 3 – редуктор привода; 4 – гидросистема; 5 – рабочее оборудование; 6 – рама; 7 – поперечный скребковый конвейер

Экскаватор ЭТЦ-208В предназначен для разработки траншей прямоугольного профиля глубиной до 2 м и шириной 0,6 м в мерзлом грунте при глубине промерзания до 2 м. Экскаватор создан на базе

гусеничного трактора тягового класса 10. Экскаватор обеспечивает техническую производительность в  $55 \text{ м}^3/\text{ч}$  и бесступенчатое регулирование рабочей скорости в пределах 20...340 м/ч.

В состав экскаватора ЭТЦ-208В входит (лист 5) трактор 14, редуктор 15 привода рабочего органа, цепной рабочий орган 16, поперечный скребковый конвейер 17, гидроцилиндры подъема рабочего органа 18.

Разработка траншеи осуществляется следующим образом. Рабочий орган 16 заглубляется с помощью гидроцилиндров 18. Зубья рабочего органа скалывают грунт по поверхности забоя и перемещают его вверх к передней кромке разработанной траншеи. Скребковый конвейер 17 перемещает разработанный грунт в сторону от разрабатываемой траншеи.

Рабочий орган (см. лист 5) представляет собой непрерывную гусеничную цепь, по которой с помощью болтов 19 закреплены траверсы 1 (каретки). На траверсах 1 по определенной схеме в карманы 3 установлены зубья 2, наваренные твердым сплавом. Рабочая цепь движется по поддерживающим 13 и опорным роликам 12, закрепленным на раме 11. В нижней части рамы размещены винтовой механизм натяжения рабочей цепи, пружинный амортизатор и натяжные колеса 20.

Привод рабочего органа осуществляется от вала 21 через блок шестерен 22, шестерни 8 переключения скоростей, вал 23, конические шестерни 7, полый вал 24, предохранительную фрикционную муфту 9, вал 25, цилиндрические шестерни 4, 5, 6. Шестерня 4 закреплена на приводном валу 26 со звездочками 27 привода рабочего органа.

Многодисковая фрикционная муфта 9 предназначена для защиты от перегрузок элементов трансмиссии рабочего оборудования.

Подъем рамы рабочего органа 11 осуществляется гидроцилиндром 28 за счет поворота ее относительно приводного вала 26, а фиксация рабочего органа в транспортном положении осуществляется подвижным крюком 10.

Гидравлическая система экскаватора ЭТЦ-208В (лист 5 «Гидравлическая схема») предназначена для осуществления рабочего передвижения экскаватора, привода скребкового транспортера и подъема-опускания рабочего органа.

Привод скребкового транспортера и рабочего перемещения экскаватора осуществляется от гидромоторов 4, питаемых тракторными насосами 11 и управляемых гидрораспределителями 3. Предохранение гидросистем привода транспортера и рабочего передвижения экскаватора осуществляется предохранительными клапанами 2.

Подъем и опускание рабочего органа производятся гидроцилиндрами 5, которые управляются тракторным гидрораспределителем 8. В маслопроводе питания штоковой полости гидроцилиндров 5 установлены гидрозамок 7 и замедлительный клапан 6. Гидрозамок 7 предохраняет рабочий орган от его самопроизвольного опускания, а замедлительный клапан 6 уменьшает скорость опускания рабочего органа при его переводе из транспортного положения в рабочее.

Одним из недостатков скребковых рабочих органов является сложность перемещения в отвал извлеченного грунта. Для использования ленточного транспортера для этих целей создан скребковый цепной траншеекопатель с подъемным лотком. Схема его рабочего органа показана на рис. 6.

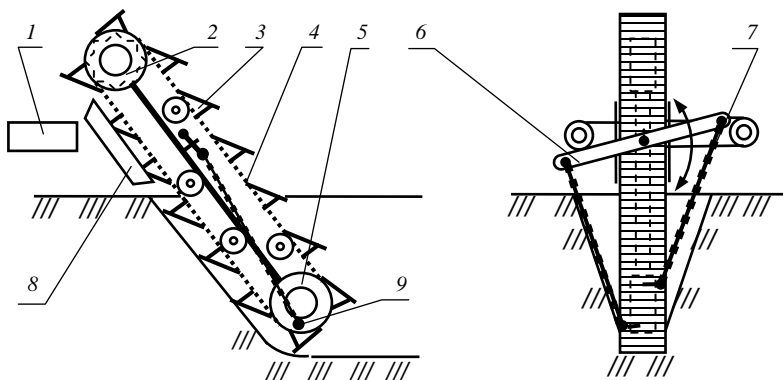


Рис. 6. Схема скребкового цепного траншеекопателя с подъемным лотком и откосообразователями: 1 – поперечный ленточный конвейер; 2 – ведущая звездочка; 3 – скребки; 4 – рабочая цепь; 5 – натяжные колеса; 6 – балансиры; 7 – цепи; 8 – подъемный лоток; 9 – ось

Скребки 3 своими зубьями рыхлят грунт, который перемещается вверх транспортирующей лобовой частью последующего скребка. Грунт скребками перемещается вверх по забою, затем – по стальному подъемному лотку 8, с которого сыпается на поперечный конвейер 1. Транспортер отбрасывает грунт в сторону от траншеи. Скребки крепятся к рабочей цепи 4, приводимой в движение ведущей звездочкой 2.

При большой глубине траншеи она может обрушиться, поэтому на рабочем органе устанавливается оборудование для обрушения откосов, т. е. откосообразователи, состоящие из балансира 6 и цепей 7 с ножами. Нижние концы цепей 7 соединены с эксцентрично установ-

ленными в натяжных колесах 5 осями 9. При вращении натяжного барабана оси 9 заставляют штанги совершать колебательное движение и подрезать кромки траншеи. При этом балансир вынужден совершать колебательное движение.

Такую схему работы имеет экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-252 на базе трелевочного трактора ТТ-4.

С целью повышения проходимости по слабонесущим грунтам могут применяться четырехгусеничные машины (рис. 7).



Рис. 7. Скреповый цепной экскаватор-траншеекопатель VERMEER RTX1250

Основные технические данные наиболее распространенных скреповых цепных траншеекопателей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные технические данные цепных скреповых экскаваторов-траншеекопателей

Показатель	ЭТЦ-165А	ЭТЦ-208В	ЭТЦ-208Д	ЭТЦ-252
Глубина траншеи, м	До 1,6	До 2,0	До 2,0	До 2,5 и 3,5
Ширина траншеи, м	0,20; 0,27; 0,40	0,60	0,14	0,80; 1,0
Техническая производительность в грунтах 1-й категории, м <sup>3</sup> /ч	85	120 (в грунтах 2-й категории)	21 (в мерзлых грунтах)	220
Базовый трактор	«Беларус 82»	Т-170МГ-1	Т-170МГ-1	ТТ-4
Номинальная мощность двигателя, кВт	55	118	118	81
Скорость цепи рабочего органа, м/с	0,80; 1,2; 1,5; 2,1	1,7; 2,4	1,63; 2,65	0,80; 1,25
Конструктивная масса, кг	6300	24200	20000	19500/ 20100

### 3. РОТОРНЫЕ ТРАНШЕЙНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Роторные траншейные экскаваторы предназначены для рытья траншей под водопроводы, кабели связи, трубопроводы канализации, теплофикации, дренажа, газопроводы, нефтепроводы и другие коммуникации.

По сравнению с цепными траншейными экскаваторами роторные имеют следующие преимущества: более высокий КПД и, следовательно, менее энергоемкий процесс разработки грунта из-за отсутствия цепей, работающих в абразивной среде; более высокая производительность благодаря повышенному числу разгрузок ковшей в единицу времени, которая обеспечивается равномерностью вращения ротора и лучшими условиями опорожнения ковшей.

Наряду с этим роторные экскаваторы имеют большие габариты и массу, чем цепные. Это объясняется большими размерами и массой ротора по сравнению с цепным рабочим органом для одних и тех же размеров отрываемых траншей. Кроме того, габариты и массу ротора приходится значительно увеличивать с увеличением глубины отрываемой траншеи, тогда как для цепных экскаваторов увеличение массы рабочего органа происходит в меньшей степени. Это обстоятельство определяет рациональный предел глубины копания роторным экскаватором, который не превышает 3 м.

Роторные экскаваторы применяют главным образом для разработки траншей большой протяженности с большим объемом земляных работ, преимущественно вне населенных пунктов, когда не требуется частой переброски машин с одного участка на другой.

Типичная схема роторного рабочего органа показана на рис. 8.

Ковши 3 крепятся к кольцам 5 ротора. К кольцам по кругу прикреплены секторы с зубьями, в зацепление с которыми входят две шестерни 1, имеющие механический, гидравлический или электрический привод. При вращении шестерен 1 вращаются и кольца с ковшами, перекатываясь по роликам 7, установленным на раме рабочего органа 6. Ковши, двигаясь снизу вверх, разрабатывают грунт в траншее и заполняются им. Для того чтобы грунт из ковшей преждевременно не высыпался внутрь ротора, в передней его части установлен стальной лист, так называемый запорный сектор 2. По достижении ковшем верхнего края запорного сектора грунт из ковша высыпается и попадает на поперечный ленточный конвейер 4, который выбрасывает грунт, образуя кавальер вдоль траншеи.

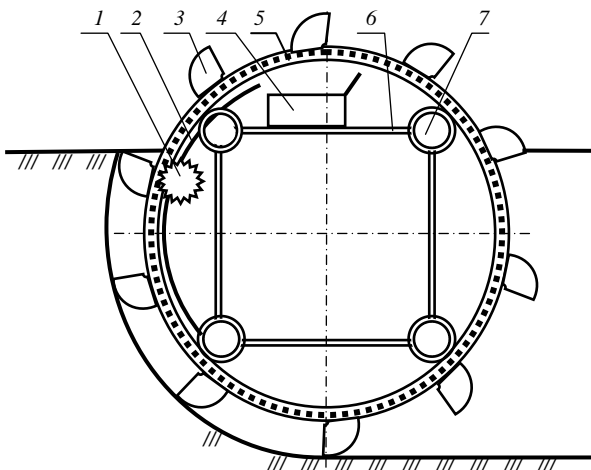


Рис. 8. Схема многоковшового роторного траншеекопателя:  
 1 – приводные звездочки; 2 – запорный сектор; 3 – ковш;  
 4 – отвальный конвейер; 5 – кольца с зубчатыми секторами;  
 6 – рама; 7 – опорные ролики

Известны экскаваторы-траншеекопатели с двухрядной установкой ковшей и двумя отвальными конвейерами. Они разрабатывают траншеи большой ширины (более 1,2 м).

Днища ковшей обычно выполняются из круглозвенных сварных цепей в виде сети. Влажный грунт сквозь ее ячеи не просыпается, а при выгрузке грунта из ковшей на транспортер цепное днище падает вниз и грунт хорошо высыпается из ковшей даже при работе в грунтах, склонных к налипанию.

Зубья на ковшах ставятся таким образом, чтобы след зуба от последующего ковша не попал в след от предыдущего. Зубья имеют ширину рабочей части от 35 до 60 мм.

На рабочих органах некоторых экскаваторов могут устанавливаться пассивные откосники, которые подрезают и обрушают кромку траншеи во избежание ее самопроизвольного обрушения после прокладки.

Общий вид роторного экскаватора-траншеекопателя ЭТР-204А в транспортном положении приведен на рис. 9.

Роторный траншейный экскаватор ЭТР-204 предназначен для отрывки траншей глубиной до 2 м и шириной по дну 1,2 м. Ротор экскаватора имеет 14 ковшей вместимостью 140 л, а диаметр ротора по

зубьям ковшей составляет 3550 мм. Экскаватор обеспечивает наибольшую техническую производительность  $650 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

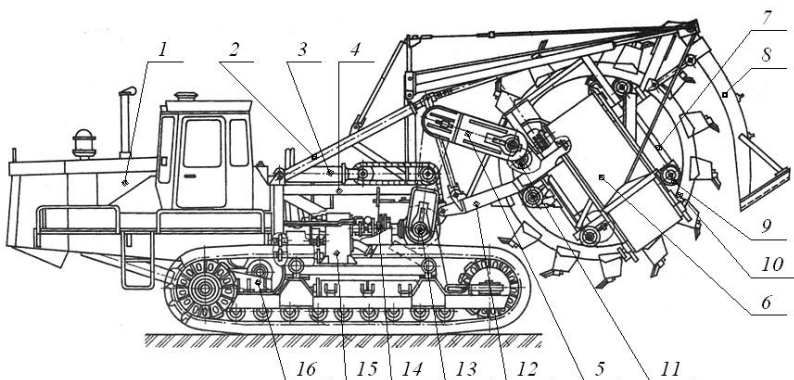


Рис. 9. Многоковшовый роторный экскаватор-траншекопатель ЭТР-204А: 1 – тягач; 2, 3 – механизмы подъема рабочего оборудования; 4 – рама тягача; 5 – шарнирная цепная передача; 6 – конвейер; 7 – рама ротора; 8 – устройство зачистное; 9 – ролики; 10 – ротор; 11 – вал привода; 12 – рабочее оборудование; 14 – муфта предельного момента; 13, 15, 16 – редукторы

Экскаваторы ЭТР-223 и ЭТР-224 предназначены для отрывки траншей до 2,2 м, причем первый из них обеспечивает ширину траншеи 1,5 м, а второй – 0,85 м. Роторы этих экскаваторов имеют 16 ковшей вместимостью 160 и 85 л соответственно при диаметре ротора 3830 мм. Эти экскаваторы имеют наибольшую техническую производительность  $600 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Все три типа экскаватора смонтированы на тракторе Т-130Г, скорости рабочего хода могут бесступенчато регулироваться в пределах 10–300 м/ч.

Роторные экскаваторы ЭТР-204, ЭТР-223А, ЭТР-224А, ЭТР-254 являются самоходными машинами и состоят (лист 8) из тягача и рабочего оборудования. Рабочее оборудование представляет собой ротор 15 с ковшами 16, смонтированными на раме 12. Ротор опирается на направляющие 14 и поддерживающие 11 ролики. Привод ротора осуществляется от раздаточного редуктора 19 через предохранительную муфту 18, шарнирную цепную передачу 6, редуктор вала привода 7 и привод ротора 17. Вынос грунта за пределы сечения траншеи осуществляется конвейером (транспортером) 8, откидная секция которого приводится в рабочее положение механизмом подъема 9.

Для окончательной зачистки дна канала используют зачистное устройство 13.

В процессе работы экскаватора ковши 16, расположенные на вращающемся роторе 15, непрерывно разрабатывают грунт и выдают его на поперечный конвейер 2 (см. лист 8 «Схема работы»), откуда он поступает в отвал 3 или транспортное средство.

Отсутствие просыпания грунта внутрь ротора обеспечивается отбойным сектором, установленным в передней части ротора. Надежная выгрузка грунта из ковша обеспечивается выполнением цепного днища.

В трансмиссии для получения бесступенчатых рабочих скоростей передвижения машин применен гидромеханический ходоуменьшитель, состоящий из насоса 8 регулируемой подачи, гидромотора 18.

Ходовое устройство приводится в движение от двигателя 1 (лист 8 «Кинематическая схема»), коробку передач трактора 2, задний мост 3 трактора, бортовой редуктор 4 и ведущие звездочки механизма передвижения.

Рабочий орган приводится от раздаточного редуктора 7 с помощью карданного вала с цепными муфтами 9, через предохранительную муфту 10, редуктор привода ротора 17, шарнирную цепную передачу 11, редуктор вала 12, шестерню 13 привода ротора и двустороннюю открытую зубчато-реечную передачу в виде зубчатого венца, установленного на роторе.

В качестве редуктора привода ротора использован задний мост грузового автомобиля с незначительными изменениями. Дифференциал заднего моста выполняет здесь функцию уравнительного механизма, выравнивающего крутящие моменты на обеих сторонах ротора, что позволяет передать на оба кольца ротора равные моменты. Цепной привод ротора выполнен двухступенчатым, шарнирным для сохранения расстояния между звездочками при изменении положения ротора.

Конвейер 14 приводится в действие от гидромоторов 16, питаемых от насосов 5, привод которых осуществляется от раздаточного редуктора 7.

Гидросистема подъема и опускания рабочего оборудования экскаваторов (лист 9) выполнена на базе гидросистемы трактора Т-130, от которой используют гидробак 5, насос 6, фильтр 7, гидрораспределитель 8. Для подъема передней части рабочего оборудования служат гидроцилиндры 12, задней – гидроцилиндры 10. Гидроцилиндром 11 опускают откидную часть конвейера. Для уменьшения скорости опу-

кания рабочего оборудования в сливных гидролиниях всех гидроцилиндров установлены дроссели 9 с обратными клапанами.

Гидравлический привод рабочего передвижения экскаваторов выполнен по схеме с замкнутой циркуляцией. Бесступенчатое регулирование скорости обеспечивается за счет применения аксиально-поршневого насоса 1 регулируемой подачи, который питает гидромотор 13 рабочего передвижения. Для подпитки системы служит насос 3, который подает масло из гидробака 4 через обратный клапан 22, фильтр 7, обратные клапаны 16 (в зависимости от направления движения экскаватора).

Насосы рабочего передвижения 1 и подпитки 3 приводятся во вращение от раздаточного редуктора экскаватора. Для защиты гидросистемы служат предохранительные клапаны 17. Заполнение системы производится ручным насосом 21, который подает масло из бачка 23 в систему через фильтр 7.

Технические данные наиболее распространенных многоковшовых роторных экскаваторов-траншекопателей приведены в табл. 2.

Таблица 2. Технические данные многоковшовых роторных экскаваторов-траншекопателей

Показатель	ЭТР-162	ЭТР-204А	ЭТР-223А	ЭТР-224А	ЭТР-253А	ЭТР-254
Базовый трактор	ДТ-75С2	Перекомпонованный Т-130Г			ДЭТ-250М	УШ
Мощность двигателя, кВт	55	118	118	118	220	220
Глубина траншеи, м	1,6	2,0	2,2	2,2	2,5	2,5
Ширина траншеи, м	0,8	1,2	1,5	0,8	2,1	1,8; 2,1; 2,4
Техническая производительность в грунтах 1-й категории, м <sup>3</sup> /ч	300	650	650	600	1200	900
Диаметр ротора, мм	2900	3550	3830	4500	4500	4350
Частота вращения ротора, с <sup>-1</sup>	0,175	0,13	0,16	0,12; 0,15	0,123	0,128
Число ковшей, шт.	10	14	14	16	14	24
Вместимость ковша, л	70	140	160	85	250	150
Ширина ленты транспортера, мм	600	800	800	800	1200	1200
Масса, кг	12500	31400	33500	31100	58800	42000
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	8300× 2100× 3000	11100× 3200× 4200	11460× 3260× 4180	11500× 3200× 4130	13400× 3700× 5010	13450× 3500× 4770

#### 4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭКСКАВАТОРОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Персонал, обслуживающий экскаватор, должен обладать необходимой квалификацией и иметь документ, дающий право на управление и обслуживание этой машины.

Работать можно только на полностью исправном экскаваторе, заправленном топливом, рабочей жидкостью, охлаждающей жидкостью двигателя и смазкой в соответствии с указаниями по смазке.

Перевозка пассажиров *запрещена*.

Нельзя производить работы в зоне подземных коммуникаций без разрешения их владельца. В случае обнаружения при копании неизвестных коммуникаций работа должна быть приостановлена до получения необходимых сведений.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии людей в рабочей зоне. Нахождение людей ближе 20 м от работающего экскаватора не допускается. Прежде чем начать движение машины, необходимо подать звуковой сигнал.

Проезд рядом или под линиями электропередач (ЛЭП) не разрешается, если при этом гарантированно не выдерживается минимальное расстояние между экскаватором и проводами хотя бы по одному из направлений, указанных в табл. 3.

Таблица 3. Минимальное допустимое расстояние между экскаватором и проводами ЛЭП

Напряжение линии электропередач, кВ, не более	1	20	110	220	500	1000
Расстояние, м:						
по горизонтали	1,5	2	4	6	9	9
вертикали	1	2	3	4	6	6

*Запрещается* остановка экскаватора под проводами любого напряжения.

Если при копании произошло неожиданное соприкосновение с токопроводящими частями, экскаваторщик должен *оставаться на рабочем месте* и отвести рабочее оборудование в сторону, затем выехать из опасной зоны либо передать информацию о необходимости отключения тока.

Поворот экскаватора с заглубленным рабочим органом во избежание повреждения рабочего оборудования не допускается. Поворот экскаватора можно производить только после вывода рабочего органа из грунта.

Безопасная дистанция от движущегося рабочего органа до неподвижных конструкций и других предметов составляет не менее 1,0 м.

**Запрещается** людям, находящимся вне экскаватора, приближаться к машине и касаться ее.

При транспортном движении экскаватора рабочий орган должен быть установлен на транспортные упоры. Для перемещения экскаватора по дорогам общего пользования необходимо руководствоваться требованиями Правил дорожного движения в части перевозки негабаритных грузов.

Загрузку экскаватора на транспортные средства необходимо производить с пандуса, чтобы избежать ударных перегрузок экскаватора и платформы.

Во время погрузки на трейлер и разгрузки с него экскаватор и транспортная платформа должны располагаться на ровной площадке. Предварительно необходимо очистить платформу и траки от грязи, масла и других скользких материалов. Следует надежно фиксировать растяжками экскаватор на платформе во избежание его самопроизвольных перемещений во время транспортирования.

**К управлению, техническому обслуживанию и ремонту экскаваторов** допускаются лица, прошедшие обучение по ГОСТ 12.0.004-90 и имеющие право на выполнение работы, соответствующей их квалификации.

До начала работ с использованием экскаватора необходимо определить рабочую зону машины, границы опасной зоны, средства связи машиниста с рабочими, обслуживающими машину, и машинистами других машин.

Экскаватор должен находиться в технически исправном состоянии и должен быть оснащен звуковой, световой или комбинированной сигнализацией и зеркалом заднего вида.

Все движущиеся части машины, а также цепные, ременные и другие передачи должны быть ограждены в местах доступа к ним людей.

Следует избегать работ вблизи выступов, глубоких канав или ям, оползней, так как воздействие веса и вибрации машины может привести к обвалу их краев и внезапному опрокидыванию экскаватора. Если работы в таких условиях нельзя избежать, необходимо принять допол-

нительные меры предосторожности и устанавливать экскаватор так, чтобы продольная ось машины была перпендикулярна краю опасного места.

При работе на экскаваторе совместно с другими машинами, а также в случаях работы в стесненных условиях необходимо производить ограждение опасной зоны или организовывать посты безопасности, т. е. выделять специальный персонал, призванный согласованными сигналами предупреждать о возможности возникновения аварий или помех работе машин.

В случае работы экскаватора в темное время суток (при плохой видимости) место работы, рабочие органы и механизмы управления должны быть освещены.

Чистить, заправлять, смазывать и ремонтировать экскаватор необходимо после полной его остановки (при выключенном двигателе), при этом должна исключаться возможность его запуска.

Заправка экскаватора топливо-смазочными материалами должна производиться, как правило, днем. Ночью заправку разрешается производить лишь в исключительных случаях и обязательно при электрическом освещении (не менее 10 лк).

Проверять уровень топлива в баке необходимо только мерной линейкой.

После заправки заправочные места должны быть закрыты, а остатки и подтеки ТСМ удалены.

## **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Поясните назначение экскаваторов непрерывного действия с цепным и роторным рабочими органами.
2. Приведите классификацию экскаваторов непрерывного действия.
3. Опишите устройство и принцип действия цепных траншейных экскаваторов.
4. Опишите устройство и принцип действия роторных траншейных экскаваторов.
5. Укажите особенности техники безопасности при эксплуатации экскаваторов непрерывного действия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экскаваторы непрерывного действия / З. Е. Гарбузов [и др.]. – Москва: Высш. шк., 1980. – 303 с.
2. Скотников, В. А. Мелиоративные машины для осушения болот / В. А. Скотников, А. А. Машенский, В. Т. Радкевич. – Минск: Выш. шк., 1988. – 309 с.
3. Суриков, В. В. Роторные экскаваторы для сельскохозяйственных мелиораций / В. В. Суриков, Б. Г. Фарберман, В. М. Юрчук. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 343 с.

Учебное издание

**Казак** Андрей Леонидович  
**Мажугин** Евгений Иванович

## ЭКСКАВАТОРЫ-ТРАНШЕЕКОПАТЕЛИ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Редактор *Е. В. Ширалиева*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 22.12.2020. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,14.  
Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.