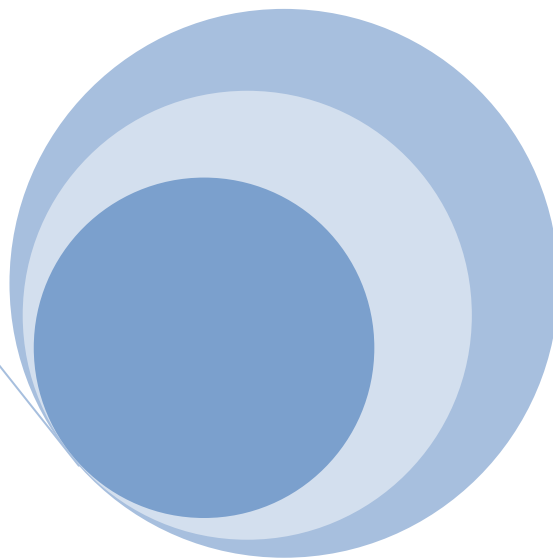




Департамент образования и науки Приморского края  
Краевое государственное автономное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Дальневосточный технический колледж»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к практической работе  
«Расчёт производительности одноковшовых экскаваторов»  
по дисциплине  
«Машины и оборудование для природообустройства»  
для студентов 2 курса

[ специальность 20.02.03 «Природоохранное обустройство территорий»]

[Уссурийск 2017]

## **РАССМОТРЕНА**

на заседании кафедры  
строительных специальностей

Протокол № 1 от «25» сентября 2017

Заведующая кафедрой

\_\_\_\_\_ Андреева Е.В.

Составитель: Киселева О.Н., преподаватель общепрофессиональных дисциплин

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой для студентов 2 курса по специальности 20.02.03 «Природоохранное обустройство территорий».

Методические указания содержат краткие указания по выполнению практической работы по дисциплине «Машины и оборудование для природообустройства».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для успешного решения конкретных задач в профессиональной деятельности будущих специалистов в области природообустройства необходимы знания и представления о возможностях привлечения и использования техники и оборудования на объектах природообустройства, о разнообразии значительного числа механизмов и оборудования, используемых в данной области. Это позволит эффективно подбирать и вводить в эксплуатацию необходимый набор техники для выполнения конкретного вида работ по природообустройству.

Необходимым условием для успешной реализации учебного процесса является наличие по дисциплине методических указаний, отражающих цельное представление её теоретических основ и методических подходов к проведению практических работ.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Расчёт производительности одноковшовых экскаваторов	4
Задание 1	4
Задание 2	13
Задание 3	13
Задание 4	18
Список литературы	20

# РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

## **ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:**

Научиться определять техническую и сменную эксплуатационную производительность одноковшового экскаватора.

## **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные принять по таблице в соответствии с вариантом студента. (Вариант устанавливается по цифре номера в списке учебного журнала).

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить принципиальное устройство машины, её основные характеристики, рабочие процессы одноковшового экскаватора.

## **Классификация экскаваторов**

Экскаватор (от лат. *excavo* – выдалбливать), землеройная машина, оборудованная навесным рабочим органом – ковшом, осуществляющим резание грунта одновременно с его наполнением, главным образом, для разработки мягких горных пород в массиве или скальных в раздробленном состоянии. Благодаря высокой производительности при разработке грунтов различных категорий наибольшее распространение получили одноковшовые экскаваторы.

Экскаваторы разделяют на несколько групп по назначению и мощности. Если машина производит все операции в определенном порядке, повторяя их через некоторые промежутки времени, она относится к машинам прерывного (циклического) действия, если производит все операции одновременно – машиной непрерывного действия. К экскаваторам прерывного действия относятся одноковшовые, а к экскаваторам непрерывного действия – многоковшовые, скребковые и фрезерные.

Одноковшовые и многоковшовые экскаваторы бывают сухопутные и плавучие. Сухопутные экскаваторы имеют гусеничное, пневмоколесное, рельсовое и шагающее ходовое устройство.

Все механизмы экскаватора приводятся в движение дизелями, карбюраторными, паровыми или электрическими двигателями. Наиболее экономичными являются дизельные и электрические двигатели. Выбор двигателя определяется условиями, в которых будет работать экскаватор. Так, на экскаваторах, работающих в карьере, выгодно применять электродвигатели, так как электричество – наиболее дешевый вид энергии, а при работе на строительстве дорог, где машину часто перевозят с места на место, целесообразно использовать дизельные двигатели.

Если все механизмы экскаватора приводятся в движение от одного двигателя, такой привод называют однодвигательным. Если в экскаваторе каждый механизм (или группа механизмов) приводится в движение отдельным двигателем, такой привод называется многодвигательным.

С целью передачи движения от двигателя к рабочим механизмам используют следующие виды приводов:

– механический, когда движение передается с помощью валов, шестерен, червячных пар, цепных передач;

- гидравлический объёмный, где роль привода выполняют гидронасос, маслопроводы и гидромоторы (или гидроцилиндры); в маслопроводах циркулирует жидкость, передающая энергию от насосов к гидромоторам (или гидроцилиндрам), приводящим рабочие механизмы в движение;
- гидромеханический, в котором для передачи энергии используют гидротрансформатор в сочетании с механической трансмиссией;
- электрический, применяемый на экскаваторах с многомоторным приводом в сочетании с механическим;
- смешанный, состоящий из приводов двух видов, например, механического и электрического.

Таким образом, экскаваторы классифицируют:

#### **ПО ТИПУ ХОДОВОЙ ЧАСТИ**

- гусеничные на нормальном и уширенно-удлинённом шасси;
- шагающие;
- пневмоколёсные;
- на автомобильном ходу и на спецавтошасси;
- на тракторе;
- рельсовые и железнодорожные (нормал. колеи);
- плавучие (земснаряды, землечерпательные снаряды, землечерпалки);
- на вездеходном шасси (например, на понтоне с возможностью «шагания» по суше);
- на специальном (например, крутосклонном) шасси;
- на комбинированном шасси (например, пневмоколёсный с опускаемыми ж/д колёсными парами).

#### **ПО ПРИНЦИПУ РАБОТЫ**

- экскаваторы циклического действия (одноковшовые): одноковшовый экскаватор (в направлении зуба ковша экскаватора); рабочее оборудование: драглайн, прямая лопата, обратная лопата, грейфер;
- экскаваторы непрерывного действия (траншейный, роторный стреловой);
- вакуумные и вакуумно-всасывающие экскаваторы (например, землесосные земснаряды).

#### **ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЮ**

- карьерные;
- вскрышные;
- шахтные (для подземных работ);
- строительные универсальные.

#### **ПО СИЛОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ**

- с двигателем внутреннего сгорания (как правило – дизельные);
- электрические;
- ранее – паровые.

Универсальные экскаваторы предназначены для работы с различными видами сменного оборудования; прямой и обратной лопатой, драглайном, крановой стрелой с крюковой подвеской или грейфером, копром для забивки свай.

Полууниверсальные экскаваторы кроме основного рабочего оборудования имеют один или два вида дополнительного сменного оборудования (прямую лопату, обратную лопату, драглайн).

### **Классификация одноковшовых экскаваторов**

**Одноковшовый экскаватор** – разновидность экскаватора, землеройная машина циклического действия для разработки (копания), перемещения и погрузки грунта. Рабочим органом является подвижный ковш разного кубического объёма, закреплённый на стреле, рукояти или канатах. Ковш загружается за счёт перемещения относительно

разрабатываемого грунта. При этом корпус экскаватора относительно грунта остаётся неподвижным – тяговое усилие создаётся механизмами экскаватора. Это отличает экскаватор от скрепера и погрузчика, где тяговое усилие при загрузке ковша создаётся перемещением корпуса машины.

По виду работ отмечают два основных типа экскаватора по направлению зуба ковша – обратная или прямая лопата. Экскаваторы с прямой лопатой применяются только в карьерах при загрузке горной массы в вагоны думпкара или для погрузки рудой или иной горной породой карьерных самосвалов. Отличительной особенностью такого экскаватора является открывающееся днище ковша.

Одноковшовые экскаваторы классифицируются по типу шасси, типу привода, типу рабочего оборудования, возможности поворота рабочего оборудования относительно опорной поверхности.

По возможности **поворота рабочего оборудования** относительно опорной поверхности

**а) полноповоротные** (рис.1);

**б) неполноповоротные** (рис.2).

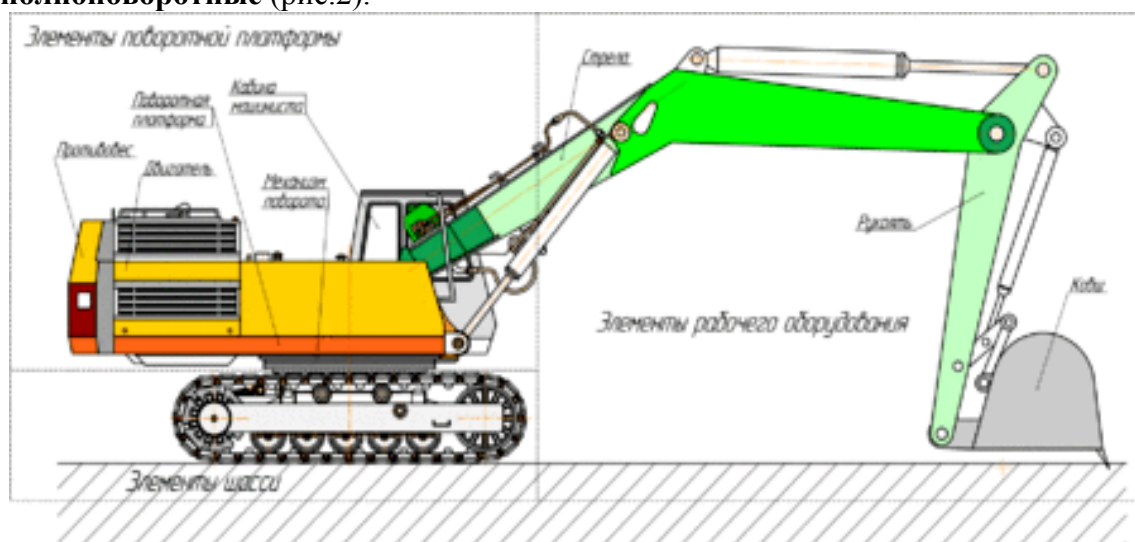


Рисунок 1. Схема полноповоротного экскаватора

Рабочее оборудование, приводы, кабина машиниста и двигатель устанавливаются на поворотной платформе, которая в свою очередь устанавливается на шасси посредством опорно-поворотного устройства (ОПУ), и может поворачиваться относительно него в любую сторону на любой угол. Части гидросистемы шасси и поворотной платформы полноповоротных экскаваторов соединены с применением коллектора, что позволяет производить неограниченное количество полных оборотов в одну сторону.

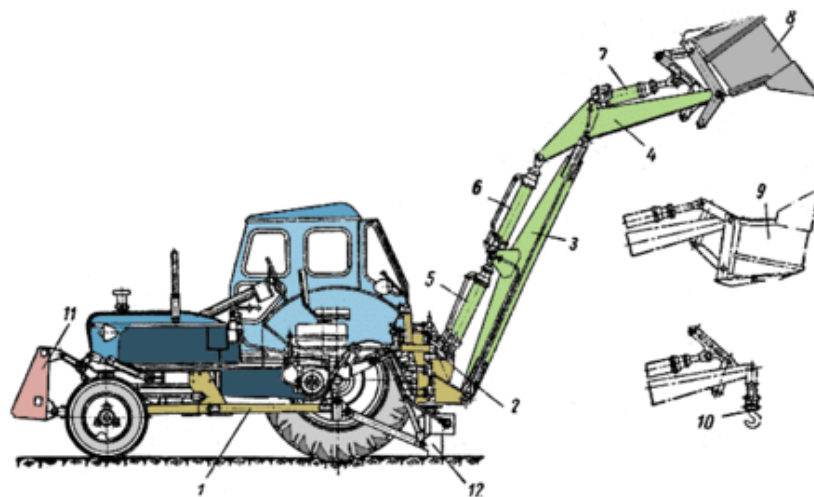


Рисунок 2. Схема неполноповоротного экскаватора на шасси колёсного трактора:  
1. Рама экскаватора, закреплённая на тракторе; 2. Поворотная колонка; 3. Стрела; 4. Рукоять;

5. Гидроцилиндр привода стрелы; 6. Гидроцилиндр привода рукояти; 7. Гидроцилиндр привода ковша; 8. Ковш в положении обратной лопаты; 9. Вариант установки ковша в положении прямой лопаты; 10. Сменный грузовой крюк; 11. Бульдозерный отвал; 12. Выносные опоры.

Рабочее оборудование закрепляется на шасси с помощью поворотной колонки. На многих машинах подобного типа поворотная колонка монтируется на поперечных направляющих, что позволяет перемещать её вместе с рабочим оборудованием вправо-влево с последующей жёсткой фиксацией для более удобного положения рабочего оборудования. Поворот рабочего оборудования осуществляется на угол 45-90° от начального положения. Двигатель, механизмы, кабина машиниста размещены на неповоротном шасси. В настоящее время неполноповоротными выполняются экскаваторы, навешиваемые на тракторы.

#### **ПО ТИПУ ШАССИ:**

##### **а) навешиваемые на тракторы**



Рисунок 3. Экскаватор, навешенный на трактор «Беларусь»



Рисунок 4. Тракторный экскаватор зарубежного производства

В качестве базового шасси используется трактор, чаще всего колёсный. Неполноповоротное экскаваторное оборудование устанавливается сзади (реже сбоку) трактора, на специальной раме. Наиболее распространёнными являются экскаваторы, навешиваемые на тракторы класса 1,4. Характерный объём ковша – 0,2-0,5 м<sup>3</sup>. Применяются для выполнения небольших землеройных или погрузочных работ, чаще всего при ремонте инженерных сетей. Конструкция рабочего оборудования позволяет оперативно



переставлять ковш для работы прямой или обратной лопатой. Ковш может заменяться грейфером, грузовыми вилами или крюком. Для привода используется двигатель базового трактора. Привод рабочего оборудования гидравлический. Благодаря относительно высокой скорости хода могут оперативно прибывать к месту выполнения работ, расположенных на расстоянии 20-30 км от места базирования. Трактор с навешенным экскаваторным оборудованием может использоваться также для выполнения транспортных и бульдозерных работ.

**б) на автомобильном шасси**



Рисунок 5. Экскаватор ЭОВ-4421 на шасси КрАЗ-255



Рисунок 6. Экскаватор UDS на шасси Tatra-141

В качестве базового шасси используется грузовой автомобиль, чаще всего повышенной проходимости. Обладают высокой скоростью перемещения. Применяются в случаях, когда требуется высокая мобильность: в военном деле (инженерные войска, дорожные войска), при выполнении спасательных операций, при строительстве дорог, очистке каналов. Рабочее оборудование – обратная лопата. Выпускаются экскаваторы с телескопической стрелой и поворотным ковшом, позволяющим оперативно переходить от прямой лопаты к обратной.

**в) пневмоколесные**



Рисунок 7. Современный пневмоколесный экскаватор с гидравлическим приводом



Рисунок 8. Пневмоколесный экскаватор 50-х - 60-х годов с канатным приводом

Экскаваторы имеют собственное специальное шасси, опирающееся на колёса с пневматическими шинами. Выполняются чаще всего полноповоротными. Для повышения устойчивости и предотвращения сползания при загрузке ковша имеют выносные опоры. Имеют скорость хода до 30 км/ч. Могут буксироваться грузовыми автомобилями со скоростью до 40 км/ч. Проходимость по слабым грунтам ограниченная. Выпускаются в широком диапазоне размерных групп – от микроэкскаваторов с объёмом ковша 0,04 м<sup>3</sup> до тяжёлых колёсных экскаваторов – с объёмом ковша до 1,5 м<sup>3</sup>. В связи со спецификой выполняемых работ: разработка котлованов, траншей, планировочные работы – рабочее оборудование – преимущественно обратная лопата. Могут использоваться с грейфером, челюстным захватом, гидравлическим молотом для рыхления грунта. Получили широкое распространение при выполнении различных видов строительных и ремонтных работ.

Привод колёс шасси может осуществляться как от двигателя рабочего оборудования через механические или гидравлические передачи (гидромоторы), так и от отдельного двигателя.

#### **г) гусеничные**



Рисунок 9. Гусеничный экскаватор компании New Holland 2000-х годов массой 22т.



Рисунок 10. Экскаватор DEMAG Bagger.

Исполнение: прямая лопата. Один из самых крупных в своём классе гидравлический экскаватор

Экскаваторы имеют собственное специальное шасси с гусеничным двигателем. Выполняются полноповоротными. Обладают высокой проходимостью и малым удельным давлением на грунт при большой массе. Могут работать на слабых и переувлажнённых грунтах, в том числе на торфоразработках. Имеют скорость хода 2-15 км/ч. К месту работ перевозятся тягачами на специальных прицепах.

Рабочий диапазон объёмов ковша весьма широк: от миниэкскаваторов с объёмом ковша 0,04 м<sup>3</sup> до карьерных с объёмом ковша 10 м<sup>3</sup>. Имеются также особо тяжёлые карьерные гусеничные экскаваторы с объёмом ковша 26 м<sup>3</sup> производства фирмы DEMAG (Германия).

Рабочее оборудование: прямая лопата, обратная лопата, драглайн. Может использоваться с грейфером, челюстным захватом, гидравлическим молотом для рыхления грунта. Получили широкое распространение в строительстве и при добыче полезных

ископаемых. Ряд моделей гусеничных и пневмоколёсных экскаваторов имеют унифицированную поворотную платформу и рабочее оборудование.

#### **д) шагающие**

Поворотная платформа с оборудованием шагающего экскаватора установлена на опорной плите. С поворотной платформой связаны лапы, которые при работе экскаватора подняты (не касаются грунта). При передвижении экскаватора лапы опираются на грунт. При этом опорная плита отрывается от грунта. Экскаватор передвигается на один шаг вперед (для некоторых моделей возможно движение назад). После этого лапы поднимаются и возвращаются в исходное положение. На шагающем ходу выпускают крупные карьерные экскаваторы с объёмом ковша 15-40 м<sup>3</sup> и вылетом стрелы до 65-150 м. Рабочее оборудование – драглайн. Шагающими экскаваторами выполняются вскрышные работы (расчистка залежей полезных ископаемых от пустой породы), а также добыча полезных ископаемых и перемещение их в отвал (высотой до 40 м). Погрузка полезных ископаемых шагающими экскаваторами в транспортные средства осуществляться не может.

#### **е) железнодорожные**

В качестве шасси экскаватора используется железнодорожная платформа. Применяются для ремонтных работ на железной дороге. Имеют объём ковша до 4 м<sup>3</sup>. Поворотная платформа и оборудование часто унифицировано с гусеничными экскаваторами.

#### **ж) плавучие**

Рабочее оборудование (драглайн или грейферное) установлено на понтоне. Применяются для погрузочно-разгрузочных работ, добычи песка, гравия из водоёмов, дноочистительных и дноуглубительных работ. От плавучих кранов, оборудованных грейферами, плавучие экскаваторы отличаются меньшей высотой и упрощённой конструкцией стрелы.

### **ПО ТИПУ ДВИГАТЕЛЯ**

#### **а) паровые экскаваторы**



Рисунок 11. Работает паровой экскаватор

В качестве двигателя используется паровая машина. Были распространены в начале XX века. В настоящее время не выпускаются. Моментно-скоростные характеристики паровой машины и рабочего оборудования экскаватора хорошо согласовываются (паровая машина может развивать крутящий момент даже при заторможенном валу), что упрощает механические передачи.

#### **б) экскаваторы с двигателями внутреннего сгорания**

Наиболее распространённый тип. Экскаватор имеет собственный двигатель, чаще всего дизельный. Это обеспечивает автономность работы. Диапазон мощности двигателей, устанавливаемых на современные экскаваторы весьма широк (см. размерные группы).

Моментно-скоростные характеристики двигателя внутреннего сгорания и рабочего оборудования экскаватора не согласованы. В частности, двигатель внутреннего сгорания не может развивать крутящий момент при заторможенном коленчатом валу. Это требует применения на механических экскаваторах согласующих передач (муфт

сцепления, редукторов, гидротрансформаторов). У гидравлических экскаваторов согласование обеспечивается гидравлическими передачами.

#### **в) электрические экскаваторы**

Для привода рабочего оборудования используются электрические двигатели, получающие энергию от внешней сети или от собственного дизель-электрического агрегата. Электрический привод с питанием от внешней сети применяется для карьерных экскаваторов. Такие экскаваторы экономичны и не загрязняют атмосферу карьера.

Экскаваторы, работающие во взрывоопасной среде (в шахтах) первичного двигателя не имеют. Их гидравлическое оборудование питается жидкостью высокого давления от внешней маслостанции.

#### **ПО ТИПУ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ (приводов рабочего оборудования) а) с групповым механическим канатным приводом (механические)**



Рисунок 12. Лебёдки механического экскаватора

Тяговое усилие к рабочим органам передаётся посредством канатов (или цепей), движимых лебёдками. Привод лебёдок осуществляется от двигателя экскаватора посредством механических передач (зубчатых, цепных, фрикционных, червячных).

Универсальный экскаватор с механическим приводом оборудуется трёхбарабанной лебёдкой. Стреловой барабан лебёдки используется для привода (подъёма и опускания) стрелы. Подъёмный барабан используется для подъёма ковша (или возврата рукояти при работе обратной лопатой). Тяговый барабан используется для подтягивания ковша к экскаватору (при работе драглайном, обратной лопатой). При работе прямой лопатой тяговый барабан связан с механизмом напора рукояти.

Механический канатный привод широко применялся на экскаваторах в прошлом. В современных моделях его применение сокращается по следующим причинам:

- экскаваторы с механическим канатным приводом имеют сложную конструкцию и содержат большое число быстроизнашивающихся изделий (накладки фрикционов, ленты тормозов, канаты).
- канатный привод обеспечивает ограниченное число независимых перемещений элементов рабочего оборудования;
- канатный привод технически сложно сделать автоматизированным;
- канатный привод не обеспечивает полной фиксации элементов рабочего оборудования в заданном положении.

На современных моделях канатный механический привод применяется только для драглайна или грейфера.

#### **б) с индивидуальным электрическим приводом лебёдок (электромеханические)**

Тяговое усилие к рабочим органам передаётся посредством канатов (или цепей), движимых лебёдками. Привод каждой лебёдки и вспомогательных механизмов



осуществляется индивидуальным электрическим двигателем. Такой привод применяется на тяжёлых карьерных (в том числе и шагающих) и промышленных экскаваторах.



Рисунок 13. Электромеханический лебедочный 10-ти кубовый карьерный экскаватор с прямой лопатой ЭКГ-10 производства России.

#### **в) с гидравлическим приводом**

В экскаваторах с гидравлическим приводом (гидравлические экскаваторы) усилие на элементах рабочего оборудования создается гидроцилиндрами и гидродвигателями. Двигатель экскаватора приводит во вращение гидравлический насос, создающий давление рабочей жидкости в напорной магистрали гидросистемы. Через систему гидрораспределителей полости гидроцилиндров (гидродвигателей) соединяются с рабочей или сливной магистралями гидросистемы, что обеспечивает перемещение рабочего оборудования.

В нейтральном положении (при запертых полостях гидроцилиндров) положение рабочего оборудования фиксируется. Для транспортировки экскаватора с помощью буксира предусмотрена возможность перевода гидроцилиндра стрелы и гидромотора механизма поворота в нейтральный транспортный («плавающий») режим.

В настоящее время гидравлические экскаваторы имеют преимущественное распространение.

**ЗАДАНИЕ 2.** Выполнить кинематическую схему одноковшового экскаватора. По схеме указать название узлов и механизмов, обозначенных римскими цифрами и буквами. Определить по кинематической схеме угловую скорость вращения звена (звёздочка или шестерня), указанного в задании.

**ЗАДАНИЕ 3.** Определить техническую производительность экскаватора. Определить сменную эксплуатационную производительность экскаватора.

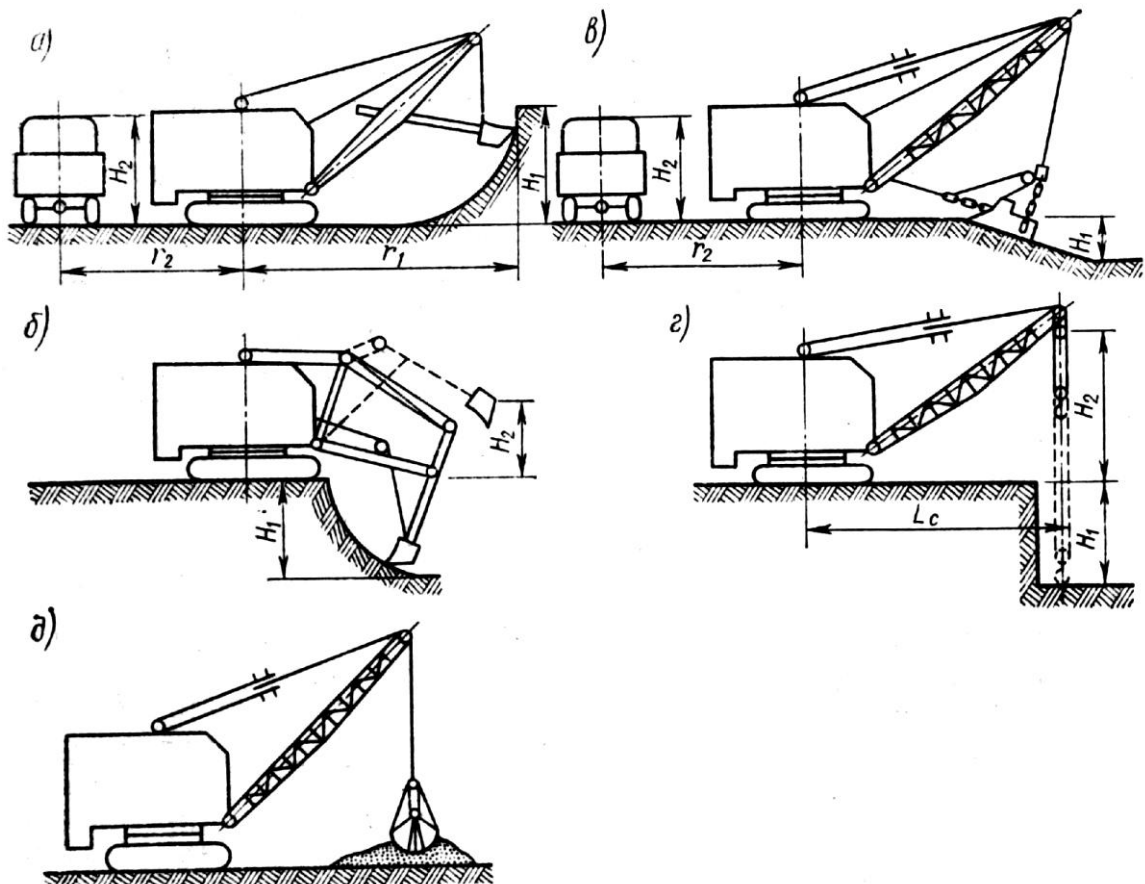


Рисунок 14. Основные виды рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов  
 а – прямая лопата; б – обратная лопата; в – драглайн; г – кран; д – грейфер;  $H_1$  – высота (глубина) копания;  $H_2$  – высота разгрузки (подъёма);  $r_1$  – радиус копания;  $r_2$  – радиус выгрузки

### МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По рисунку 15 вычерчиваем кинематическую схему экскаватора Э-652.
2. Указываем на схеме, пользуясь табл. 2 название основных деталей и узлов.
3. Определяем угловую скорость вращения заданного звена (см. табл. 2) по формуле

$$\omega_n = \frac{\omega_{дв}}{i_{общ}}, \text{ с}^{-1} \quad (1)$$

где  $\omega_{дв}$  – угловая скорость вращения вала двигателя,  $\text{с}^{-1}$ ;  
 $i_{общ}$  – общее передаточное число, определяемое произведением

$$i_{общ} = i_1 i_2 i_n \quad (2)$$

где  $i_n$  – передаточное число одной кинематической пары. Последнее, определяется отношением

$$i_n = \frac{z_n}{z_{n-1}}, \quad (3)$$

где  $z_n, z_{n-1}$  – количество зубьев соответственно ведомого и ведущего звеньев

Таблица 1 – Исходные данные для расчёта

Вариант	Высота забоя $H$ , м	Вместимость $Q$ , м <sup>3</sup>	Группа грунта	Угол поворота экскаватора, град	Частота вращения двигателя	Номер позиции элемента для расчёта
1	6,2	7,2	I	90	84	24
2	5,8	6,0	II	135	84	7
3	5,4	5,3	III	180	84	10
4	5,0	5,0	IV	90	84	20
5	4,5	3,0	I	135	84	6
6	4,0	7,2	II	180	84	21
7	6,2	6,0	III	90	84	9
8	5,8	5,3	IV	135	84	18
9	5,4	5,0	I	180	84	25
10	5,0	3,0	II	90	84	19
11	4,5	7,2	III	135	94	11
12	4,0	6,0	IV	180	94	5
13	6,2	5,3	I	90	94	12
14	5,8	5,0	II	135	94	13
15	5,4	3,0	III	180	94	22
16	5,0	7,2	IV	90	94	21
17	4,5	6,0	I	135	94	20
18	4,0	5,3	II	180	94	19
19	6,2	5,0	III	90	94	18
20	5,8	3,0	IV	135	94	18
21	5,4	7,2	I	180	104	19
22	5,0	6,0	II	90	104	20
23	4,5	5,3	III	135	104	21
24	4,0	5,0	IV	180	104	22
25	6,2	3,0	I	90	104	23
26	5,8	7,2	II	135	104	24
27	5,4	6,0	III	180	104	25
28	5,0	5,3	IV	90	104	24
29	4,5	5,0	I	135	104	23
30	4,0	3,0	II	180	104	15

Таблица 2 – Обозначение к кинематической схеме экскаватора Э-652

Позиция	Наименование узла или детали	Позиция	Наименование узла или детали
1	2	3	4
A	Двигатель	1	Звездочка $z_1 = 23$
B	Главная муфта	2	Звездочка $z_2 = 96$
B	Стрелоподъемный барабан	3	Шестерня $z_3 = 15$
Г	Подъемный барабан	4	Шестерня $z_4 = 70$
Д	Напорный барабан	5	Шестерня $z_5 = 76$
I	Вал главной муфты	6	Звездочка $z_6 = 15$
II	Горизонтальный вал реверсивного механизма	7	Звездочка $z_7 = z'_7 = 15$
III	Промежуточный вал	8	Звездочка $z_8 = 19$
IV	Вал главной лебедки	9	Звездочка $z_9 = 15$
V	Вал напорного барабана	10	Звездочка $z_{10} = 15$



1	2	3	4
VI	Вертикальный вал реверсивного механизма	11	Коническая шестерня $z_{11} = 18$
VII	Вал переключения передач	12	Коническая шестерня $z_{12} = 27$
VIII	Вал механизма поворота	13	Шестерня $z_{13} = 12$
IX	Вертикальный вал механизма	14	Шестерня $z_{14} = 17$
X	Горизонтальный вал механизма хода	15	Шестерня $z_{15} = 24$
XI	Приводной вал ведущей звездочки ходовой части	16	Шестерня $z_{16} = 30$
		17	Шестерня $z_{17} = 40$
22	Коническая шестерня $z_{22} = 17$	18	Шестерня $z_{18} = 10$
23	Звездочка $z_{23} = 10$	19	Зубчатый венец $z_{19} = 79$
24	Звездочка $z_{24} = 19$	20	Шестерня $z_{20} = 40$
25	Звездочка $z_{25} = 8$	21	Коническая шестерня $z_{21} = 11$

4. Определяем техническую производительность одноковшового экскаватора по формуле

$$P_{\text{ТЕХ}} = \frac{3600 g k_H}{t_{\text{ц}} k_p}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4)$$

где  $g$  – ёмкость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$  (табл. 5);  
 $k_H$  – коэффициент наполнения ковша грунтом (табл. 4);  
 $k_p$  – коэффициент разрыхления грунта в ковше (табл. 4);  
 $t_{\text{ц}}$  – продолжительность рабочего цикла.

$$t_{\text{ц}} = t_k + t_{\text{п}} + t'_{\text{п}} + t_p, \text{ с}, \quad (5)$$

где  $t_p$  – время разгрузки, принимаем 2 с;  
 $t_k$  – время копания грунта.

$$t_k \leq 2,7 \sqrt[4]{G k_B}, \text{ с}, \quad (6)$$

где  $k_B$  – коэффициент изменения времени копания (табл. 4);  
 $G$  – масса экскаватора, т (табл. 5);  
 $t_{\text{п}}$  – время поворота экскаватора к месту разгрузки, с;  
 $t'_{\text{п}}$  – время поворота экскаватора к исходному положению, с, принимаем  $t_{\text{п}} = t'_{\text{п}}$ ,  
 поэтому  $t_{\text{п}} + t'_{\text{п}} = 2 t_{\text{п}}$ .

Время  $2 t_{\text{п}}$  выбирается по следующей зависимости, заданной углом поворота экскаватора

$$\begin{array}{ll} 90^\circ & 2 t_{\text{п}} \leq 1,2 R_B \\ 135^\circ & 2 t_{\text{п}} \leq 1,55 R_B \\ 180^\circ & 2 t_{\text{п}} \leq 1,99 R_B \end{array}$$

где  $R_B$  – радиус выгрузки, м (табл. 5).

5. Определяем сменную эксплуатационную производительность экскаватора

$$P_{\text{см}} = P_{\text{тех}} K_{\text{тр}} K_{\text{пер}} P_p, \quad (7)$$

где  $K_{\text{тр}}$  – коэффициент, учитывающий перерывы на смену транспортных средств у экскаватора

$$K_{\text{тр}} = \frac{Q / \Pi_{\text{тех}}}{Q / \Pi_{\text{тех}} + t_{\text{обм}}}, \quad (8)$$

где  $Q$  – ёмкость кузова автосамосвала, м<sup>3</sup> (табл. 1);  
 $t_{\text{обм}}$  – время обмена автосамосвала у экскаватора, принимаем 0,01 ч;  
 $K_{\text{пер}}$  – коэффициент, учитывающий время на передвижение экскаватора.

$$K_{\text{пер}} = \frac{V / \Pi_{\text{тех}} K_{\text{тр}}}{V / \Pi_{\text{тех}} K_{\text{тр}} + t_{\text{пер}}}.$$

$t_{\text{пер}}$  – время передвижения экскаватора к новому элементу забоя, принимаем равное 0,018 ч;

$V$  – объём элемента забоя, разрабатываемый с одной стоянки.

$$V = \frac{\pi H}{2} [R^2 - (R - l_p)^2], \text{ м}^3 \quad (9)$$

где  $H$  – высота забоя, м (табл. 1);

$R$  – наибольший радиус копания, м (табл.5);

$l_p$  – длина рукоятки, м (табл. 5);

$\Pi_p$  – число часов работы экскаватора в смену, исключая время на пересмену, смазку машины, крепёжный ремонт, очистку ковша и т.д., принимаем 7 ч.

Таблица 3 – Характеристика грунтов

№ варианта	Грунт	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$k$ , Н/м <sup>2</sup>	$\chi$	$f$	$\varphi$	$k_p$
1	Сухой песок	1500	12x10 <sup>4</sup>	0,48	0,15	0,50	1,10
2	Песок влажностью 12-15%	1650	11,6 x10 <sup>4</sup>	0,46	0,05	0,70	1,15
3	Чернозем влажностью 4-6%	1555	11,2 x10 <sup>4</sup>	0,43	0,08	0,60	1,30
4	Супесь и суглинок влажностью 4-6%	1700	10,8 x10 <sup>4</sup>	0,39	0,20	0,55	1,30
5	Сухая глина	1750	10,4 x10 <sup>4</sup>	0,31	0,25	0,85	1,25
6	Сухой песок	1500	12x10 <sup>4</sup>	0,48	0,15	0,50	1,10
7	Песок влажностью 12-15%	1650	11,6 x10 <sup>4</sup>	0,46	0,05	0,70	1,15
8	Чернозем влажностью 4-6%	1555	11,2 x10 <sup>4</sup>	0,43	0,08	0,60	1,30
9	Супесь и суглинок влажностью 4-6%	1700	10,8 x10 <sup>4</sup>	0,39	0,20	0,55	1,30
0	Сухая глина	1750	10,4 x10 <sup>4</sup>	0,31	0,25	0,85	1,25

Дополнительный вариант выбирается по последней цифре зачётной книжки

Таблица 4 – Значения коэффициентов

Группа грунта	I	II	III	IV
Коэффициент наполнения, $K_n$	1,05	1,1	1,2	1,05
Коэффициент рыхления грунта, $K_p$	1,05	1,1	1,15	1,2
Коэффициент времени копания, $K_b$	0,75	0,9	1,0	1,3

Таблица 5 – Параметры экскаваторов

Показатель	Марка экскаватора					
	ЭО - 3311	ЭО - 4111	ЭО - 1001	ЭО - 6111	ЭО - 6112	ЭО - 2505
Дополнительный вариант	1,2	3,4	5,6	7,8	9	0
$g, \text{ м}^3$	0,4	0,65	1,0	1,25	1,25	2,5
$G, \text{ т}$	11,7	22,6	36,0	43,0	42,0	94,0
$R_{в}, \text{ м}$	5,4	7,2	7,4	7,9	8,3	9,7
$R, \text{ м}$	5,9	7,8	8,4	9,9	9,1	11,1
$l_p,$	2,3	4,5	4,91	4,9	4,9	6,1

**ЗАДАНИЕ 4.** Ответить на контрольные вопросы.

1. Предпочтительные области применения экскаваторов с пневмоколесным и гусеничным ходовыми устройствами?
2. Общее устройство одноковшового гидравлического экскаватора?
3. Основные и сменные рабочие органы и рабочее оборудование гидравлических экскаваторов, их назначение?
4. Принцип работы, операции и рабочие движения гидравлических экскаваторов?
5. Объясните разницу между одноковшовым и многоковшовым экскаватором.
6. Из каких основных частей состоит одноковшовый экскаватор?
7. Какие типы ходового оборудования одноковшовых экскаваторов вы знаете?
8. Какие экскаваторы называются универсальными, полууниверсальными и специальными?
9. На какие группы делятся экскаваторы по своему назначению?
10. Чем отличается кинематическая схема экскаваторов Э-255 и Э-353 от схемы экскаваторов Э-258 и Э-301?
11. Каковы характерные особенности конструкции экскаватора ТЭ-2?
12. Для каких работ применяется экскаватор Э-502?
13. Какое силовое оборудование имеют экскаваторы Э-504 и Э-505?
14. Какое сменное оборудование имеют экскаваторы Э-1003 и Э-1251 и на каких работах они применяются?
15. Какие вы знаете способы повышения производительности экскаваторов?

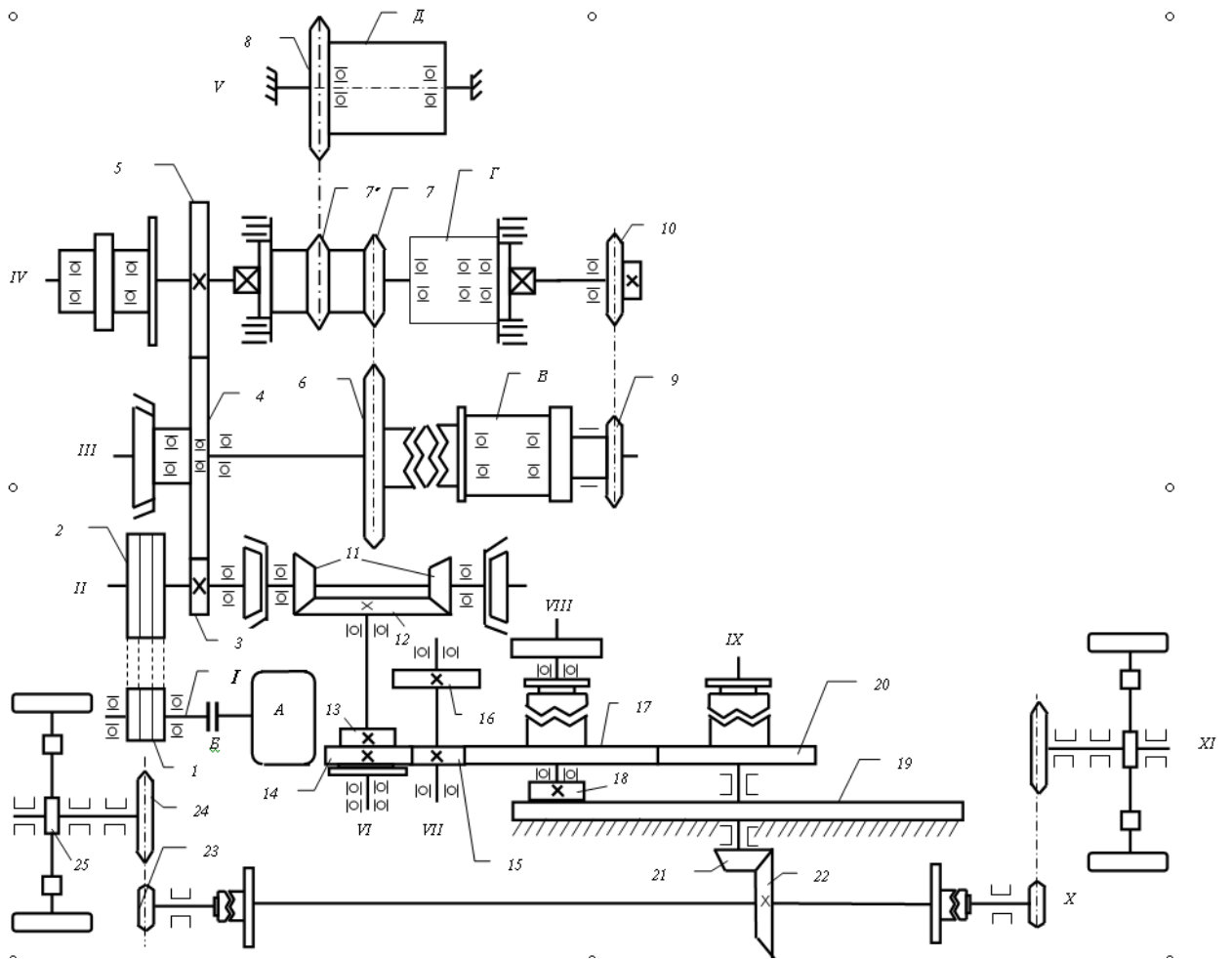


Рисунок 15. Кинематическая схема экскаватора Э-652

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.А. Дорожные машины. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.
2. Дроздов А.Н. и др. Строительные машины и оборудование. Практикум – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 176 с.
3. Ипатов П.И. и др. Машины и оборудование для природообустройства и водопользования. – Томск.: Издательство Томский политехнический университет, 2011.
4. Гоберман Л.А. Основы теории, расчёта и проектирования строительных и дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 464 с.
5. [www.stroy-machines.ru](http://www.stroy-machines.ru)