

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,  
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е. И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

**Б1.В.09**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

**СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ**

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование**

Квалификация выпускника: инженер

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	5
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	9
4.3 Лабораторные работы.....	14
4.4 Практические занятия.....	14
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект.....	15
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>19</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятий .....	21
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта.....	173
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>174</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>174</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>176</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>186</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>187</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

- проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования машин для земляных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- разработка вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта машин для земляных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- контроль за параметрами технологических процессов и качеством производства и эксплуатации машин для земляных работ и их технологического оборудования.

## Задачи дисциплины

- изучение конструкции и устройства машин для земляных работ;
- знакомство с методами технической эксплуатации машин для земляных работ, с организацией их рационального использования;
- изучение основ теории машин для земляных работ;
- изучение особенностей эксплуатации машин для земляных работ в конкретных региональных условиях.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<b>знать:</b> -основные особенности разработки конструкторско-технической документации; <b>уметь:</b> -осуществлять разработку конструкторско-технической документации; <b>владеть:</b> -навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.
ПСК-2.7	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	<b>знать:</b> -основные понятия и общие сведения по технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ; <b>уметь:</b> -оценивать и представлять результаты выполненной работы по разработке технологической документации для

		производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ; <b>владеть:</b> -современными методами разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.
--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.09 Машины для земляных работ относится к вариативной части.

Дисциплина Машины для земляных работ базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Соппротивление материалов, Гидравлика и гидропневмопривод.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Машины для земляных работ представляет основу для преддипломной практики и подготовке к итоговой государственной аттестации.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации инженер.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовой проект	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	7,8	216	153	102	34	17	36	8КП	7зачет 8экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час	
			7	8
1	2	3	4	5
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	153	30	85	68
Лекции (Лк)	102	10	51	51
Лабораторные работы (ЛР)	34	10	17	17
Практические занятия	17	10	17	-
Курсовой проект	+	-	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	36	-	5	31
Подготовка к лабораторным работам	10	-	2	8
Подготовка к практическим занятиям	3	-	3	-
Подготовка к зачету	+	-	+	-
Подготовка к экзамену в течение семестра	12	-	-	8
Выполнение курсового проекта	20	-	-	15
<b>III. Промежуточная аттестация</b> зачет	+	-	+	-
экзамен	27	-	-	27
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	216	-	90	126
зач. ед.	6	-	2,5	3,5

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раз- дела	Наименование раздела	Трудоёмкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тематическое содержание дисциплины. Характеристика и условия применения машин для земляных работ.	9	8	-	-	1
2.	Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.	23	10	8	4	1
3.	Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.	11	10	-	-	1
4.	Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.	11	10	-	-	1
5.	Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения.	15	10	-	4	1
6.	Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.	30	10	10	4	6
7.	Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры.	29	12	8	5	4

	<b>Скреперы. Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.</b>					
<b>8.</b>	<b>Машины для подготовительных работ. Рыхлители.</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>
<b>9.</b>	<b>Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>7</b>
<b>10.</b>	<b>Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>189</b>	<b>102</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>36</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

##### Алгоритм проведения интерактивного занятия в форме лекции – визуализации:

###### 1. Подготовка занятия

Слайд-презентацию лекции по теме занятия согласно учебного плана подготавливает преподаватель.

###### 2. Вступление (мотивация бакалавра на новую форму освоения материала).

Излагается тема, план и цель лекции. Поясняется, что реализуемый в дальнейшем на занятии принцип наглядности компенсирует недостаточную зрелищность учебного процесса. Для создания предпосылки мотивации обучающихся приводится интересный факт, иллюстрируемый средствами мультимедиа, или задаётся мотивирующий вопрос. При этом один из их ожидаемых ответов на него демонстрируется в форме видеоряда.

###### 3. Основная часть (формулировка и изложение вопросов).

В начале изучения каждого вопроса производится его визуализация на опорных слайдах презентации, а в процессе его изложения используются различные формы наглядности: натуральные, изобразительные или символические. При этом допускаются паузы в изложении для того, чтобы обучающиеся успевали законспектировать воспринятую визуальную информацию – и не механически, а осмысленно, а также, чтобы они имели возможность кратковременной разрядки по истечении пиков внимания. В ходе лекции используются реплики: «это следует записать буквально или изобразить подробно», «сейчас можно просто послушать или пронаблюдать». Повторами и более медленным темпом выделяется наиболее важная информация, проводится контроль за её фиксацией.

###### 4. Заключение

Напоминание темы и цели занятия, основных позиций лекции с применением опорных слайдов презентации. Подведение итогов в виде фронтальной беседы и ответов на ключевые вопросы темы.

#### **Раздел 1. Тематическое содержание дисциплины. характеристика и условия применения машин для земляных работ.**

(Лекция-визуализация 2 час)

Введение. Место машин для земляных работ в общей классификации машин для строительства. Роль отечественных ученых в создании машин для земляных работ. Общие понятия и термины: машины, механизмы, рабочий орган. Основные технико-экономические показатели СДМ.

Общие сведения о земляных сооружениях и особенностях процесса производства земляных работ. Значение механизации земляных работ. Общие сведения о земляных работах и сооружениях. Состав и особенность процесса производства земляных работ. Примеры технологических схем производства.

Общая характеристика машин для земляных работ. Классификация, условия работы, требования к МЗР, направление их развития.

## **Раздел 2. Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.**

Понятие «грунт». Физические характеристики грунтов. Классификация грунтов по происхождению, состоянию и механической прочности. Примеры грунтов, встречающиеся при строительстве. Физические характеристики: гранулометрический состав, пористость, трехфазное строение, влажность, сжимаемость, пластичность, консистенция, липкость, плотность, разрыхляемость.

Прочностные свойства грунтов. Особенности свойств замерзших грунтов. Сопротивление грунта сдвигу, внешнему трению, абразивность. Сопротивление грунта вдавливанию, модуль деформации. Особенности свойств замерзших грунтов. Производственные классификации грунтов.

Общая характеристика взаимодействия рабочих органов с грунтом. Способ разрушения грунтов. Механическое разрушение грунтов - основной принцип

действия машин для земляных работ, типы рабочих органов. Требования к рабочим органам технологическое соответствие, минимальная энергоемкость, прочность, долговечность, рациональность конструкции. Понятие копания и резания грунта. Типы стружкообразования. Пространственность взаимодействия режущего инструмента с грунтом. Образование ядра уплотнения.

## **Раздел 3. Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.**

Колебание сил резания. Теория копания грунта Н.Г.Домбровского. Биографическая справка о профессоре Н.Г.Домбровском. Теория резания академика В.П.Горячкина, как базовая теория всех физических теорий резания грунта. Факторы влияющие на процесс копания. Преобразованная формула Горячкина, касательная и нормальная составляющие усилия копания. Влияние толщины стружки, угла резания и скорости копания на величину идеального сопротивления копания. Теория резания А.Н.Зеленина. Резание элементарными вертикальными профилями и режущими периметрами. Виды экспериментов и условия их проведения. Резание вертикальными элементарными профилями. Влияние глубины резания, толщины режущих стенок и угла резания на усилие резания. Взаимное влияние двух вертикальных профилей. Образование уплотненного ядра. Резание периметрами. Влияние длины режущей кромки, угла резания, заднего угла, угла заострения, формы и расположения зубьев на усилие резания. Зависимость сопротивления грунта резанию от влажности и сопротивления вдавливанию. Определение сил действующих при заполнении ковшей. Формулы для определения резания и копания. Определение сил, действующих при заполнении ковшей. Определение силы сопротивления стружки продольному сжатию и силы сопротивления перемещению призмы волочения. Формулы для определения суммарного усилия копания. Теория резания Ю.А.Ветрова. Сила резания грунта простым острым ножом, пространственность разрушения грунта, использование понятия удельного сопротивления резанию, геометрические параметры процесса резания, обобщенная характеристика – удельное сопротивление резанию в лобовой части прорези при угле резания, равном  $45^\circ$ , учет свободного и полусвободного резания, учет колебания силы резания. Сила резания затупленным ножом, дополнительная сила резания с учетом площадки затупления, полная сила резания затупленным ножом. Упрощенный способ расчета силы резания.

Основной критерий - минимальная энергоемкость. Рабочие органы ковшового типа: боковые ножи, боковые стенки, зубья, режущие кромки, дужки ковшей. Отвалы бульдозеров и автогрейдеров, открьлки, выступающий средний нож, козырек, углы и размеры профиля отвала.

Общие сведения о приводах и силовом оборудовании. Двигатели внутреннего сгорания СДМ. Приспособленность ДВС к работе на машинах для земляных работ. Режимы работы ДВС на МЗР.

Влияние неустановившейся нагрузки на выходные показатели двигателя. Требования к ДВС для строительных машин. Оценка выпускаемых двигателей.

Общие сведения о трансмиссиях. Понятие трансмиссии, назначение, основные составляющие части, классификация понятия «идеальной» прогрессивной трансмиссии.



Гидродинамическая муфта. Назначение, параметры, принципиальная схема, особенности конструкции, рабочий процесс, характеристики, достоинства, недостатки. Гидродинамический трансформатор. Назначения, параметры, принципиальная схема, особенности конструкции, рабочий процесс, характеристики, достоинства и недостатки. Совместная работа ДВС и гидродинамической передачи. Схемы соединения, приведение характеристики ДВС к валу гидропередачи. Механическая трансмиссия. Механическая тяговая трансмиссия, назначение, параметры, принципиальная схема, передаточное число, окружное усилие на колесе, скорость движения, определение движущей силы. Механическая силовая трансмиссия, назначение, параметры, структурные особенности, принципиальная схема, мощность и передаточное число, достоинства и недостатки механических трансмиссий. Особенности гидромеханической трансмиссии. Гидростатическая трансмиссия (гидрообъемный привод). Назначения, основные параметры, классификация, конструктивные особенности, рабочий процесс, требования к гидроприводу, основы расчета, достоинства и недостатки. Особенности электрических приводов строительных машин. Особенности пневматических приводов строительных машин. Назначение, основные параметры, классификация. Особенности комбинированных приводов. Назначения, классификация, достоинства, недостатки.

#### **Раздел 4. Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.**

(Лекция-визуализация 2 час)

Общая характеристика ходового оборудования (ХО) СДМ. Назначение, показатели, требования, классификация. Пневматическое ходовое оборудование. Общая характеристика пневмоколенного ходового оборудования. Назначение, параметры, функции, режимы работы, конструктивные особенности, достоинства, недостатки. Пневмошины СДМ, требования к шинам, последовательность выбора шин. Сопротивление качению и сцепление пневматического колеса с грунтом. Понятие сопротивления перекачиванию. Зависимость коэффициента сопротивления качения от давления воздуха в шине и состояние грунта. Влияние колесной схемы и режима движения на коэффициент сопротивления перекачиванию. Понятие сцепления колеса. Зависимость сцепления от величины буксования, определение коэффициента буксования при варьировании силы тяги. Понятие силового радиуса, зависимость силового радиуса от параметров пневматического колеса.

Общая характеристика гусеничного ходового оборудования. Назначение, параметры, классификация, взаимодействие гусеницы с грунтом. Конструктивные особенности гусеничных ходовых устройств, достоинства, недостатки. Сопротивление перекачиванию, сцепление с грунтом, буксирование гусеничного движителя.

Общие сведения о шагающем, рельсо-гусеничном и рельсо-шагающем ходовом оборудовании. Особенности шагающего ХО, область применения, классификация, принцип действия. Особенности прочих видов ХО.

#### **Раздел 5. Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения. Основы устройства одноковшовых экскаваторов.**

(Лекция-визуализация 2 час)

Общая характеристика одноковшовых экскаваторов. История развития экскаваторов. Определение, назначение, основные параметры, классификация: по рабочему оборудованию, по ходовому оборудованию, по приводу, по универсальности, по назначению.

Прямая лопата. Конструктивная схема, рабочий процесс, требования к рабочим механизмам. Определение принципиальной конструктивной схемы. Напорная прямая лопата, конструктивная схема. Рабочий процесс, операции рабочего цикла, их продолжительность, скорости рабочих движений и их взаимосвязь. Кинематические особенности рабочего процесса. Требования к рабочим и передаточным механизмам и их структурные особенности. Обратная лопата. Конструктивная схема, рабочий процесс. Драглайн. Конструктивная схема, рабочий процесс. Струг, грейфер, засыпатель, корчеватель, копер, трамбовка. Конструктивная схема, рабочий процесс.

Напорные механизмы ЭО. Зависимый, независимый и комбинированные напоры. Принципиальные схемы, работа, достоинства и недостатки. Особенности конструктивных

элементов ЭО. Стрела, рукоять, ковш, поворотная платформа, опорно-поворотное устройство, двуногая стойка.

## **Раздел 6. Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.**

(Лекция-визуализация 2 час)

Особенности общего расчета ЭО. Предварительное определение основных параметров и расчет главной рабочей нагрузки. Задача общего расчета, его назначение, основные положения и состав. Определение параметров, основных размеров и масс экскаватора (выбор и обоснование конструктивной схемы, использование теории подобия, опытных данных, прогноза). Расчет усилия копания и его составляющие для ЭО.

Определение расчетных усилий подъема и напора прямой лопаты. Усилие подъема, основные расчетные положения, метод расчета, проверка возможности выноса груженого ковша, способы уменьшения, усилие подъема в положении выноса груженого ковша. Усилие напора, понятие активного и пассивного усилия напора, основные расчетные положения, метод расчета, определение активного и пассивного усилий и усилие обратного хода рукояти. Расчет силовых и кинематических параметров механизмов ЭО на примере прямой лопаты. Механизм подъема, исходные предпосылки, особенности определения максимального подъемного усилия для разных типов привода, определение мощности двигателя передаточного числа трансмиссии, подбор каната, определение диаметра и частоты вращения барабана подъема.

Механизм напора, определение мощности независимого напора, скоростей напора и возврата рукояти, определение передаточного числа трансмиссии, подбор каната, определение диаметра и частоты вращения барабана напора. Особенности расчета драглайна и обратной лопаты. Определение расчетной нагрузки драглайна усилие тяги и усилие подъема. Определение размеров рабочего оборудования обратной лопаты. Расчет силовых параметров обратной лопаты, расчетные положения, метод расчета, усилие подъема стрелы, рабочей скорости подъема и тяги. Особенности расчета гидравлических экскаваторов. Состав расчета, специфика расчета прямой лопаты, определение усилия на кромке ковша обратной лопаты. Общий расчет поворотного механизма ЭО. Общая характеристика поворотного движения и его значимость, продолжительность поворота, диаграммы скоростей, ускорений и мощности при повороте, потребный момент для поворота. Расчет механизма поворота, задачи расчета, сводные предпосылки, определение максимального ускорения поворота, времени разгона и торможения времени равномерного движения, общее время поворота при оптимальной угловой скорости.

Кинематический расчет ходового механизма ЭО. Задачи расчета, исходные предпосылки, определение передаточного числа и скорости для максимальной и номинальной силы тяги. Удельное давление на грунт ходового оборудования ЭО. Понятие среднего удельного давления на грунт, причины неравномерного давления, приближенное определение максимально удельного давления. Фактические удельные давления при работе ЭО. Статистический расчет ЭО. Задачи статистического расчета, определение веса противовеса, устойчивость, коэффициент устойчивости, расчет устойчивости прямой лопаты при работе и передвижении, особенности расчета устойчивости с рабочим оборудованием драглайна и обратной лопаты.

## **Раздел 7. Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры. Скреперы. Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.**

Общая характеристика ЗТМ. Краткая история развития ЗТМ. Определение, назначение, параметры, классификация, сравнительная характеристика ЗТМ, достоинства и недостатки.

Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс бульдозеров. Назначение, параметры, классификация. Конструктивные особенности бульдозеров с поворотным и неповоротным отвалом и установочные рабочие движения. Рабочий процесс, производительность и пути повышения производительности бульдозеров. Достоинства и недостатки. Определения параметров бульдозера. Главный параметр - номинальная силы тяги. Основные параметры: удельное усилие напора, удельное вертикальное давление режущей кромки ножа. Расчет сопротивления грунта копанию бульдозером. Исходные

предпосылки. Сопротивление резанию, упрощенное определение объема призмы волочения, сила трения ножа о грунт, сопротивление от перемещения призмы волочения и перемещение грунта вверх по отвалу. Дополнительное сопротивление при работе поворотным отвалом. Выбор расчетных положений и расчетных нагрузок. Основные расчетные положения и расчетные условия.

Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс скреперов. Назначение, классификация, конструктивные особенности. Рабочий процесс, последовательность операций, последовательность заполнения ковша, производительность скреперов. Расчет основных параметров скрепера. Геометрические параметры ковша, определение веса скрепера. Расчет сопротивления грунта копанью скрепером. Исходные предпосылки, сопротивление грунта резанию, трению ножа о грунт, перемещению призмы волочения, наполнению ковша. Особенности тягового расчета скреперов. Задача тягового расчета, максимальной мощности двигателя на транспортном режиме, выбор толкача, определение общего передаточного числа трансмиссии на первой рабочей и на последней транспортных передачах.

Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс автогрейдеров. Назначение, параметры, классификация. Конструктивные особенности, общая схема. Установочные и рабочие движения колесные схемы, виды процесс, взаимодействие рабочего органа с грунтом, планирующая способность, производительность автогрейдера на планировочных работах. Достоинства, недостатки автогрейдеров. Особенности тягового расчета автогрейдера. Основной расчетный режим. Определение номинальной силы тяги, максимальной мощности, передаточного числа на первой рабочей передаче, Уточнение значения расчетной скорости, проверка возможной силы тяги, определение максимальной рабочей скорости и соответствующего передаточного числа, определение передаточного числа дополнительного редуктора.

Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс грейдер-элеваторов. Назначение, классификация, параметры. Особенности конструкции, нож, конвейеры, метатели. Рабочий процесс, согласование процесса компания и отваливание грунта, схема работы грейдер-элеватора, производительность. Достоинства и недостатки грейдер-элеваторов. Тенденции развития землеройно-транспортных машин (бульдозеров, скреперов, автогрейдеров, грейдер-элеваторов).

#### **Раздел 8. Машины для подготовительных работ. Рыхлители.**

Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс кусторезов и корчевателей-собираателей. Назначение, параметры, классификация конструктивные особенности, рабочий процесс.

#### **Раздел 9. Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.**

Общие сведения о гидравлической разработке грунта. Понятия механизации, виды работ, область применения. Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс гидромониторного способа разработки грунта. Назначение, классификация, конструктивные особенности, рабочий процесс, достоинства и недостатки. Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс землесосного способа разработки грунта. Назначение, классификация, конструктивные особенности, рабочий процесс, достоинства и недостатки.

#### **Раздел 10. Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.**

(Лекция-визуализация 2 час)

Общие сведения о вечномерзлых грунтах. Классификация грунтов. Свойства вечномерзлых грунтов. Состояние грунта в момент разработки. Талые, сезонно-талые, сезонно-мерзлые грунты. Криогенная температура грунта. Физико-механические свойства мерзлого грунта. Теплофизические свойства.

Методы разработки мерзлых грунтов и разрушения горных пород.

Классификация методов разработки мерзлых грунтов и разрушение горных пород.

Предохранение грунтов от промерзания. Особенности применения способов предохранения грунтов строительство. Создание теплоизолирующего слоя на поверхности грунта. Введение в грунт химических реагентов.

Искусственная оттаивание и размораживание мерзлых грунтов. Факторы, влияющие на процесс оттаивания. Термические способы оттаивания. Электротермические способы оттаивания. Электромагнитные и лучевые способы оттаивания. Размораживание с помощью химических реагентов.

Механический метод разрушения грунтов. Классификация машин для разработки мерзлых грунтов. Машины для послойного рыхления. Машины для устройства траншеи. Машины и оборудования для разрушения массива грунта. Направления развития машин и оборудования для разработки мерзлых грунтов.

Пневматический метод разрушения. Особенности разрушения мерзлых грунтов с помощью взрывов зарядов ВВ. Параметры проведения взрывных работ. Пути регулирования процесса взрывного разрушения. Разрушение с помощью гидравлической энергии. Разрушение под воздействием струи и потока жидкости. Гидроимпульсные способы разрушения.

Разрушение с помощью тепловой и электромагнитной энергии. Термические способы разрушения, разрушение с помощью электромагнитной энергии.

Комбинированные методы разрушения. Разрушение с помощью термобуров. Термомеханический метод разрушения. Пневмомеханическое разрушение. Эффективность применения методов разработки мерзлых грунтов.

Методы и средства борьбы с адгезией грунтов к рабочим органам землеройных машин при отрицательных температурах. Причины примерзания грунта к рабочим органам землеройных машин.

Классификация методов снижения адгезии грунтов. Методы образования промежуточного слоя на границе контакта. Твердые покрытия. Жидкостный слой. Газовый слой.

#### 4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Определение весовой влажности и консистенции грунта.	8	исследовательская деятельность (2 час.)
2	6.	Экскаваторы с механическим приводом.	4	исследовательская деятельность (2 час.)
3	6.	Шнекороторные экскаваторы.	3	-
4	6.	Роторные траншейные экскаваторы.	3	исследовательская деятельность (2 час.)
5	7.	Бульдозерные работы.	2	исследовательская деятельность (2 час.)
6	7.	Скреперы.	3	-
7	7.	Грейдеры и грейдерные работы.	3	-
8	9.	Машины для уплотнения грунтов.	4	исследовательская деятельность (2 час.)
9	9.	Уплотнение грунтов трамбованием.	4	-
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	<b>10</b>

#### 4.4. Практические занятия.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной , активной, инновационной формах, (час.)</i>
1.	2.	Физические характеристики грунтов.	2	исследовательская деятельность (2 час.)
2.	2.	Транспортные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные машины для разработки и перемещения грунта.	2	-
3.	5.	Определение производительности и тяговый расчёт бульдозера.	4	исследовательская деятельность (2 час.)
4.	6.	Определение производительности и тяговый расчёт прицепного скрепера.	2	исследовательская деятельность (2 час.)
5.	6.	Определение тягово-скоростных свойств автогрейдера.	2	исследовательская деятельность (2 час.)
6.	7.	Сравнительный анализ двух способов копания одноковшовым экскаватором с гидроприводом.	5	исследовательская деятельность (2 час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>10</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект.

Цель курсового проекта: углубление и расширение познаний студентов в области машин для земляных работ, научить правильно принимать инженерные решения, обоснованные расчетами, а также научить пользоваться соответствующей научно-технической литературой, подготовить студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

Структура:

Отчёт по курсовому проекту должен иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на отдельном листе;
- содержание;
- список использованных сокращений и обозначений;
- введение [1-2 стр.];
- основная часть;
- заключение [1 стр.];
- список использованных источников.

Основная тематика: Конструкторский проект машин для земляных работ (по варианту).

При защите курсового проекта обучающийся должен не только правильно излагать свои мысли, но и аргументировано отстаивать, защищать выдвигаемые выводы и решения.

Рекомендуемый объем: 30-50 страниц печатного текста, графическая часть 3 листа формат – А1.

Выдача задания, прием и защита КП проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки курсового проекта</b>
отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных

	сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсового проекта соблюдена.
хорошо	При защите курсового проекта обучающийся допустил небольшие пробелы, не исказившие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок. Структура оформления курсового проекта соблюдена.
удовлетворительно	Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсового проекта, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, расчетов, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. При оформлении курсового проекта допущены ошибки.
неудовлетворительно	Не раскрыто основное содержание курсового проекта, обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсового проекта.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК</i>	<i>ПСК</i>				
		<i>10</i>	<i>2.7</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1.</b> Тематическое содержание дисциплины. Характеристика и условия применения машин для земляных работ.	9	+	+	2	4,5	ЛК, СР	зачет, КП
<b>2.</b> Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.	23	+	+	2	11,5	ЛК, ЛР, ПЗ, СР	зачет, КП
<b>3.</b> Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.	11	+	+	2	5,5	ЛК, СР	зачет, КП
<b>4.</b> Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.	11	+	+	2	5,5	ЛК, СР	зачет, КП
<b>5.</b> Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения. Основы устройства одноковшовых экскаваторов.	15	+	+	2	7,5	ЛК, ПЗ, СР	зачет, КП
<b>6.</b> Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.	30	+	+	2	15	ЛК, ЛР, ПЗ, СР	экзамен, КП
<b>7.</b> Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры. Скреперы.	29	+	+	2	14,5	ЛК, ЛР, ПЗ, СР	экзамен, КП

Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.							
8.Машины для подготовительных работ. Рыхлители.	16	+	+	2	8	ЛК, СР	экзамен, КП
9.Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.	27	+	+	2	13,5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КП
10. Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.	18	+	+	2	9	ЛК, СР	экзамен, КП
<b><i>всего часов</i></b>	<b>189</b>	<b>94,5</b>	<b>94,5</b>	<b>2</b>	<b>94,5</b>		



## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Ефремов, И.М. Автогрейдеры. Альбом рисунков: пособие для самостоятельной работы студентов специальности 19025.65 «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование» всех форм обучения / И.М. Ефремов, А.А. Трофимов, Д.С. Августинопольский. – Братск : БрГУ, 2006. – 37 с.
2. Методы и средства разработки грунтов в районах с холодным климатом : учеб. пособие для вузов / В.А. Кузьмичев, И.М. Ефремов, С.А. Зеньков [и др.]. - Братск: БрГУ. - 2006. - 82с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
<b>Основная литература</b>				
1.	Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование. [Электронный ресурс] / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2781">http://e.lanbook.com/book/2781</a>	Лк, ЛР, ПЗ, СР	ЭР	1
2.	Глаголев, С.Н. Строительные машины, механизмы и оборудование : учебное пособие / С.Н. Глаголев. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 396 с. - ISBN 978-5-4458-5282-7 ; То же [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=235423">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=235423</a>	Лк, ЛР, ПЗ, СР	ЭР	1
3.	Цупиков, С.Г. Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог : учебное пособие / С.Г. Цупиков, Н.С. Казачек ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет». - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. - 185 с. : ил. - Библиогр. с: 181 - ISBN 978-5-9729-0226-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493759">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493759</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КП, СР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	Павлов, В.П. Машины для земляных работ: синтез технологий, проектирование, эффективность : монография / В.П. Павлов, В.А. Пенчук. – Красноярск : Сиб. Федер. Ун-т, 2016. – 328 с. - ISBN 978-5-7638-3546-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497446">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497446</a>	ЛР, ПЗ, КП, СР	ЭР	1
5.	Машины для земляных работ : учебник А.И. Доценко [и др.]. – Москва : Бастет, 2012 – 688 с.	ЛР, ПЗ, СР	25	1
6.	Баловнев, В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин : учебное пособие для вузов / В.И. Баловнев. – Москва : Высшая школа, 1981. – 335 с.	ЛР, ПЗ, КП, СР	8	1
7.	Машины для земляных работ : учебник / Н.Г. Гаркави, В.И. Аринченко, В.В. Карпов. – Москва : Высшая школа, 1982. – 335 с.	ЛР, ПЗ, КП, СР	272	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

При подготовке к зачету, экзамену (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебно материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятий**

Отчеты по лабораторным работам оформляются на листах формата А4.

Отчеты должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы МЗР.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

Отчеты по практическим занятиям оформляются на листах формата А4.

Отчеты должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Поэтапное выполнение задания (выполнение всех расчетов, генерация чертежа).
4. Заключение.

## Лабораторная работа № 1

### Определение весовой влажности и консистенции грунта

Цель работы: Освоение техники определения весовой влажности и консистенции грунта.

Задание: Определить весовую влажность, определить влажность на границе раскатывания, определить наименование грунта и его консистенцию, подготовить протоколы отчетов.

Порядок выполнения:

#### Общие сведения

Одним из основных факторов, влиявших на процесс взаимодействия рабочих органов машин для земляных работ и их движителей с грунтом, является влажность. Влажность определяется количеством воды, содержащейся в порах. С увеличением влажности связных грунтов снижается коэффициент трения сцепления частиц грунта. При этом грунт оказывает меньшее сопротивление внешним нагрузкам.

Свойства связных грунтов зависят от их консистенции (густоты). В зависимости от содержания воды состояние связных грунтов может меняться в значительных пределах и быть твердым, пластичным или текучим. Для оценки состояния грунта по консистенции необходимо знать естественную влажность  $W$  и те характерные влажности, при которых грунт переходит из твердого состояния в пластичное  $W_p$  и из пластичного в текучее  $W_L$ .

Консистенция грунта  $J_L$  определяется по формуле:

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} \quad (1)$$

где:  $W$  - весовая влажность грунта в естественном состоянии,

$W_p$  - весовая влажность грунта на границе раскатывания, это такая влажность, при незначительном уменьшении которой грунт переходит в твердое состояние,

$W_L$  - весовая влажность грунта на границе текучести, это такая влажность, при незначительном увеличении которой грунт переходит в текучее состояние.

Характеристика  $W_p$  называется так же пределом раскатывания, а  $W_L$  - пределом текучести. Если  $J_L < 0$ , грунт находится в твердом состоянии, при  $0 \leq J_L < 1$  - в пластичном, а при  $J_L > 1$  - текучем.

Характеристика  $J_L$  используется при выборе глубины заложения фундамента и определении расчетного давления на грунт. Разность между влажностью на пределах текучести и раскатывания называется числом пластичности и обозначается:

$$J_p = W_L - W_p \quad (2)$$

По числу пластичности устанавливается наименование грунта. Связные грунта в зависимости от числа пластичности, измеряемого в %, классифицируются следующим образом:

Таблица 1

Супеси	$1 \leq J_p \leq 7$	$0,01 \leq J_p \leq 0,07$
Суглинки	$7 < J_p \leq 17$	$0,07 < J_p \leq 0,17$
Глины	$17 > J_p$	$0,17 > J_p$

### Определение весовой влажности грунта в естественном состоянии.

Весовой влажностью грунта  $W$  называется отношение веса воды, содержащейся в грунте, к весу сухих твердых частиц:

$$W = \frac{Q}{G} \cdot 100\% \quad (3)$$

где:  $Q$  - вес воды, содержащейся в грунте,

$G$  - вес сухих твердых частиц.

Для ее определения необходимо:

1. Занести в таблицу данные о бюксе, номер бюкса (отштампованный на его крышке) и его вес.

2. Бюкс заполняют грунтом.

3. Бюкс с влажным грунтом и крышкой взвешивают с точностью до 0,01 гс, данные заносят в таблицу.

4. Бюкс с грунтом помещается (лаборантом) в сушильный шкаф, где грунт высушивается при температуре 105<sup>0</sup> в течение 4-6 часов. Бюкс с сухим грунтом храниться в закрытом сосуде с хлористым кальцием, поглощающем влагу из воздуха.

5. На следующем занятии бюкс с сухим грунтом взвешивается с той же точностью.

6. Производится расчет весовой влажности по формуле, указанной в таблице 1. Влажность определяется с точностью до 0,1%.

Результат определения весовых влажностей грунта.

Таблица 2

Влажности грунта	Номер бюкса	Вес бюкса (с), 1с	Вес бюкса с влажным грунтом (а), 1с	Вес бюкса с сухим грунтом (в), 1с	Влажность грунта $W = \frac{a - \epsilon}{\epsilon - c} \cdot 100\%$
W					
W <sub>L</sub>					
W <sub>P</sub>					

**Определение влажности на границе текучести.**

Под границей текучести подразумевается влажность грунтового теста, при которой стандартный конус погружается в него под тяжестью собственного веса на глубину 10 мм за 5 сек.

Определение границы текучести состоит в подборе такой влажности грунта, при которой конус погружается в него на заданную глубину (рис. 4).

Стандартный конус имеет угол при вершине 30<sup>0</sup>.

На расстоянии 10 мм, от вершины на конусе нанесена круговая черта. Балансирное устройство состоит из двух металлических шаров, укрепленных на концах стальной проволоки, согнутой в полуокружность и проходящей внутри верхней части, конуса.

Общий вес прибора 76 г.

Опыт проводится в такой последовательности:

1. Грунтовой тест с помощью правила переносят в стандартный металлический стаканчик без оставления пустот. Поверхность грунта выравнивают правилом в уровень с краями стаканчика.

2. к поверхности грунта подносят острие конуса, смазанного тонким слоем вазелина, и опускают. Позволяя конусу погрузиться в грунт под своим собственным весом. Через 5 сек отмечают положение круговой черты.

3. Погружение конуса на глубину менее 10 мм, служит показателем того, что влажность грунта не достигла предела текучести. В этом случае грунт перекалывают в чашку и после добавления воды (несколько капель) и после тщательного перемешивания повторяют опыт. Если конус погрузился более 10 мм, то следует добавить сухого грунта и перемешать его после чего повторить опыт.

4. Погружение конуса на 10 мм указывает на то, что влажность соответствует пределу текучести. После этого из испытанного грунта отбирается проба (не менее 10 г) и помещается в бюкс.

Производится определение влажности, аналогично описанному выше. Данные заносят в таблицу.

**Определение влажности на границе раскатывания.**

Под границей раскатывания понимается весовая влажность, при которой грунт, раскатываемый в жгут, диаметром 3мм, начинает распадаться на кусочки 3:8 мм.

Определение границы раскатывания состоит в подборе (путем подсушивания) такой влажности грунта, при которой из него удастся получить требуемый жгут.

Для определения границы раскатывания используется тесто из грунта, оставшегося от определения предела текучести.

Опыт видется в такой последовательности:

1. В стаканчик с грунтовым тестом добавляют немного сухого грунта, полученная масса хорошо перемешивается ложечкой.
2. Небольшой кусочек грунта раскатывается на ладони до образования жгута диаметром 3 мм.
3. Если жгут не распадается при этом на куски, он скатывается в комочек и снова раскатывается до указанного диаметра. Раскатывание видется с легким нажимом на жгут. Длина жгута не должна превышать ширину ладони. Раскатывание продолжается до тех пор, пока жгут, достигнув диаметра 3мм, не покроется сетью трещин и начнет распадаться на отдельные кусочки длиной 3:8 мм.
4. Полученные кусочки помещают в бюкс. Во время работы (для предохранения грунта от высыхания) бюкс следует держать закрытым. Необходимо набрать не менее 10 г грунта.
5. Определение влажности грунта производится по общей методике. Данные заносятся в таблицу.

#### **Определение наименования грунта и его консистенции.**

Пользуясь значениями весовых влажностей, определяют число пластичности  $J_p$  и показатель  $J$ . Затем устанавливают наименование грунта и его консистенцию по указаниям приведенным в начале работы.

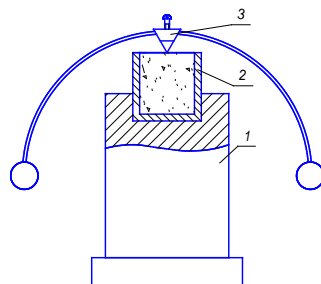


Рисунок 4 - Определение предела текучести.

1 - подставка, 2 - бюкс с грунтом, 3 - балансирный конус.

#### Форма отчетности:

Отчет.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое влажность?
2. Как определить весовую влажность, влажность на границе раскатывания грунта?
3. Методика определения наименования грунта и его консистенции.

## **Лабораторная работа № 2**

### **Экскаваторы с механическим приводом**

Цель работы: Изучение устройства экскаваторов с механическим приводом.

#### Задание:

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу одноковшовых строительных экскаваторов, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство одноковшовых экскаваторов, их рабочий процесс.
3. Вычертить схему экскаватора с рабочим оборудованием «обратная лопата».
4. Изучить основные виды рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов.

5. Вычертить схемы рабочего оборудования прямой лопаты, грейфера и драглайна и описать их устройство.

6. Изучить схемы соединения элементов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов.

Порядок выполнения:

### **Общие сведения**

Экскаваторы с механическим приводом по целому ряду конструктивных, технологических и экономических показателей уступают гидравлическим экскаваторам.

Механический привод для передачи движения от двигателя к рабочим механизмам и органам требует применения разветвленной системы устройств, состоящих из большого количества механических элементов. Применение канатных передач усложняет кинематику рабочего оборудования и ограничивает его номенклатуру. На одноmotorных экскаваторах не удастся рационально расположить механизмы, так как единая трансмиссия машины предопределяет компоновку всех сборочных единиц. Отдельные механизмы и элементы передач (муфты, тормоза, цепи, канаты и др.) требуют частых регулировок или замены быстро изнашиваемых деталей. На канатных экскаваторах существенно увеличивается число мест смазывания, что повышает затраты времени на техническое обслуживание машин.

В ряде случаев канатные экскаваторы имеют и технико-экономические преимущества, в особенности с рабочим оборудованием драглайна. Конструкция этих машин характерна своеобразной кинематикой различных видов рабочего оборудования.

Механический привод не позволяет иметь большое количество сменных видов рабочего оборудования по сравнению с гидравлическим приводом. На экскаваторах с механическим приводом наиболее распространенными видами сменного рабочего оборудования являются прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран, копер и некоторые другие виды.

Прямая лопата (рис.1) состоит из следующих основных узлов: ковша 7, рукояти 5, стрелы 4.

Ковш жестко закреплен на рукояти. У маятниковой прямой лопаты (рис.1, а) рукоять шарнирно подвешивают на стреле. У прямой лопаты с механизмом напора (рис.1, б) рукоять соединяют со стрелой седловым подшипником 14, который дает возможность рукояти не только поворачиваться в вертикальной плоскости относительно стрелы, но и совершать возвратно-поступательные движения вдоль оси рукояти.

Стрела подвешена на стрелоподъемном канате 3 и с помощью стрелоподъемной лебедки, расположенной на поворотной платформе экскаватора, может подниматься или опускаться. У маятниковой лопаты стрела в каждом рабочем цикле то опускается, то поднимается. У прямой лопаты с механизмом напора стрела в каждом рабочем цикле не меняет угла наклона, при работе ее устанавливают под углом 45 или 60° к горизонтальной плоскости.

Для копания грунта поднимают ковш (поворотом рукояти) из положения I (рис. 1, в) в положение III подъемным канатом 6, который огибает головные блоки II и закреплен на барабане 17 главной лебедки, установленной на поворотной платформе. Одновременно для регулирования толщины стружки выдвигают рукоять вперед (осуществляют напор) либо опусканием стрелы у маятниковой лопаты, либо выдвиганием рукояти механизмом напора, с помощью которого выполняют также обратное движение (возврат рукояти).

Стрелы прямых лопат (рис.2, а) представляют собой прочные пустотелые сваренные из металлопроката конструкции. Стрелы бывают одно- и двухбалочными. В верхней головной части двухбалочной стрелы смонтированы на подшипниках качения два головных блока 11 (см. рис.2, б) большого диаметра, через которые проходит канат подъема ковша, и втулки два блока 12 меньшего диаметра - для стрелоподъемного каната. Нижним концом - пятой - стрелы с помощью пальцев шарнирно укрепляют в проушинах рамы поворотной платформы. На этих пальцах стрела поворачивается при изменении угла ее наклона.

В средней части двухбалочной стрелы расположен седловый подшипник 14, шарнирно соединенный с ней напорным валом, опирающимся на укрепленные в стреле втулки 17 (рис.2, б). Между седловым подшипником и пятой, на нижней стороне стрелы,

установлен амортизатор, представляющий собой деревянный брус 16 или набор резиновых полос, заключенных в П-образный кожух из листовой стали. Амортизатор предохраняет стрелу от разрушения при случайных ударах ковшом.

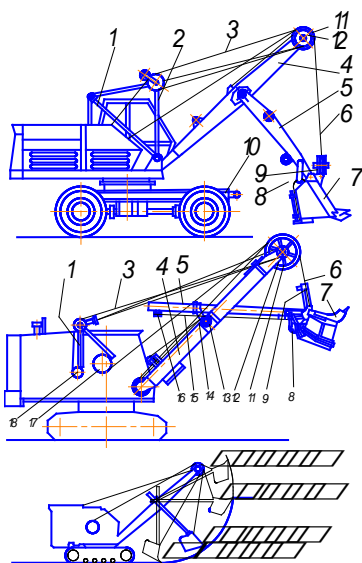


Рис. 1. Общий вид экскаваторов, оборудованных прямой лопатой:

а - маятниковой конструкции; б - с механизмом напора; в - положения ковша при копании,

1 - двуногая стойка; 2 - передняя стойка; 3 - стрелоподъемный канат; 4- стрела; 5 - рукоять; 6 - канат подъема ковша; 7- ковш; 8 - механизм открывания днища ковша; 9 - блок ковша; 10 - ходовая тележка; 11 - головные блоки подъема кошка; 12 - головные блоки подъема стрелы; 13 - седловые блоки; 14 - седловой подшипник; 15 - напорный канат; 16 - уравнительный блок напорного каната; 17 - барабан подъема ковша; 18 - барабан подъема стрелы

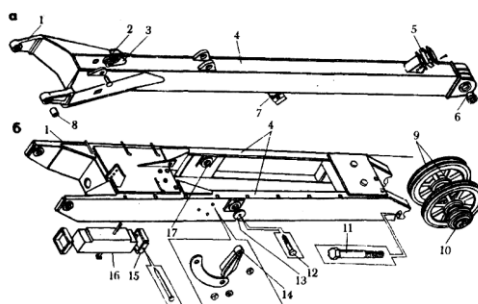


Рис. 2. Стрелы прямых лопат:

а - однобалочная экскаватора ЭО-32НЕ; б - двухбалочная экскаватора ЭО-4П2;  
1 - пята; 2 - клин коуша; 3 - коуш; 4 - балки; 5,7- амортизаторы; 6,8,17- втулки; 9 - блоки подъема ковша; 10-стрелоподъемные блоки; 11... 12 - болты; 14-указатель наклона стрелы; 13-крышка; 15-скоба; 16 - брус амортизатора

Рукояти прямых лопат бывают двух типов: одно- и двухбалочные. На рассматриваемых в данном учебнике машинах применяют однобалочную рукоять (рис.3).

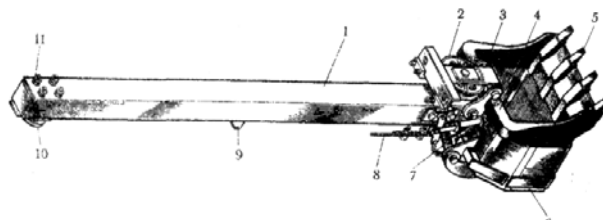


Рис. 3. Однобалочная рукоять с ковшом прямой лопаты экскаватора ЭО-4112:  
1 - балка; 2 - блок ковша; 3 - корпус ковша; 4 - пояса; 5 -зубья; 6 - днище; 7 - тяга; 8 - канат открывания днища; 9 - планка; 10 - уравнительный блок; 11 -болт



Как и стрела, рукоять представляет собой балку 1 коробчатого сечения. Балку рукояти экскаватора ЭО-4П2 помещают в седле механизма напора. В хвостовой части рукояти с помощью болтов 11 прикреплен кронштейн с уравнительным блоком 10 и амортизатор, работающий при упоре кронштейна в седло рукояти. Передним ограничителем хода рукояти в седле (против чрезмерной подачи рукояти назад) служит планка 9.

Ковш представляет собой комбинированную конструкцию из литых и сварных деталей и состоит из корпуса 3, откидного днища 6 с засовом я сменных зубьев 5. Зубья имеют сужающийся к концу хвостовик, входящий в гнездо козырька. От выпадения из гнезда зуб удерживается шплинтом. Для замены изношенного зуба достаточно удалить шплинт.

К задней стенке ковша приварены проушины для пальцев, соединяющих ковш с рукоятью, и днище с ковшом, а также для пальца, на котором шарнирно смонтирована обойма блока 2 ковша. Задняя и боковые стенки ковша усилены поясами 4.

Днище ковша может поворачиваться вокруг пальца, при вертикальном положении рукояти (ковш опущен) днище захлопывается, при поднятом ковше открывается. В закрытом положении днище удерживается засовом, конец которого входит в отверстие петли передней стенки ковша. Засов днища всегда отжимается вперед пружиной, укрепленной в стакане на днище ковша. Чтобы открыть днище, нужно поднять ковш и выдернуть засов из отверстия петли. При этом под влиянием собственного веса и находящегося в ковше грунта днище открывается.

### Обратная лопата

Обратная лопата (рис. 4) включает в себя те же конструктивные элементы, что и прямая лопата, кроме того, в передней части поворотной платформы устанавливают дополнительную стойку 4.

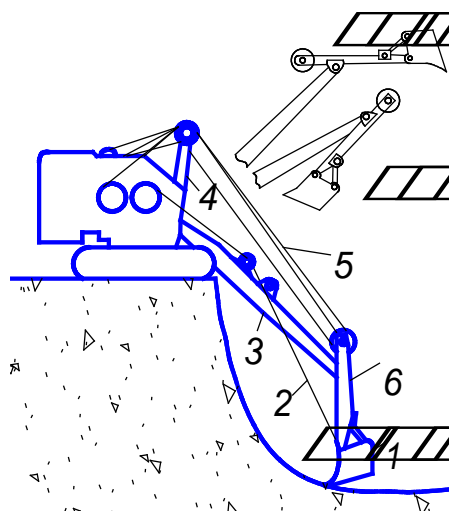


Рис. 4. Схема рабочего оборудования обратной лопаты:

1 - ковш; 2,5 - канаты; 3 - стрела; 4 - стойка; 6 - рукоять; I...III - положения ковша

Ковш обратной лопаты жестко закреплен на рукояти 6, которая шарнирно присоединена к верхнему концу стрелы 3. Рукоять может поворачиваться по часовой стрелке или против нее при натяжении одного (тягового 2 или подъемного 5) каната с одновременным ослаблением второго.

Угол наклона стрелы обратной лопаты, шарнирно укрепленной в проушинах поворотной рамы, непрерывно изменяется в процессе работы: при заторможенном тяговом канате стрела поднимается во время наматывания подъемного каната 5 на барабан лебедки и опускается при оттормаживании барабана. Подъемный канат поддерживается блоками неподвижной дополнительной стойки 4. Обратная лопата работает следующим образом. Подтягивая подъемный канат, поворачивают рукоять против часовой стрелки, затем стрелу с рукоятью и вынесенным вперед ковшом опускают вниз и зубья ковша под действием веса рабочего оборудования врезаются в грунт (положение I). Грунт копают при подтягивании ковша к экскаватору тяговым канатом. В это время подъемный канат расторможен. После

того как наполненный грунтом ковш будет подтянут к стреле, ее вместе с рукоятью и ковшом поднимают подъемным канатом из забоя (положение II), а затем вместе с платформой поворачивают к месту разгрузки. Для разгрузки ковша подъемный канат подтягивают еще больше, а тяговый канат отпускают; при этом рукоять с ковшом поворачивается против часовой стрелки и грунт высыпается из опрокинутого ковша (положение III). Затем обратным вращением поворотной платформы ковш перемещают в исходное положение (к забою) и цикл повторяют. Опытные машинисты совмещают подъем стрелы и поворот ее к месту разгрузки, а также опускание стрелы с обратным поворотом к забою.

Конструкция рабочего оборудования показана на рис.5.

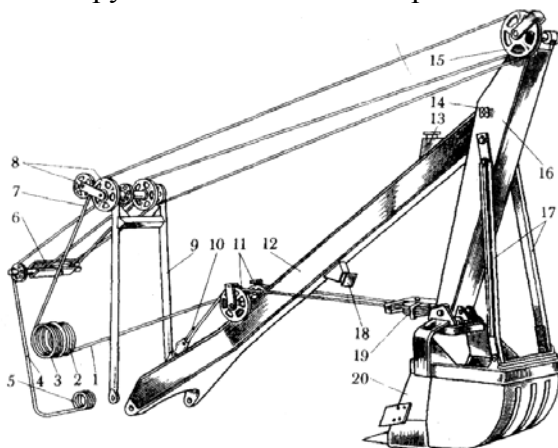


Рис. 5. Рабочее оборудование обратной лопаты экскаватора ЭО-3211Е:

1 - тяговый канат; 2 - тяговый барабан; 3 - подъемный барабан; 4 - канат подъема дополнительной стойки; 5 - барабан подъема дополнительной стойки; 6 - блоки на двуногой стойке; 7 - подъемный канат; 8 - блоки на дополнительной стойке; 9 - дополнительная стойка; 10 - коуш тягового каната; 11 - блоки тягового каната; 12-стрела; 13-амортизатор; 14 - ось; 15 - блок подъемного каната; 16-рукоять; 17-тяги; 18-амортизатор; 19 - блок ковша; 20 - ковш

Стрелу 12 используют от прямой лопаты. На верхней стороне передней части стрелы смонтирован амортизатор 13, предохраняющий ее от ударов верхним концом рукояти 16 при выбрасывании ковша 20 вперед для разгрузки или при резком опускании его на грунт.

Аналогичный амортизатор 18 размещен на нижней стороне стрелы, которая тем самым предохраняется от ударов блоком 19 ковша. В нижней части стрелы смонтированы блоки 11 тягового каната, один конец которого закреплен на стреле с помощью коуша 10.

Передняя стойка 9 предназначена для увеличения угла между подъемным канатом и стрелой, что уменьшает нагрузку на стрелу и изнашивание каната. Установленные на передней стойке блоки 8 дают возможность опускать стрелу достаточно низко.

Стойка 9 выполнена в виде портала, шарнирно укрепленного в проушинах поворотной рамы. В верхней части портала смонтированы блоки подъемного полиспаста и блоки для подъема и опускания передней стойки.

Рукоять 16 представляет собой полую сварную балку, в средней части которой имеются отверстия для регулирования положения ковша с помощью тяг 17, на заднем конце - для установки блоков 15, через которые проходит подъемный канат. В нижнее отверстие рекомендуется крепить тягу при малой глубине копания, особенно на плотных фунтах; в верхнее отверстие при большой глубине копания. На рукояти сделаны проушины для крепления ее к стреле с помощью оси 14.

Ковш (рис.6) обратной лопаты имеет литой козырек, сварной корпус 1, сменные зубья 4, расположенные так же, как и у ковша прямой лопаты, на режущей кромке козырька, а также зубья 2 и 6 укрепленные на боковых его стенках. Назначение боковых зубьев - подрезать боковые стенки траншеи во избежание заклинивания в них корпуса ковша, чтобы не вызывать излишнего расхода энергии на преодоление трения ковша о стенки траншеи. Кроме того, они позволяют при необходимости расширять открытую траншею.

Ковш крепят к рукояти осями 10 и тягами с помощью пальцев 13.

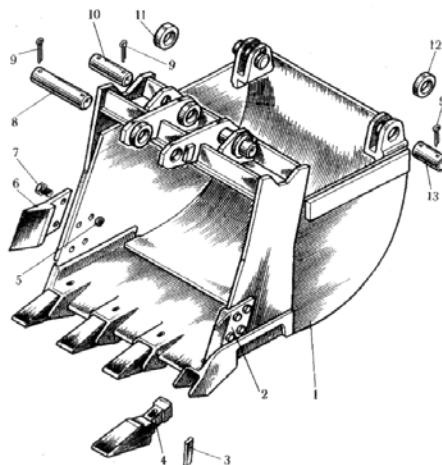


Рис. 6. Ковш обратной лопаты экскаватора ЭО-3211Е (в разобранном состоянии):

1 - корпус; 2,6 - боковые зубья; 3 - клин; 4 - зуб; 5 - гайка; 7 - болт; 8, 10-оси; 9 - шплинты; 11, 12 - втулки, 13 - палец

### Драглайн

Драглайн применяют при разработке грунта ниже уровня стоянки экскаватора. Глубина копания, высота разгрузки ковша и расстояние, на которое может быть заброшен ковш (радиус копания) драглайна, значительно больше, чем у прямой и обратной лопат. Поэтому драглайн используют для рытья сравнительно больших котлованов и траншей, а также для отсыпки насыпей, в частности на строительстве каналов, автомобильных и железных дорог.

Драглайн (рис.7, а) состоит из ковша 1 с подвеской, стрелы 8, тягового 2, подъемного 7 и стрелового 4 канатов, канатов 6 подвески стрелы и наводки 3 тягового каната.

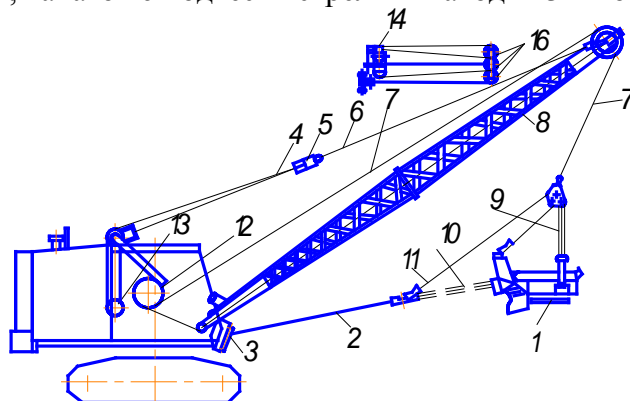


Рис. 7. Общая схема драглайна (а) и схемы запасовки стрелового каната при подвеске стрелы на шести (б) и четырех (в) ветвях

1 - ковш; 2, 4, 6, 7, 11 - канаты; 3 - направляющее устройство тягового каната (наводка); 5 - траверса; 8 - стрела; 9,10-подъемные и тяговые цепи; 12-главная лебедка с тяговым и подъемным барабанами; 13-стрелоподъемный барабан; 14-коуш на оси двуногой стойки; 15-блоки в голове стрелы; 16 - блоки полиспаста; 17-блок на оси двуногой стойки

Стрела сварная, решетчатой конструкции, что дает возможность уменьшать ее массу и делать более длинной, чем стрелы прямой и обратной лопат, применяя ковш той же емкости. В результате удлинения стрелы увеличиваются радиус действия машины и высота выгрузки. Стрела состоит из двух соединенных болтами частей, нижняя из которых уширена к пяте стрелы и шарнирно укреплена в проушинах поворотной платформы. Длина стрелы может быть увеличена дополнительными вставками между верхней и нижней частями стрелы. При таком удлинении стрелы применяют ковш меньшей емкости. Во время работы драглайном угол наклона стрелы обычно составляет 30...45°.

Чтобы не заменять стреловой канат 4, длина которого рассчитана на стрелу прямой лопаты, для подвески удлиненной стрелы драглайна используют дополнительные канаты 6

подвески стрелы, соединяющие ось головных блоков стрелы с подвижной траверсой 5. При этом в зависимости от длины стрелы стреловой канат запасовывают по одной из схем, показанных на рис. 7 б (шесть ветвей) и рис.7 в (четыре ветви), в соответствии с указанием в паспорте экскаватора. На рис. 8 изображена подвеска (упряжь) ковша драглайна, шарнирно подвешенного к двум подъемным цепям 2, закрепляемым пальцами в проушинах 3, расположенных ближе к задней части ковша и приваренных к его боковым стенкам. Верхними концами подъемные цепи 2 укреплены на обойме опрокидного блока 1, к которой крепится также подъемный канат 11. Если ослабить тяговый канат 7, то ковш опрокинется зубьями вниз, повернувшись на пальцах проушин 3, и повиснет на подъемных цепях 2. Для свободного поворота ковша при опрокидывании подъемные цепи 2 раздвинуты распоркой 12.

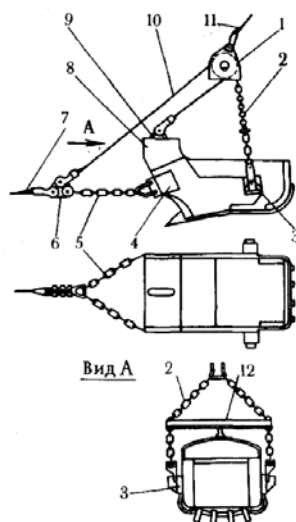


Рис. 8. Подвеска ковша драглайна:

1 - блок; 2, 5 - цепи; 3,9- проушины; 4 - петли; 6 - звено; 7, 10, 11 - канаты; 8 - арка, 12 — распорка

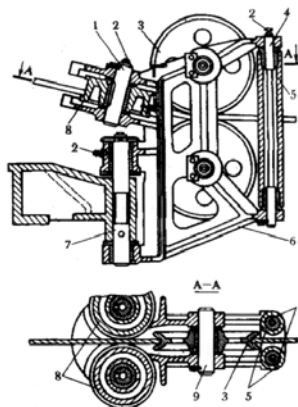


Рис. 9. Направляющее устройство тягового каната (наводка):

1, 4, 9 - оси; 2 - масленки; 3, 8 - блоки; 5 - ролики; 6 - корпус; 7 - шкворень

При одновременном натяжении подъемного и тягового канатов увеличивается расстояние между соединительным звеном 6 и опрокидным блоком 1, что сопровождается натяжением разгрузочного каната 10, закрепленного одним концом на звено 6, а вторым - на проушине 9 арки 8 ковша.

При работе на легких грунтах петли 4 устанавливают в верхнее положение, при работе в плотных грунтах - в нижнее. При разработке дна глубокого забоя петли 4 рекомендуется устанавливать в верхнее положение.

На драглайнах кроме ковшей с прямолинейной режущей кромкой устанавливают ковши увеличенного объема без зубьев или с двумя зубьями, с полукруглыми днищем и режущей кромкой. Применять такие ковши не всегда эффективно, например, при разработке

грунтов с включениями и необходимости планировки с повышенными требованиями дна котлованов и траншей.

Для правильного наматывания тягового каната на барабан лебедки служит наводка тягового каната (рис. 9), кроме того, она предотвращает задевание каната за раму платформы и стрелу при работе драглайна. Корпус 6 наводки крепят вертикальным шкворнем 7 в специальном отверстии прилива передней части поворотной рамы.

В корпусе установлены на осях 1 и 9 два наклонных 8 и два вертикальных 3 блока. На осях 4 смонтированы два вертикальных ролика 5, которые служат направляющими для тягового каната и позволяют поворачивать всю наводку на шкворне при боковом отклонении каната.

Работает драглайн следующим образом. Ковш 1 (см. рис.7) опускают на дно котлована или траншеи, затем подтаскивают к машине тяговым канатом 2, при этом он наполняется срезаемым грунтом. Грузеный ковш поднимают канатом 7, одновременно поворачивая платформу к месту его разгрузки. После разгрузки поворачивают платформу со стрелой к забою и одновременно опускают ковш.

Грейфер применяют для разработки грунтов, расположенных ниже и выше уровня стоянки экскаватора, для погрузки и разгрузки сыпучих материалов, а также при некоторых видах земляных работ в мягких грунтах (рытье глубоких котлованов, очистке прудов и каналов).

Грейферы бывают одно- и двухканатные. Первые менее эффективны, так как для разгрузки их нужно опускать на грунт, что резко снижает производительность. Ковш 1 грейфера (рис. 10) подвешивают на поддерживающем 7 и замыкающем 6 канатах к стреле 3. Работает грейфер следующим образом. При ослаблении каната 6 ковш грейфера удерживается укрепленным в его верхней головке 10 канатом 7. При этом нижняя головка 13 под действием собственного веса опускается вместе с челюстями 14, шарнирно укрепленными на корпусе обоймы нижних блоков 12 полиспафта замыкающего каната.

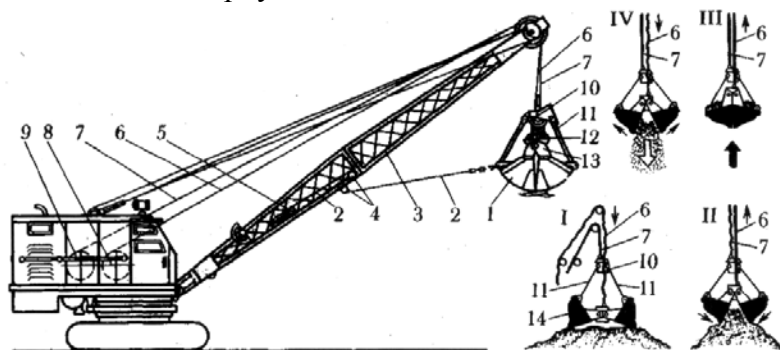


Рис. 10. Схема рабочего оборудования грейфера:

1 - ковш; 2, 6, 7 - канаты; 3 - стрела; 4, 12 - блоки; 5 - груз; 8, 9 - барабаны; 10, 13 - головки; 11 - тяги; 14 - челюсти; I..IV — положения грейфера

При опускании нижней головки челюсти раскрываются, поворачиваясь относительно жестких тяг 11. Тяги нижними концами шарнирно закреплены на челюстях, а верхними - на верхней головке (положение I). В таком положении ковш опускают на грунт или другой захватываемый материал так быстро, чтобы зубья челюстей врезались в грунт. Затем ослабляют канат 7 и навивают на барабан 8 канат 6. При этом стягиваются нижняя и верхняя головки ковша грейфера, а челюсти замыкаются, врезаясь в грунт и захватывая его (положение II).

После замыкания челюстей заполненный грунтом ковш поднимают на канате 6. Одновременно приводят в движение барабан Р, чтобы выбирать канат 7 с такой же скоростью (положение III), с какой поднимают ковш. Когда платформу со стрелой поворачивают к месту разгрузки, то барабан 9 каната 7 затормаживают, а канат 6 ослабляют, что приводит к опусканию нижней головки с челюстями и к разгрузке ковша грейфера (положение IV).

Разгружать ковш можно на любой высоте как указанным способом, так и затормаживанием барабана 8 при дальнейшем навивании на барабан 9 каната 7.

После разгрузки платформу снова поворачивают к месту разработки и цикл повторяют.

Чтобы предотвратить закручивание канатов 6 и 7 и значительное раскачивание ковша грейфера при повороте платформы, используют оттяжное приспособление - успокоитель. Успокоитель действует на ковш грейфера оттяжным канатом 2. Канат 2 огибает блоки 4 и крепится на грузе 5. Груз под действием собственного веса перемещается по направляющим внутри стрелы и создает постоянное натяжение каната 2, не зависящее от положения грейфера.

Для грейфера используют решетчатую стрелу драглайна. Применяют грейферы двух- и многочелюстные; число и форма челюстей зависят от вида перегружаемого материала. Принципиальная схема работы многочелюстного грейфера не отличается от схемы двухчелюстного грейфера.

Подвешенным на канатах ковшом грейфера невозможно разрабатывать плотные грунты, так как не хватает нагрузки от массы ковша для врезания в грунт. Поэтому изготавливают такие ковши трех типов: легкие, средние и тяжелые. Масса применяемого ковша должна быть тем больше, чем плотнее грунт. Однако чем тяжелее ковш грейфера, тем меньше грунта он может поднять при данной устойчивости экскаватора и тем ниже будет производительность оборудования.

### **Кинематическая схема экскаваторов.**

Кинематической схемой машины называется условное схематическое изображение ее механизмов, показывающее их взаимосвязь и способ передачи движения от двигателя к рабочим механизмам. С целью упрощения чертежа применяют условные обозначения различных элементов механизмов.

Рассмотрим кинематическую схему экскаваторов Э-652Б, ЭО-4111В и ЭО-4112 (рис. 29), оборудованных прямой лопатой.

Движение от двигателя рабочим механизмам передается следующим образом. На валу 1 двигателя установлена однодисковая фрикционная муфта 2 (главная муфта), с помощью которой вал двигателя соединяется с главной трансмиссией экскаватора или отсоединяется! от нее.

Главной трансмиссией называют элементы, вращающиеся при включенной главной муфте и выключенных остальных фрикционных муфтах, которые управляют движениями рабочих механизмов. Например, при включении главной муфты 2 начинают вращаться цепная передача 3, шестерни 4, 5 и 9, а также валы 8 и 27. Все это и составляет главную трансмиссию экскаватора. Вместе с этими элементами вращаются жестко связанные с ними элементы механизмов: вместе с горизонтальным валом 27 реверсивного механизма вращаются шкивы двухконусных колодочных фрикционных муфт 26; с шестерней 5 диск с колодками двухконусной фрикционной муфты 6, а с валом 8 главной лебедки - ведущий диск фрикционной муфты механизма успокоителя грейфера и крестовины ленточных фрикционных муфт 10 и 21 внутреннего типа.

Если смотреть на трансмиссию со стороны радиатора двигателя (справа), то вал 1 двигателя и валы 8 и 27 с закрепленными на них деталями вращаются по часовой стрелке, а шестерня 5 - против часовой стрелки. Это следует иметь в виду, чтобы правильно определять направление движения рабочих механизмов во время подключения их к главной трансмиссии.

Следовательно, при включении главной муфты рабочие механизмы экскаватора только подготовлены к работе, но не включены. Для передачи движения рабочим механизмам, выполняющим операции рабочего цикла (копание, поворот платформы и др.), нужно включить соответствующую фрикционную муфту, соединяющую данный механизм с главной трансмиссией. Для включения некоторых механизмов необходимо предварительно (перед включением фрикционной муфты), включить кулачковую муфту или подвижную шестерню, так как в ряде случаев одну и ту же фрикционную муфту можно использовать для подключения к трансмиссии нескольких механизмов, причем тот или иной механизм

соединяется с ведомой частью фрикционной муфты кулачковой муфтой или подвижной шестерней. Основные рабочие механизмы экскаватора приводятся в движение следующим образом.

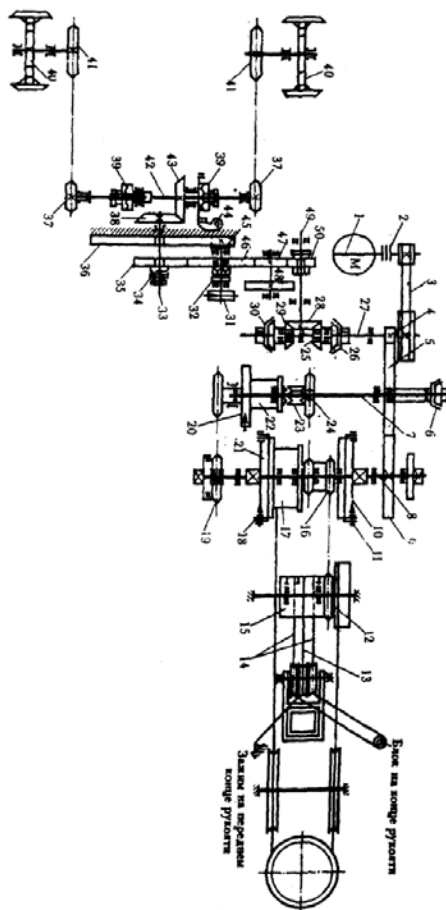


Рис.11. Кинематическая схема экскаваторов Э-652Б, ЭО-4111В и ЭО-4112 с прямой лопатой:

1, 7, 8, 31, 33,42, 49 - валы, 2 - муфта, 3 - цепная передача, 4, 5, 9,35, 45...48, 50 – цилиндрические шестеренки, 6,26,30 - двухконусные фрикционные муфты 10, 21 - ленточные фрикционные муфты, 11, 18, 20 - тормоза, 12,16,19,24, 37, 41 - звездочки, 13,14 - канаты, 15, 17,22 -барабаны, 23, 32, 34, 39 - кулачковые муфты; 25, 28, 29, 38, 43 - конические шестерни, 36 - зубчатый венец, 40 - ведущие колеса, 44 - стопор.

Подъем ковша. Включают фрикционную муфту 21, соединяющую свободно вращающийся подъемный барабан 17 с валом 8. При вращении на барабан 17 навивается канат подъема ковша и ковш подтягивается к головным блокам стрелы. Во время копания грунта и подъема ковша для выгрузки фрикционная муфта 21 включена. Если нужно остановить ковш и задержать его в поднятом положении, фрикционную муфту 21 выключают и одновременно включают ленточный тормоз 18 наружного типа, затормаживающий барабан 17. Тормозом 18 пользуются для удержания груженого ковша в поднятом положении при повороте платформы к месту разгрузки и во время разгрузки, а также для опускания опорожненного ковша при обратном повороте в забой.

Для выдвигания рукоятки с ковшом (напор) включают фрикционную муфту 10. При этом сдвоенная звездочка начинает вращаться по часовой стрелке и в этом же направлении вращаются соединенные с ней однорядными цепями звездочки 12 и 24.

При вращении по часовой стрелке на барабан 15 снизу навиваются оба конца напорного каната 14, а с верхней части барабана отпускается возвратный канат 13. Длина навитой на барабан 15 части напорного каната сокращается настолько, насколько увеличивается длина ненавитой части каната 13.

Канат 14 проходит через крайние блоки, расположенные не оси седлового подшипника стрелы, и огибает уравнильный блок на заднем конце рукояти ковша. Канат 13, огибающий средний блок на оси седлового подшипника, закреплен одним концом в передней части рукояти, у ковша. Таким образом, при вращении барабана 15 по часовой стрелке задний конец рукояти подтягивается к седловому подшипнику, т. е. рукоять с ковшом выдвигается, осуществляя напор.

Двусторонняя кулачковая муфта 23 может жестко соединять с валом 7 либо звездочку 24, либо стрелоподъемный барабан 22. Во время работы прямой лопатой муфта 23 обычно включает звездочку 24 (к барабану 22 эту муфту подключают очень редко, так как при таком виде оборудования угол наклона стрелы при работе не изменяется). Поэтому при включении муфты 10 звездочка 24, муфта 23 и вал 7 со шкивом фрикционной муфты 6 вращаются вместе со звездочкой 16 по часовой стрелке навстречу шестерне 5 и укрепленным на ней фрикционным колодкам фрикционной муфты 6.

**Втягивание рукояти с ковшом (возврат).** Включают фрикционную муфту 6, вал 7 начинает вращаться против часовой стрелки и передавать вращение через муфту 23 и звездочки 12, 16 и 24 барабану 15. При вращении против часовой стрелки на барабан 15 навивается канат 13 и разматывается канат 14, т. е. происходит втягивание рукояти.

При копании грунта обычно фрикционными муфтами 10 и 21 регулируют толщину срезаемой стружки грунта и направление движения ковша. С помощью фрикционных муфт 10 и 6 ковш устанавливают точно над местом разгрузки. Удерживают рукоять ковша от выдвигания или втягивания ленточным тормозом наружного типа. Тормоз 11 используют также для забрасывания ковша «под себя» при подготовке к очередной операции копания.

**Подъем стрелы.** Включают муфту 23 направо, жестко соединяя барабан 22 с валом 7. Затем включают фрикционную муфту 6 и вал 7 с барабаном 22 начинают вращаться против часовой стрелки: стрелоподъемный канат навивается на барабан 22, и стрела поднимается.

При включенной фрикционной муфте 6 барабан 22 удерживается от проворачивания управляемым замкнутым ленточным тормозом 20 наружного типа. Для опускания стрелы ослабляют затяжку тормоза соответствующим рычагом управления. Если не нажимать на этот рычаг, то рабочая пружина снова затянет тормоз 20 и затормозит барабан 22.

Во избежание падения стрелы при случайном растормаживании или выходе из строя тормоза, 20 применено противообгонное устройство, которое состоит из звездочки, жестко соединенной с барабаном 22, цепи, соединяющей эту звездочку со звездочкой 19 противообгонной муфты, и собственно противообгонной муфты.

При вращении барабана 22 против часовой стрелки (подъем стрелы) звездочка 19 вращается навстречу валу 8 главной лебедки и противообгонная муфта поворачивается беспрепятственно. При опускании стрелы звездочка 19 вращается по часовой стрелке все с большей частотой и, когда частоты вращения звездочки 19 и вала 8 будут равны, противообгонная муфта срабатывает. Таким образом скорость опускания стрелы ограничивается частотой вращения вала главной лебедки и стрела не падает.

Особенность механизмов поворота платформы и передвижения - возможность передачи движения в противоположных направлениях, что необходимо для поворота платформы вправо и влево, а также передвижения вперед и назад.

**Изменение направления вращения** (реверсирование) осуществляется механизмом реверса, через который движение передается на механизмы поворота и передвижения. Механизм реверса, состоящий из двух валов 27 и 49, трех конических шестерен 25, 28 и 29 и двух двухконусных фрикционных муфт 30 и 26, действует следующим образом. На горизонтальном валу 27, вращающемся по часовой стрелке, укреплены на шпонках шкивы муфт 30 и 26, которые могут перемещаться вдоль вала 27 и вращаться вместе с ним. На этом же валу смонтированы на подшипниках качения шестерни 29 и 25, находящиеся в постоянном зацеплении с шестерней 28, жестко (на шлицах) посаженной на конец вертикального вала 49 механизма реверса. К шестерням 29 и 25 прикреплены болтами колодки муфт 30 и 26.

При выключенных муфтах 30 и 26 все конические шестерни неподвижны. Если включить муфту 30, то шестерня 29 будет вращаться вместе с валом 27 и передаст движение



шестерне 28 и валу 4 и 9, которые будут вращаться по часовой стрелке (если смотреть сверху, со стороны шестерни 28). При этом шестерня 25 вращается навстречу валу 27.

При включении муфты 26 шестерня 25 вращается по часовой стрелке вместе с валом 27, а шестерня 28 и вал 49 - против часовой стрелки. Навстречу валу 27 вращается шестерня 29. Таким образом осуществляется реверсирование вала 49.

Управление муфтами 30 и 26 сконструировано так, чтобы предотвратить одновременное включение обеих муфт, так как это вызывает останов двигателя, а иногда может привести к поломке шестерен.

От вала 49 движение передается механизмам поворота и передвижения следующим образом. Вдоль вала 49 по шлицам перемещается сдвоенная шестерня 50, которая может вводиться в зацепление с шестернями 47 и 48, жестко закрепленными на промежуточном вертикальном валу. Шестерня 47 находится в постоянном зацеплении с шестерней 46 и через нее с шестерней 35; шестерни 46 и 35 свободно вращаются: первая - на вертикальном валу 31 механизма поворота, вторая - на вертикальном валу 33 механизма передвижения. Каждая из шестерен (46 и 35) может быть жестко соединена с валом, на котором она расположена, с помощью кулачковых муфт 32 и 34.

Конструкция механизма включения муфт 32 и 34 позволяет включать одновременно только одну из них, вторая муфта при этом выключается. Следовательно, движение, передаваемое от вала 49 шестерням 35 и 46, может быть передано либо на вал 31 механизма поворота, либо на вал 33 механизма передвижения. Иначе говоря, при повороте платформы невозможно передвижение экскаватора и, наоборот, при включенном механизме передвижения невозможен поворот платформы.

На шлицах нижнего конца вала 31 жестко закреплена шестерня 45, находящаяся в постоянном зацеплении с зубчатым венцом 36, приваренным к раме. При вращении вала 31 шестерня 45 обкатывается по венцу 36, поворачивая платформу относительно ходового устройства. Включая правую или левую фрикционные муфты 26 и 30, можно изменять направление вращения шестерни 45, поворачивая таким образом платформу в одну или другую сторону.

Платформу можно поворачивать с меньшей (при зацеплении сдвоенной шестерни 50 с шестерней 48) или большей (при зацеплении шестерни 50 с шестерней 47) скоростью. Большую скорость используют при работе с землеройным оборудованием.

В требуемом положении, платформу удерживают ленточным тормозом открытого типа, который затормаживает шкив, жестко укрепленный на верхнем конце вала 31. Для передачи движения механизму передвижения нужно включить муфту 34, при этом выключится муфта 32 механизма поворота и вращение будет передаваться через вал 33 и закрепленную на его нижнем конце шестерню 38 шестерне 43, жестко связанной с горизонтальным валом 42 механизма передвижения.

Вал 42 состоит из трех частей: средней и двух боковых (полуосей). Полуоси можно соединять со средней частью двумя муфтами 39, которые постоянно включены пружинами, т. е. все три части вала 42 представляют собой одно целое. При вращении шестерни 43 движение передается ведущим цепным звездочкам 37, а затем втулочно-роликовыми цепями - ведомым звездочкам 41, закрепленным на валах ведущих колес 40 гусениц. Направление вращения колес 40, а следовательно, и направление движения экскаватора изменяют фрикционными муфтами 26 и 30 аналогично тому, как изменяют направление вращения механизма поворота.

Для передвижения экскаватора по кривой отключают от вращающейся трансмиссии одну из гусениц, а для крутого поворота - стопорят ее. Это осуществляют муфтами 39, причем при повороте вправо отключают правую гусеницу, а при повороте влево - левую. Гусеницу отключают перемещением подвижной полумуфты по направлению к цепной звездочке. Полуось сначала отсоединяют от средней части вала, а затем стопорят, так как своими кулачками полумуфта соединяется с неподвижным стопором, приваренным к раме ходового устройства. Таким образом, одна из гусениц останавливается, а вторая, движущаяся, поворачивает экскаватор вокруг неподвижной гусеницы.

На время передвижения экскаватора тормоз механизма поворота платформы должен быть обязательно включен, так как иначе может произойти неожиданный поворот платформы, вызванный поперечным наклоном дороги или инерционными силами, действующими на поворотную платформу при повороте экскаватора.

При разработке грунта механизм передвижения должен быть неподвижен. Непроизвольное перемещение экскаватора под влиянием усилий, действующих на ковш во время копания грунта, нарушает четкость управления процессом копания и может привести к аварии. Так, при работе драглайном или обратной лопатой усилив в тяговом канате стремление не только подтянуть ковш к машине, но и сдвинуть экскаватор к ковшу, причем это усилие бывает максимальным тогда, когда ковш упирается в какое-либо препятствие. Поэтому важное значение имеет надежность устройства, предотвращающего перемещение экскаватора при работе и при остановке на уклоне. Это обеспечивается двусторонним управляемым стопором 44, Изменяют скорость передвижения экскаватора переключением шестерни 50.

Особенности описанной кинематической схемы:

на поворотной платформе расположены в одной плоскости три основных горизонтальных вала - вал 8 главной лебедки, промежуточный вал 7 и вал 27 механизма реверса;

стрелоподъемный механизм может работать одновременно с механизмом поворота платформы и независимо от него, привод стрелоподъемного механизма шестеренный;

реверс механизма поворота платформы и механизма передвижения экскаватора осуществляется коническими шестернями и двухконусными фрикционными муфтами, причем имеются две скорости поворота и передвижения;

рабочее оборудование прямой лопаты имеет канатный механизм напора комбинированного типа.

Гидравлические экскаваторы обладают конструктивными, технологическими и экономическими преимуществами по сравнению с экскаваторами с механическим приводом.

Конструктивные и технологические преимущества определяются главным образом применением гидравлического объемного привода для передачи мощности от двигателя рабочим механизмам машины. Гидравлический привод позволяет:

реализовать большие передаточные числа от ведущего звена источника энергии к рабочим механизмам и органам машины без применения громоздких и сложных по кинематике устройств;

упростить кинематику рабочего оборудования за счет исключения канатных передач, а также значительно расширить номенклатуру рабочего оборудования (телескопическое оборудование, лопата с двухчелюстным ковшом, напорный грейфер, рыхлитель, гидромолот, планировщик, разнообразные захваты, крановое оборудование для монтажных работ и др.);

расположить рабочие механизмы независимо от силовой установки, что создает возможность для их наилучшей компоновки;

достаточно простыми средствами выполнять удобное и независимое бесступенчатое регулирование в широком диапазоне скоростей рабочих движений, совмещаемых по времени, что улучшает технологические возможности машины (в частности, позволяет заменять ручной труд на земляных работах) и повышает эффективность использования мощности двигателя; этому также способствует жесткая двусторонняя фиксация исполнительных механизмов в любом положении и возможность без дополнительных устройств реверсировать направление движения исполнительного механизма при любой системе гидропривода;

применить автоматическое и полуавтоматическое управление, использование которого улучшает условия труда машиниста и повышает качество выполняемых работ;

унифицировать и нормализовать конструкцию элементов гидропривода для машин разных типоразмеров, ограничив их номенклатуру;

исключить из силовых передач фрикционные муфты и тормоза, используемые при механической трансмиссии и подверженные интенсивному износу, а также существенно

уменьшить число мест смазывания, что сокращает время технического обслуживания машин.

При гидравлическом приводе улучшаются и расширяются технологические возможности экскаваторов с различными видами рабочего оборудования. Например, при использовании обратной лопаты увеличивается заполнение ковша при копании на значительной глубине за счет реализации больших усилий копания (так как сопротивление грунта копанию воспринимается через стрелоподъемные цилиндры весом всего экскаватора), что повышает производительность машины. Создается возможность копания только посредством поворота ковша при неподвижной (относительно стрелы), рукояти, что позволяет выполнять работы, например в условиях города, в непосредственной близости от подземных коммуникаций, где требования к безопасности ведения работ часто вынуждают использовать ручной труд.

При использовании погрузочного оборудования обеспечиваются близкая к горизонтальной траектория движения режущего контура ковша и большее его заполнение за счет поворота ковша на себя в конце горизонтального перемещения.

При использовании грейфера обеспечивается эффективное копание достаточно плотных грунтов благодаря возможности воспринимать весом всего экскаватора реакцию грунта при копании, возможность использования его для отрывки ям, приямков, колодцев, а также для перегрузки длинномерных штучных грузов (например, бревен), различно ориентированных в плане по отношению к экскаватору.

Расширение и улучшение технологических возможностей экскаваторов с гидроприводом не ограничивается приведенными примерами.

Экономические преимущества экскаваторов с гидравлическим приводом вытекают из конструктивных и технологических. Так, расширение номенклатуры сменного рабочего оборудования и его специфическая кинематика, а также независимое регулирование скоростей совмещаемых рабочих движений позволяют механизировать работы, которые ранее выполняли вручную. Это дает возможность не только существенно снизить стоимость и ускорить производство таких работ, но и высвободить большое число рабочих.

Нормализация конструкции и унификация элементов гидропривода создают реальные возможности для организации производства гидравлических экскаваторов на базе специализированного изготовления унифицированных изделий и выпуска, необходимых народному хозяйству типоразмеров экскаваторов.

Кроме того, значительно уменьшается номенклатура запасных частей - для парка эксплуатируемых экскаваторов и создается возможность применения агрегатного метода ремонта машин, а, следовательно, уменьшаются их простои в ремонте, и увеличивается время полезного использования.

Улучшение условий труда за счет автоматизации управления дает возможность повысить производительность экскаваторов, а автоматизация их привода ведет к экономии энергетических ресурсов вследствие повышения общего КПД машин.

Сокращение времени, необходимого для технического обслуживания машины, позволяет повысить коэффициент ее использования в течение смены и для наиболее распространенных типоразмеров экскаваторов уменьшить число обслуживающего персонала.

Перечисленные факторы обуславливают при надлежащей организации изготовления и эксплуатации экскаваторов с гидравлическим приводом повышение темпа строительных работ и снижение стоимости разработки грунта. На универсальных гидравлических экскаваторах наиболее часто применяют обратную и прямую лопаты, грейфер, рыхлители, гидромолот, погрузчик и сменные рабочие органы для различных работ.

### **Обратная лопата**

Обратная лопата является основным видом рабочего оборудования для экскаваторов 2...5-и размерных групп. При работе обратной лопатой улучшается наполнение ковша и точность выгрузки в результате его поворота относительно рукояти, появляется возможность

широкого применения удлиненных стрел и рукоятей, а также профильных ковшей для рытья и очистки каналов, кюветов.

По конструктивной схеме обратную лопату выпускают нескольких разновидностей, но основными ее сборочными единицами всегда являются: стрела, состоящая из основной 3 (рис. 12, а) и удлиняющей 4 частей; рукоять 7, ковш 9 и гидроцилиндры 11, 5 и 6 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша.

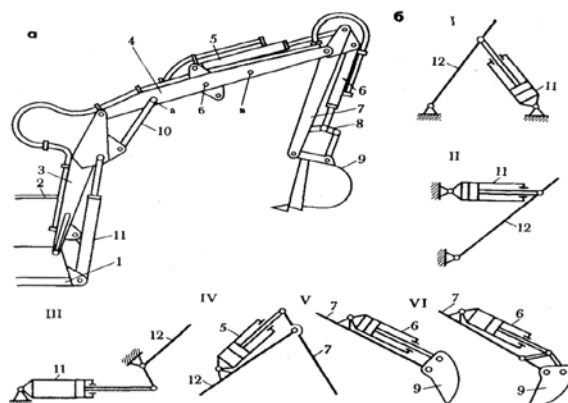


Рис. 12. Обратная лопата (а) и схемы расположения гидроцилиндров ее рабочего оборудования (б) для привода стрелы (I...III), рукояти (IV) и ковша (V и VI):

1 - поворотная рама; 2 - кабина машиниста; 3,4 - нижняя основная и верхняя удлиняющая части стрелы; 5, 6, 11 - гидроцилиндры; 7 - рукоять; 8 - рычаги ковша; 9 - ковш; 10 - тяга; 12 - стрела; а...в - положения, в которых устанавливают тягу

Основную часть стрелы, как правило, используют при установке различных видов сменного рабочего оборудования, например обратной и прямой лопат, грейфера, погрузчика. Удлиняющую часть стрелы при переходе с одного вида оборудования на другой или сохраняют (например, при переоборудовании обратной лопаты на грейфер), или демонтируют.

Наряду с составной стрелой на всех моделях экскаваторов применяют неразъемную стрелу Г-образной формы.

Стрела обратной лопаты - пустотелая, сваренная из легированного металлопроката конструкция. Пяту стрелы шарнирно укрепляют в проушинах поворотной рамы 1, к которой присоединены также и гидроцилиндры 11 подъема стрелы. Штоки гидроцилиндров 11 шарнирно соединены со стрелой, при выдвигении штоков изменяется угол наклона стрелы по отношению к поворотной раме.

Рукоять подвешена на стреле и может поворачиваться по часовой стрелке или против нее при выдвигении или вытягивании штока гидроцилиндра 5. Ковш 9 закреплен на рукояти в одной точке, поэтому также может свободно поворачиваться с помощью гидроцилиндра 6.

Основная и удлиняющая части стрелы шарнирно соединены между собой пальцем. Чтобы во время работы не было поворота одной части стрелы по отношению к другой, между ними дополнительно устанавливают тягу 10.

Расположение гидроцилиндров рабочего оборудования бывает различным (рис. 12, б).

Для привода стрелы 12 обычно применяют три схемы расположения гидроцилиндра 11: под стрелой впереди ее пяты (рис. 12, б), этот вариант наиболее распространен на полноповоротных экскаваторах; над стрелой (рис. 1, II), что характерно для навесных не полноповоротных экскаваторов; за пятой стрелы, обычно горизонтально (рис. 1, III).

Для подъема стрелы 12 часто устанавливают два гидроцилиндра 11. Такое конструктивное решение используют иногда и для поворота рукояти, например, на навесных экскаваторах.

Для привода рукояти гидроцилиндр 5 располагают над стрелой (рис. 12, IV). Для привода ковша гидроцилиндр 6 размещают над рукоятью, причем его шток крепят или непосредственно к проушинам на ковше (рис. 12, V), или через дополнительные рычаги и тяги (рис. 12, VI)

Обратной лопатой работают следующим образом (рис. 13). Втягивая шток гидроцилиндра 4, поворачивают рукоять по часовой стрелке. Стрела с рукоятью и вынесенным вперед ковшом опускается вниз как под действием веса рабочего оборудования, так и под давлением жидкости, подаваемой в гидроцилиндр стрелы. Копание осуществляют поворотом ковша и поворотом рукояти (положение I).

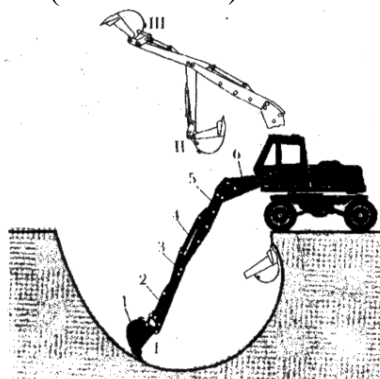


Рис. 13. Рабочие положения рабочего оборудования обратной лопаты:  
1 - ковш; 2 - гидроцилиндр ковша; 3 - рукоять, 4 - гидроцилиндр рукояти; 5, 6 - удлиняющая и основная части стрелы; I..III— положение ковша

Размер стружки в процессе копания регулируют с помощью гидроцилиндра стрелы путем подъема или опускания стрелы. После того как наполненный грунтом ковш будет подтянут к стреле или повернут по отношению к рукояти настолько, чтобы грунт не высыпался, рабочее оборудование поднимают из забоя с помощью гидроцилиндра стрелы (положение II), а затем вместе с платформой поворачивают к месту разгрузки.

Чтобы разгрузить ковш, поворачивают рукоять и ковш по часовой стрелке, используя для этого гидроцилиндры 2 и 4 (положение III). Затем производят обратный поворот платформы к забою и рабочий цикл повторяют.

Для повышения производительности машины совмещают подъем рабочего оборудования и поворот платформы к месту разгрузки, а также опускание стрелы с обратным поворотом к забою.

Главный несущий элемент основной части стрелы - полая балка коробчатого сечения. Короб закрыт сверху листом. В наиболее нагруженных сечениях балка дополнительно усилена боковыми листами.

Тягу 10, которая соединяет основную и удлиняющую части стрелы, крепят к кронштейну, который необходим для крепления гидроцилиндра рукояти при установке рабочего оборудования погрузчика. Нижний конец стрелы - пяту - пальцами шарнирно укрепляют в проушинах поворотной рамы. На этих пальцах стрела поворачивается при изменении угла ее наклона.

На экскаваторах ЭО-3322Д, ЭО-4124А и ЭО-4125 поднимают и опускают стрелу обратной лопаты с помощью двух гидроцилиндров.

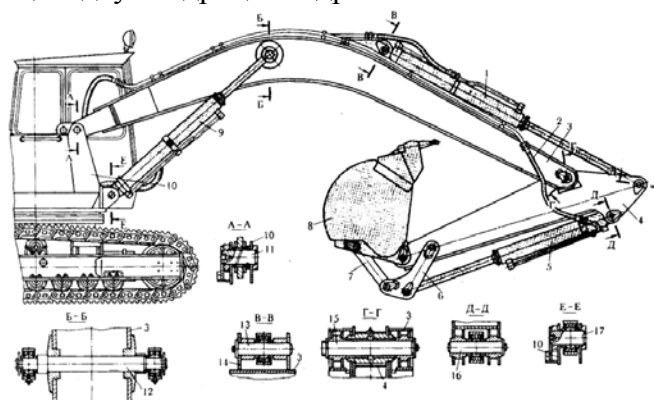


Рис. 13. Рабочее оборудование обратной лопаты с моноблочной стрелой  
1,5,9 - гидроцилиндры (рукояти, ковша, стрелы); 2 - гидроразводка; 3 - стрела;

4 - рукоять; 6 - рычаг; 7 - тяга; 8 - ковш; 10 - поворотная платформа; 12, 16, 17 - оси, 13, 15 - пальцы, 14 - кронштейны

Моноблочная стрела и рукоять - - сварные коробчатого сечения. Стрелу к поворотной платформе, рукоять к головной части стрелы, корпуса гидроцилиндров 9 к поворотной платформе, штоки гидроцилиндров к стреле крепят с помощью осей 11,16, 17 и 12.

Рукоять поворачивается гидроцилиндром 1, который прикреплен к стреле (с помощью пальца 13 и кронштейнов 14), а его шток - к консольной части рукояти (осью 16). Ковш 8 и рычаг 6 к рукояти и тяга 7 и шток гидроцилиндра 5 ковша к рычагу 6 присоединены шарнирно.

Все пальцы шарнирных соединений выполнены с приварными стопорными планками, которые закреплены на базовых элементах рабочего оборудования и не допускают проворачивания пальцев.

Моноблочная стрела по сравнению с составной проще по конструкции и легче, но на нее можно устанавливать ограниченное число видов сменного рабочего оборудования.

В зависимости от грунтовых условий обратную лопату оборудуют сменными ковшами различной вместимости и формы. Ковш обратной лопаты, как правило, представляет собой сварной корпус без открывающегося днища. Число зубьев на передней стенке зависит от ширины ковша и вида работ, для которых он предназначен. Зубья устанавливают в гнезда различной конструкции и крепят болтами или шпильками. На режущую кромку ковша наносят слой твердой наплавки для уменьшения ее изнашивания.

На отдельных моделях (например, у экскаватора ЭО-4124А) ковш представляет собой комбинированную конструкцию из литых и сварных деталей. Литой изготавливают переднюю стенку или только ее верхнюю часть - козырек со специальными гнездами для крепления зубьев.

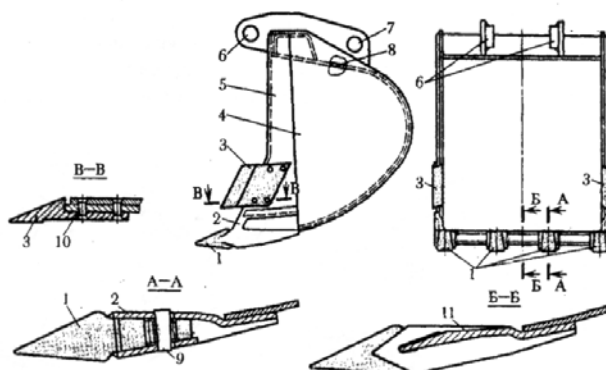


Рис. 14. Ковш обратной лопаты экскаватора ЭО-3322Д:

1,3 - зубья; 2 - козырек; 4, 8 - боковая и задняя стенки; 5 - боковой лист; 6, 7 - проушины; 9 - клин; 10 - заклепка; 11 - режущая кромка

Ковш (рис. 14) обратной лопаты экскаваторов ЭО-3322Д состоит из задней стенки 8, двух боковых стенок 4, передней стенки с козырьком 2 и зубьев 1 и 3.

Все детали корпуса соединены между собой сваркой. Задняя стенка скруглена, чтобы уменьшить трение о грунт при повороте ковша. Зубья 1 заканчиваются суживающимся хвостовиком, который входит в гнездо козырька. От выпадения из гнезда они удерживаются клином 9. При такой конструкции замена изношенного зуба не вызывает затруднений. Зубья изготавливают литыми из высокомарганцовистой стали, хорошо противостоящей истиранию, штампованными с закалкой или с износостойкой наплавкой. Проушиной 6 ковш соединяют с рукоятью, проушиной 7 с рычагом, приводимым в действие гидроцилиндром ковша.

Ковши для рытья траншей нередко снабжают дополнительными зубьями 3, которые укрепляют на боковых стенках. Эти зубья подрезают стенки траншей во избежание заклинивания в них корпуса. Кроме того, они позволяют расширять отрытую траншею.

### Прямая лопата

Прямую лопату гидравлических экскаваторов широко применяют на экскаваторах 4-й размерной группы (рис. 15, а, б), а также машинах большей мощности.

Основными составными частями ее являются стрела 1, рукоять 2, ковш 5 и гидроцилиндры 9 - подъема стрелы и 8 - поворота рукояти;

На экскаваторах ЭО-4124А устанавливают как поворотный, так и неповоротный ковши.

**Поворотным ковшом** можно не только разрабатывать и грузить грунт, но и планировать забой.

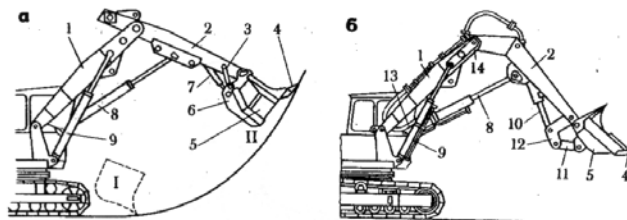


Рис. 15. Прямая лопата экскаваторов ЭО-4124 с неповоротным (а) и поворотным (б) ковшом;

1 - стрела; 2 - рукоять; 3,11 - тяги; 4 - зуб ковша; 5 - ковш; 6 - петля днища ковша; 7... 10 - гидроцилиндры; 12 - рычаг; 13 - кронштейн; 14 - проушина; I...II — положения ковша при копании

Прямой лопатой с неповоротным ковшом (см. рис. 15, а) работают следующим образом. Втягивая шток гидроцилиндра 8, поворачивают рукоять по часовой стрелке и, опуская одновременно стрелу, устанавливают ковш в первоначальное положение для копания. Чтобы заполнить ковш, переводят рукоять из положения I в положение II, выдвигая шток гидроцилиндра рукояти.

Заглубление ковша и регулирование толщины стружки грунта производят гидроцилиндрами 9 стрелы, опуская или поднимая ее по отношению к поворотной платформе на нужную высоту. После того как ковш наполнится грунтом или породой, поднимают стрелу и выводят ковш из забоя. Затем, поворачивая платформу вместе с рабочим оборудованием, перемещают грунт к месту разгрузки. В случае необходимости при этом одновременно поднимают ковш на большую высоту. С этой целью используют как гидроцилиндры 9 стрелы, так и гидроцилиндр 8 рукояти.

Для разгрузки ковша открывают его днище, втягивая шток гидроцилиндра 7, либо поворачивают ковш отдельным гидроцилиндром 10. Потом поворотом платформы перемещают ковш к забою и рабочий цикл повторяют. Операции обратного поворота и опускания ковша в исходное положение для копания обычно совмещают с целью сокращения длительности рабочего цикла машины и повышения ее производительности.

В качестве стрелы прямой лопаты с поворотным ковшом используют нижнюю основную часть стрелы обратной лопаты, а в качестве рукояти - ее верхнюю удлиняющую часть. В нижней части стрелы приварены две пяты, которыми она соединена шарнирно с поворотной платформой. Кронштейн 13 стрелы с двумя отверстиями предназначен для установки гидроцилиндра рукояти. Балка стрелы выполнена в виде короба, закрытого сверху листами. Для придания необходимой жесткости через определенные промежутки по длине балки установлены диафрагмы, которые с одной стороны приварены к коробу, а с другой - к уголкам, установленным поперек сечения. Стрела соединена с рукоятью пальцем с помощью проушины 14.

Рукоять также представляет собой сварную металлоконструкцию типа полый балки с приваренными к ней кронштейнами. В случае установки рукояти так, как показано на рис. 15, а, копание будет производиться с минимальным радиусом. Если соединить рукоять со стрелой через вторую проушину, то радиус копания будет увеличен на 0,5 м.

К середине рукояти приварен кронштейн с тремя отверстиями, предназначенными для изменения точки крепления штока гидроцилиндра рукояти, что, в свою очередь, приводит к изменению высоты копания и высоты выгрузки грунта.

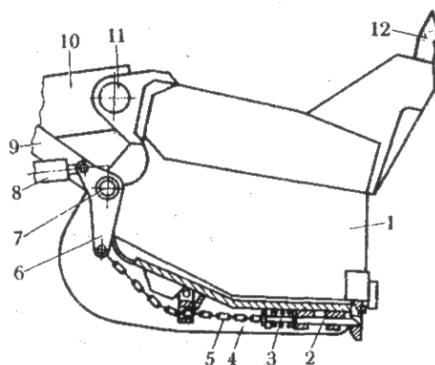


Рис. 16, Неповоротный ковш прямой лопаты экскаваторов ЭО-4124:

1 - корпус; 2 - засов; 3 - шток засова; 4 - днище; 5 - цепь; 6 - рычаг; 7 - ось петель днища; 8 - гидроцилиндр; 9 - тяга; 10 - рукоять; 11 - ось крепления рукояти; 12 - зуб

### Грейфер

На экскаваторах с гидравлическим приводом устанавливают жестко подвешенные грейферы. Основное преимущество жестко подвешенного грейфера по сравнению с канатным заключается в том, что им можно создать необходимое давление на грунт при врезании, т. е. независимо от массы грейфера эффективно разрабатывать плотные грунты.

Оборудование грейфера (рис. 17) с составной стрелой 1 состоит из рукояти 3, используемой от обратной лопаты, подвески 4, механизма 5 поворота ковша и гидроцилиндра 8 для замыкания и открывания челюстей ковша 11.

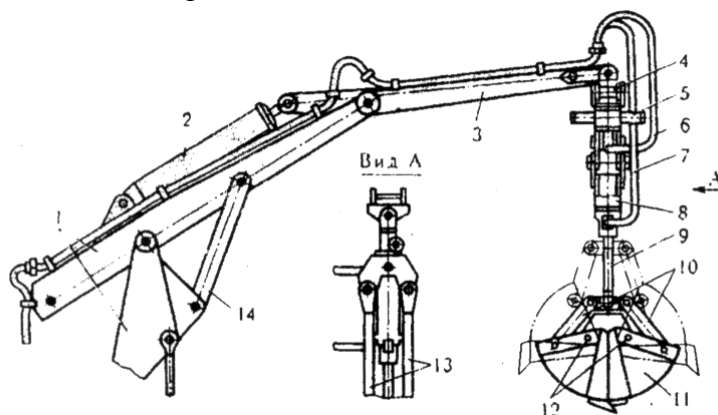


Рис. 17. Оборудование грейфера:

1 - стрела; 2,8 - гидроцилиндры; 3 - рукоять; 4 - подвеска; 5 - механизм поворота ковша; 6, 7 - шланги; 9 - ползун; 10,14 - тяги, 11 - ковш, 12 - оси, 13 - стойки

Существует три вида соединения грейферных ковшей с рукоятью, отличающиеся возможностью поворота ковша в плане: неповоротное, неполноповоротное и полноповоротное. При любом виде соединения возможно продольное и поперечное раскачивание ковша.

Механизм поворота ковша служит для установки рабочего органа в плане, чтобы удобнее и эффективнее вести земляные работы. Поворот возможен на  $120^\circ$  в каждую сторону при подаче жидкости по шлангам 6 в одну из полостей гидроцилиндра механизма поворота. При этом перемещается поршень с зубчатой рейкой, которая вращает шестерню, укрепленную с помощью шпонки на корпусе гидроцилиндра. Поворот гидроцилиндра через стойки 13 передается ковшу.

Для перемещения челюстей ковша жидкость подается под давлением в гидроцилиндр 8 по шлангам 7: шток гидроцилиндра 8, выдвигаясь, перемещает ползун 9 и через тяги 10



поворачивает челюсти вокруг неподвижных осей 12 до полного их замыкания. При втягивании штока ползун поднимается вверх и через тяги 10 раскрывает челюсти ковша.

Для увеличения параметров (высоты подъема, глубины копания) снимают тягу 14, соединяющую верхнюю и нижнюю части стрелы, и заменяют ее гидроцилиндром ковша обратной лопаты. При копании на большую глубину штангу грейфера наращивают промежуточными вставками.

Рабочее оборудование грейфера с моноблочной стрелой состоит из рукояти обратной лопаты и ковша, получающих привод от гидроцилиндров. Ковш навешивают на рукоять с помощью подвески 1 (рис. 18) и пальца 8. Предусмотрена возможность разворота грейфера на 90° вокруг продольной оси в месте соединения кронштейна 2 подвески с рамой 3.

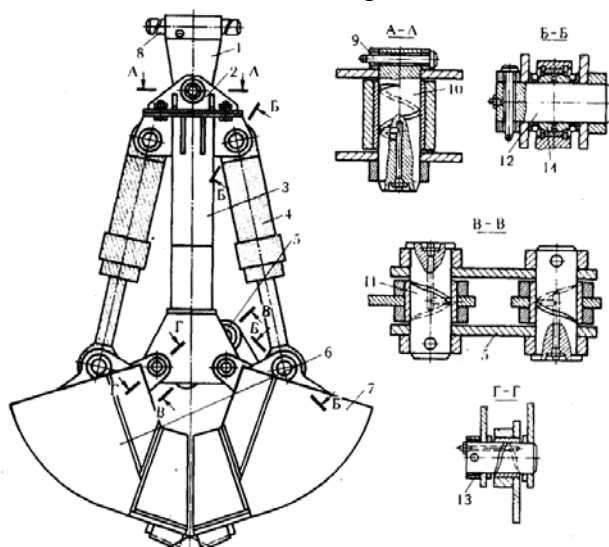


Рис. 18. Ковш грейфера экскаватора ЭО-3323:

1 - подвеска; 2 - кронштейн подвески; 3 - рама; 4 - гидроцилиндр; 5 - тяга; 6 - челюсть левая; 7 - челюсть правая; 8, 10...13 - пальцы; 9 - стопорный палец; 14 - шарнирный подшипник

К верхней части рамы шарнирно присоединены проушины гидроцилиндров 4, к нижней - челюсти 6 и 7. Для выравнивания скорости раскрытия челюстей грейфера тяги 5 скреплены пальцами друг с другом и с челюстями.

Особенность рабочего оборудования грейфера экскаваторов ЭО-4124А состоит в использовании от обратной лопаты базовой части 6 (рис. 19) и головной части 3 стрелы, рукояти 1, гидроцилиндра 4 рукояти и тяги 5.

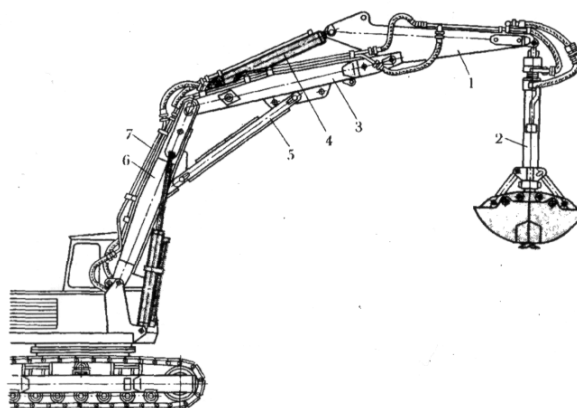


Рис. 19. Рабочее оборудование грейфера экскаваторов ЭО-4124А и ЭО-4125:

1 - рукоять; 2 - грейфер; 3 - головная часть стрелы; 4 - гидроцилиндр рукояти; 5 - тяга; 6 - базовая часть стрелы; 7 - трубопровод гидроразводки

Ковш грейфера состоит из двух челюстей 1 и двух тяг 10. В механизм подвески и привода ковша входят рама 5, поворотная головка 4, гидроцилиндр 3 и ползун 2. Рама 8 сварная, состоит из двух швеллеров, соединенных в верхней и нижней частях накладками.

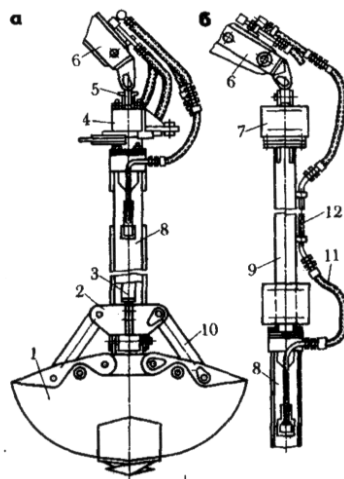


Рис. 20. Грейфер экскаваторов ЭО-41241 и ЭО-4125 без удлинителя (а) и с удлинителем (б):

1 - челюсть; 2 - ползун; 3 - гидроцилиндр; 4 - поворотная головка; 5 - серьга; 6 - подвеска; 7 - переходник; 8 - рама; 9 - удлинитель; 10 - тяга; 11-рукав; 12- трубы гидроразводки

К ковшу поставляют три типа челюстей разной ширины. Поворот челюстей осуществляется с помощью гидроцилиндра 3, который установлен между швеллерами рамы и соединен шарнирно с ее цапфами, а проушиной штока - с ползуном 2.

Поворотная головка обеспечивает поворот грейфера во время работы вокруг вертикальной оси на 180°. Корпус 2 головки соединен болтами с крышкой 1. В нем на подшипниках установлена ось 3 в сборе, которая болтами соединена с рамой. Грейфер поворачивается с помощью гидроцилиндра 6, который нижней проушиной соединен шарнирно с кронштейном 7 корпуса, а проушиной штока - с коротким плечом рычага 4.

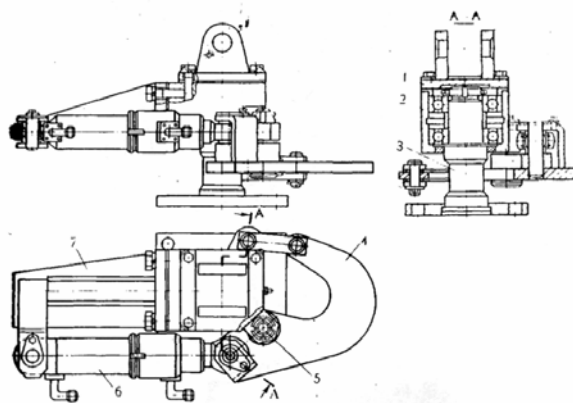


Рис. 21. Поворотная головка ковша грейфера экскаваторов ЭО-4124А и ЭО-4125:  
1 - крышка; 2 - корпус; 3 - ось подвески; 4 - рычаг; 5 - ось; 6 - гидроцилиндр; 7 – кронштейн

При движении штока гидроцилиндра рычаг поворачивается на оси 5, закрепленной в кронштейне корпуса, и длинным плечом через шатун передает усилие поворота на рычаг оси, которая вместе с рамой и ковшом грейфера поворачивается на определенный угол.

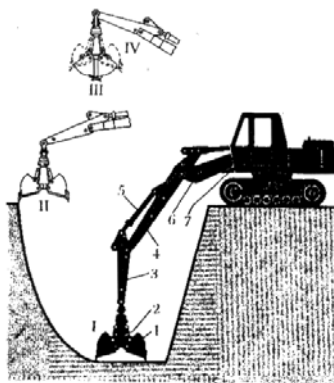


Рис. 23. Схема работы оборудования грейфера:

1-челюсть ковша; 2, 5, 7-гидроцилиндры; 3 - рукоять; 4,6 - удлиняющая и основная части стрелы; I...IV - положения ковша

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для каких видов работ предназначены одноковшовые строительные экскаваторы?
2. По каким признакам классифицируются одноковшовые экскаваторы?
3. Назовите главный параметр одноковшовых экскаваторов?
4. Какие параметры входят в понятие размерной группы экскаватора?
5. Какие вы знаете виды основного рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов?
6. Назовите основные параметры рабочего оборудования экскаваторов.
7. Какие основные узлы экскаваторов и их рабочего оборудования вы можете перечислить?
8. Какие вы знаете основные механизмы одноковшовых экскаваторов?
9. Какие схемы соединения элементов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов вы можете назвать?
10. В чем заключается отличие оборудования «прямая» и «обратная лопата»?
11. Назовите особенности конструкции ковша с прямой лопатой?
12. Для каких видов работ предназначен грейфер?
13. В чем заключается особенность рабочего оборудования экскаватора «драглайн»?
14. Какие основные технические характеристики одноковшовых экскаваторов вы знаете?

### Лабораторная работа № 3

#### Шнекороторные экскаваторы

Цель работы: Изучение устройства шнекороторных экскаваторов.

Задание:

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу шнекороторных экскаваторов, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство шнекороторных экскаваторов, их рабочий процесс.
3. Вычертить схемы шнекороторных экскаваторов и описать их устройство.

Порядок выполнения:

## Общие сведения

Шнекороторные экскаваторы имеют рабочее оборудование, состоящее из центрального ротора 2 (рис. 1), двух наклонных шнеков 1, двух отвальных конвейеров 3 и завистного устройства. Ротор 2 прорезает первоначальную траншею по оси канала, а наклонные шнеки 1, оснащенные режущими элементами, разрабатывают грунт вдоль откосов и смещают его вниз к ротору. Весь разработанный грунт ротор 2 поднимает своими ковшами вверх и сыплет на конвейеры 3, которые выносят грунт в отвалы.

Шнекороторные экскаваторы предназначены для прокладки каналов и траншей с откосами в зонах орошения. Применение длинных отвальных конвейеров позволяет регулировать расположение отвалов и открывать каналы и траншеи более крупных сечений, чем двухроторными экскаваторами. Техническая характеристика шнекороторных экскаваторных экскаваторов приведена в табл. 1.

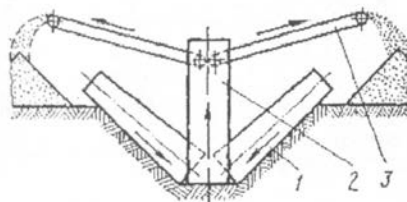


Рис. 1. Схема разработки грунта шнекороторными экскаваторами:

1 – шнек, 2 – ротор, 3 – конвейер

### Общее устройство и кинематические схемы

Экскаваторы ЭТР-201А и ЭТР-201Б предназначены для рытья каналов или траншей глубиной до 2 м, ширину по дну от 0,8 до 1,5 м с крутизной откосов, 1:1, 1:1,25 и 1:1,5 в грунтах 1-11 категорий без крупных каменистых включений.

Экскаватор выполнен на базе траншейного роторного экскаватора ЭР-7АМ, у него полностью унифицированы тягач, навеска рабочего оборудования, ротор, редуктор привода ротора и трансмиссия от тягача на рабочее оборудование.

После модернизации экскаватор ЭТР-201А получил индекс ЭТР-201Б. При модернизации усовершенствованы как рабочее оборудование, так и трансмиссия экскаватора.

В рабочем оборудовании переработаны зачистные устройства за шнеками и, роторами. Предусмотрена главная настройка машины на заданные параметры канала. Фиксирующий фланец блока конических редукторов выполнен с пазами, позволяющими плавно регулировать угол между выходным валом редуктора и шнеком; предусмотрены смотровые люки в блоках конических редукторов. Переработана конструкция механизма подъема рабочего органа: применены один центрально установленный гидроцилиндр подъема, двусторонний цепной привод и новая конструкция ползунов подъемного механизма.

Ряд конструктивных усовершенствований направлен на увеличение долговечности и надежности машин: усилены редукторы привода конвейеров, причем привод правого и левого конвейеров выполнен отдельным от соответствующего полуваала привода рабочего органа; усилен редуктор отбора мощности и конические редукторы; изменена конструкция крепления опорных роликов конвейеров.

Экскаватор представляет собой полуприцепную к тягачу машину. В качестве тягача служит перекомпонованный трактор Т-100М с удлиненной ходовой частью, полностью унифицированный с тягачом экскаватора ЭР-7АМ.

Рама 10 рабочего органа экскаватора опирается передним концом на тягач 2 с помощью ползунов, перемещающихся в направляющих 5. Передняя опора рамы 10 поднимается и опускается цепным механизмом 4, который приводится в действие гидроцилиндрами 3. Задней опорой 12 рамы служат два пневматических колеса. Постепенное заглубление или выглубление рабочего органа осуществляют изменением положения передней опоры рамы 10. При подъеме передней опоры рамы 10 рабочий орган до необходимой глубины копания, после чего переднюю опору рамы фиксируют

относительно направляющих 5. В транспортном положении переднюю опору рамы 10 фиксируют в крайнем верхнем положении. На раме 10 рабочего органа закреплена рама 16, на которую через катки 15 опирается ротор 17. Мощность с тягача на ротор передают цепные передачи 18, поддерживаемые шарнирными тягами 6.

Сбоку ротора 17 расположены шнеки 14, которые приводятся во вращение коническими редукторами 9. Разработанный грунт конвейеры 7 выносят в отвал. За ротором 17 и шнеками 14 расположены зачистные устройства 11 и 13, окончательно профилирующие сечение канала.

Техническая характеристика шнекороторных экскаваторов

Показатели	ЭТР-201А ЭТР-201Б	ЭТР-206	ЭТР-301
Размеры отрываемых каналов и траншей, м: Глубина наибольшая Ширина по дну	2 0,8; 1; 1,2; 1,5.	2 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,5.	3 1,5; 2; 2,5.
Крутизна откосов	1:1; 1:1,25; 1:1,5.	1:1,25; 1:1,5*; 1:1,75; 1:2	1:1; 1:1,5; 1:1,75
Базовый трактор	Т-100М с использованием узлов экскаватора Р-7АМ	Т-130Г с использованием узлов экскаватора ЭТР-204	Т-180Г перекомпонован ный
Мощность силовой установки, кВт	80	118	200
Рабочее оборудование	полуприцепное	полуприцепное	прицепное
Техническая производительность, м <sup>3</sup> /ч	250	300	750
Трансмиссия	Механическая	механическая и гидравлическая	электрическая
Ротор: Вместимость ковша, м Диаметр, м Скорость резания, м/с	90 3,5 1,75	140 3,56 1,44; 1,75	190 5,09 1,21; 1,67
Шнеки: Наибольший диаметр, м Скорость на наибольшем диаметре, м/с	1,15 1,89	1,15 1,5; 1,8	1,4 2,19
Конвейеры: Длина, м Ширина ленты, мм Скорость ленты, м/с	6 650 3,48	6 800 3,15; 3,8	8 800 5,25
Скорость передвижения: Рабочие, м/ч Транспортные, км/ч	19,4-195** 0,89-3,43	10-300 1,87-6,17	5-123 3; 4,8
Габаритные размеры в транспортном положении Длина, мм Ширина, мм Ширина без шнеков и конвейеров, мм Высота, мм	11500 12300 3200 4200	12400 12300 3200 3800	24000 20500 5160 6100
Масса машины, кг	35000	37000	77000

\*Экскаватор ЭТР-206 при крутизне откосов 1:1,5 отрывает каналы глубиной до 1,7 м, а при крутизне 1:2 – до 1,5 м

**\*\*Двенадцать скоростей**

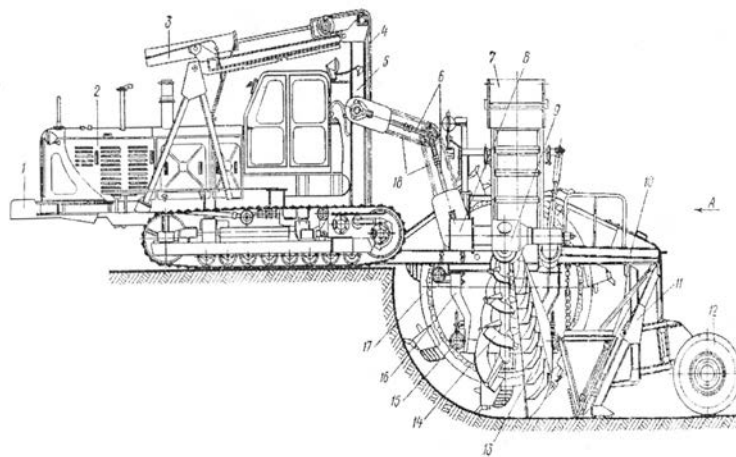


Рис. 2. Шнекороторный экскаватор ЭТР-201Б:

1 – противовес, 2 – тягач, 3 – гидроцилиндры подъема рабочего органа, 4 – механизм подъема рабочего органа, 5 – направляющие, 6 – шарнирные тяги, 7 – конвейер, 8 – вал привода рабочего органа, 9 – редуктор привода шнека, 10 – рама рабочего органа, 11,13 – зачистные устройства за ротором и шнеком, 12 – задняя опора, 14 – шнек, 15 – каток, 16 – рама ротора, 17 – ротор, 18 – цепная передача

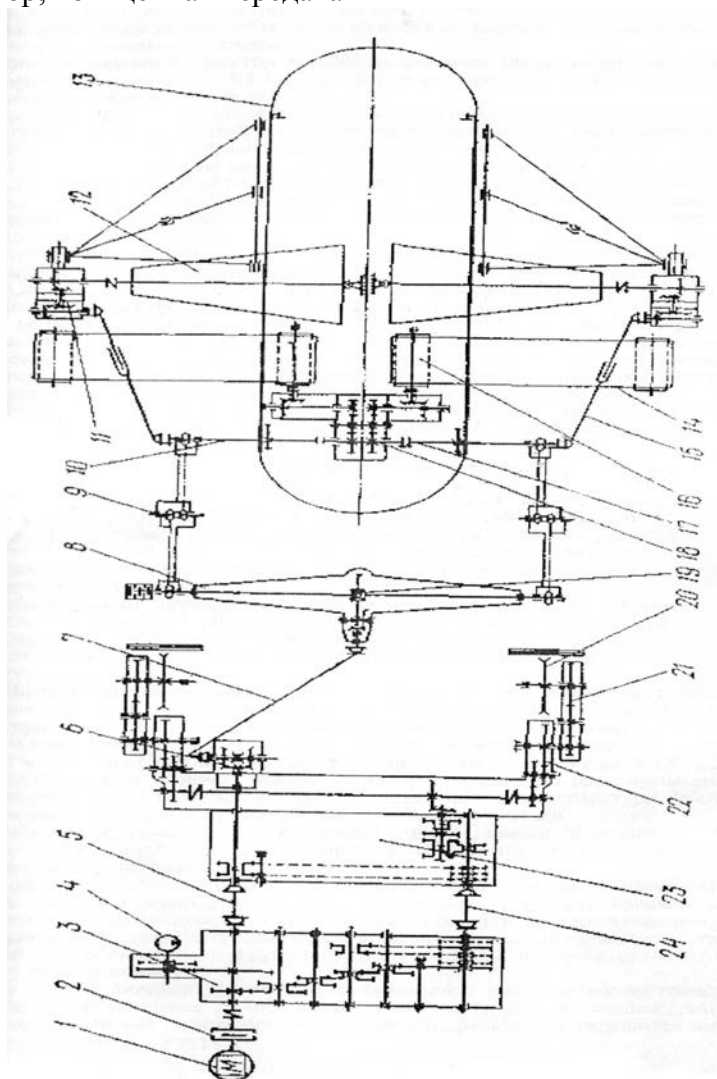


Рис. 3. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-201Б:

1 – двигатель, 2 – муфта сцепления, 3 – коробка дополнительных передач, 4 – насос, 5, 7, 24 – карданные валы, редукторы: 6 – отбора мощности, 8 – привода рабочего органа с предохранительной муфтой, 9 – цепная передача, 10 – вал привода рабочего органа,

редукторы: 11 - привода шнеков, 18 – привода конвейеров, 22 – бортовой трактора Т-100М, 12 – шнек, 13 – ротор, 14 – конвейер, 15 – телескопический вал привода шнека, 16 – приводной барабан конвейера, 17 – цепная муфта, 19 – дифференциальный механизм, 20 – ведущая звездочка гусеничного хода, 21 - бортовая передача, 23 – коробка передач Т-100М

Экскаватор ЭТР-201Б имеет одномоторный привод (рис. 3). От двигателя 1 через муфту сцепления 2 и трехступенчатую коробку 3 дополнительных передач движение передается карданным валом 5 коробке передач 23 трактора. От коробки передач 23 через бортовые редукторы 22 трактора и дополнительную бортовую передачу 21 приводится во вращение ведущая звездочка 20 гусеничного хода. Экскаватор может двигаться на одной из двенадцати рабочих скоростей (три ступени в дополнительной и четыре в тракторной коробке).

Движение на вал 10 привода рабочего органа передается от редуктора отбора мощности 6 через карданный вал 7, редуктор привода рабочего органа 8 и цепные передачи 9. Вал привода рабочего органа служит для передачи вращения ротору 13, шнекам 12 и конвейерам 14. От концов полувалов через муфты, телескопические валы 15 и редукторы 11 получают вращение шнеки 12. От редуктора 8 вращение сообщается приводным барабанам 16 ленточных конвейеров 14. Равномерное распределение крутящего момента на полувалы ротора достигается благодаря дифференциальному механизму 19 в редукторе привода ротора.

На выходном валу редуктора 8 привода рабочего органа расположена предохранительная муфта, защищающая трансмиссию от поломок во время перегрузок, возможных при встрече ротора или шнеков с труднопреодолимым препятствием.

**Шнекороторный экскаватор ЭТР-206** предназначен для разработки каналов и траншей глубиной до 2 м, шириной по дну от 0,6 до 1,5 м, с крутизной откосов от 1:1,25 до 1:2 в грунтах 1-3 категорий без крупных каменистых включений.

По сравнению с экскаватором ЭТР-201Б новая машина имеет ряд отличительных особенностей, которые позволили улучшить ее технико-экономические показатели. Основным из них являются: увеличенная мощность двигателя; гидравлический привод рабочего передвижения, способствующий более полному использованию мощности двигателя и облегчающий условия труда машиниста; увеличенные ширина конвейеров и число ковшей ротора; расширение диапазона ширин по дну отрываемых каналов.

Рабочее оборудование экскаватора состоит из ротора, двух наклонных конических шнеков и двух отвальных конвейеров. Передней опорой рабочего оборудования служит тягач экскаватора ЭТР-204, задней – сдвоенные колеса, идущие по дну канала.

Выглубление и заглубление рабочего оборудования производятся подъемом и опусканием его передней опоры, для чего используют гидроцилиндр, цапфы которого присоединены к поворотной раме рабочего оборудования, а головка штока – к неподвижной балке рамы тягача.

Примененная конструкция установки шнеков и зачистных устройств за ними значительно снижает трудоемкость и сокращает время переналадки машины с одного параметра канала на другой.

На экскаваторе ЭТР-206 достигнуто значительное улучшение эргономических показателей за счет использования в качестве силового агрегата трактора Т-130: металлическая кабина установлена на резиновых амортизаторах и оборудована поддресорными сиденьями, вентилятором с пылеотделителем, обогревателем, стеклоочистителем, солнцезащитным козырьком.

Экскаватор ЭТР-206 имеет одномоторный привод (рис. 4). От двигателя 1 через муфту сцепления и тракторную коробку передач 2 движение передается ведущему мосту 3 и раздаточному редуктору 8. В трансмиссию бортовых редукторов трактора введены дополнительные понижающие редукторы 10.

Транспортное передвижение экскаватора производится на одной из скоростей трактора.

Рабочие скорости передвижения обеспечиваются гидромеханическим ходоуменьшителем, состоящим из насоса 6 регулируемой подачи, насоса подпитки 5,

раздаточного редуктора 8 и гидромотора 9. Крутящий момент от гидромотора 9 передается через раздаточный редуктор 8 промежуточному валу тракторной коробки передач 2, далее ведущему мосту 3 и через дополнительные бортовые редукторы 10 – ведущим звездочкам 4 гусеничного хода.

Привод рабочих органов механический и осуществляется от раздаточного редуктора 8 через муфту предельного момента 7, дифференциальный редуктор 12 и цепные передачи 11. Ротор 22 приводится во вращение через цилиндрические редукторы 13, полувалы 14 и ведущие шестерни 15. Ведущие барабаны 18 конвейеров получают вращение от редуктора 16, привод шнеков 20 производится через телескопические валы 17 и редукторы 19.

**Шнекороторный экскаватор ЭТР-301** предназначен для открытия каналов или траншей глубиной до 3 м с шириной по дну 1,5; 2 и 2,5 при крутизне откосов 1:1; 1:1,5 и 1:1,75 в грунтах 1-11 категорий с каменистыми включениями диаметром не более 300 мм.

Машина состоит из самоходного силового агрегата-тягача 1 и прицепной рабочей части-экскаватора. Тягач выполнен на базе перекомпанованного трактора Т-180Г. Двигатель и кабина трактора вынесены вперед, за ними расположен кузов 2, в котором размещены дизель-генераторная станция 3, гидропривод рабочего хода, компрессор 13 и электрическая аппаратура. Рабочее оборудование экскаватора выполнено в виде прицепа к тягачу и имеет пневмоколесный ход.

Рабочее оборудование включает в себя ротор 11, шнеки 10, рушители 12, питатели 20 и конвейеры 6. Ротор 11 имеет двухрядное расположение ковшей, наличие сменных уширителей позволяет открывать каналы различной ширины по дну.

Конические ленточные шнеки 10 с режущими элементами обеспечивают разработку грунта вдоль откосов канала и транспортируют грунт вниз к ротору 11, который ковшами захватывает грунт и разгружает его на ленточные питатели 20. Для разработки каналов различных сечений в конструкции экскаватора предусмотрена возможность установки шнеков 10 на разную крутизну откосов. Установленные на экскаваторе справа и слева рушители 12 уменьшают влияние обрушения грунта на равномерность работы рабочего оборудования.

Ленточные питатели 20 и отвальные конвейеры 6, имеющие общий привод 18, транспортируют грунт в отвалы, расположенные по обе стороны канала: грунт из ковшей ротора 11 попадает в бункер, установленный над питателями 20, сыпается на питатели и передается ими на конвейеры 6. Подъем и опускание передней и задней опор осуществляются механизмами 16 и 17, поперечная стабилизация экскаватора обеспечивается специальным механизмом 14. Экскаватор оборудован системами автоматизации выдерживания заданных глубины и уклона дна канала, а также вертикального положения рабочего оборудования экскаватора.

Экскаватор ЭТР-301 имеет много моторный электрический привод всех механизмов от собственной дизель-генераторной станции. При транспортных переездах машины используется не дизель-генераторная станция, а двигатель тягача.



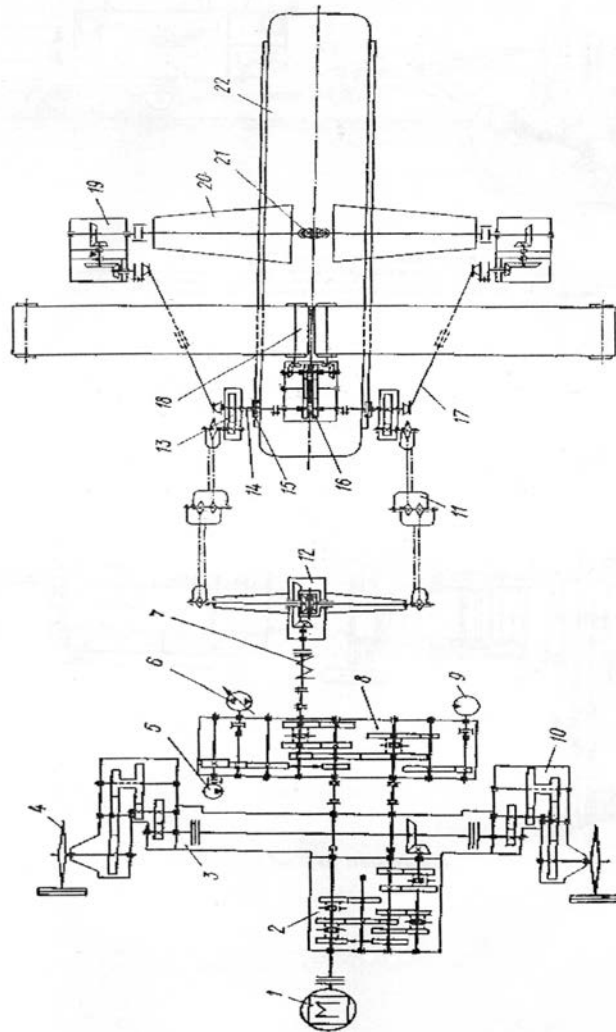


Рис. 4. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-206:

1-двигатель; 2-коробка передач трактора Т-130; 3-ведущий мост трактора; 4-ведущая звездочка гусеничного хода; насосы: 5-подпитки, 6-регулируемой передачи; 7-муфта предельного момента; редукторы: 8-раздаточный, 10-дополнительный бортовой, 12-дифференциальный, 13-привода ротора, 16-привода конвейеров, 19-привода шнеков; 9-гидромотор рабочего передвижения; 11-цепная передача; 14-полувал привода рабочих органов; 15-ведущая шестерня ротора; 17-телескопический вид привода шнека; 18-ведущий барабан конвейера; 20-шнек; 21-нижняя опора шнека; 22- ротор.

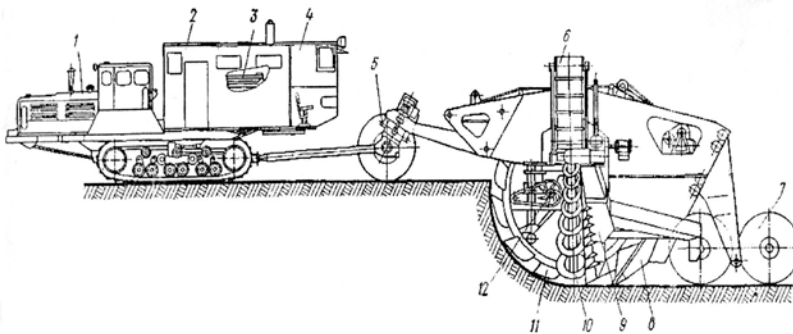


Рис. 5. Шнекороторный экскаватор ЭТР-301:

1-тягач; 2-кузов; 3-дизель-генераторная станция; 4-кабина машиниста; 5, 7-передняя и задняя опоры; 6-отвальный конвейер; 8, 9-зачистные устройства за ротором и шнеком; 10-шнек; 11-ротор; 12-рушитель; 13-компрессор; 14-механизм поперечной стабилизации; 15-рама; 16, 17-механизм подъема задней и передней опор; 18, 19-приводы конвейеров и шнека; 20-питатель.

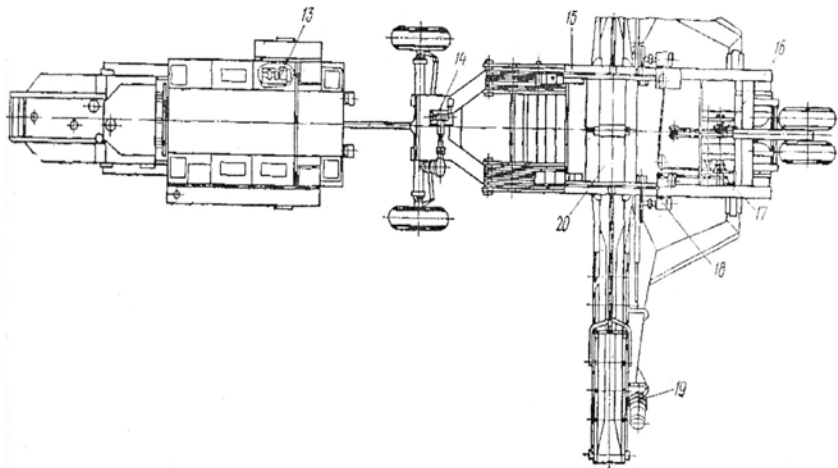


Рис. 6. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-301:

Приводы: I-рабочего хода, II -насоса, III-механизма поперечной стабилизации, IV-ротора, V -конвейеров, VI-подъема передней опоры, VII-подъема задней опоры; 1, 6, 13, 17, 20, 25, 30, 34-электродвигатели; 2-насос; 3-коробка передач трактора; 4-ходовоуменьшитель; 5-дизель Д-180; 7-насос переменной передачи; 8-гусеница; редукторы: 9-бортовые, 14-сдвоенный червячный, 15-конический, 16-привода ротора, 18-привода шнека, 27, 31-червячные, 29, 33-двухступенчатые цилиндрические; 10-гидромотор; 11-винтовой механизм поперечной стабилизации; 12-передний мост; 19-ротор; 21,35-полиспасты механизмов подъема передней и задней опор; 27-шнек; 23-рушитель; 24-питатель; 28, 32-лебедки передней и задней опор; 36-задняя опора.

#### **Рабочее оборудование**

Рабочее оборудование шнекороторных экскаваторов включает в себя раму, ротор, шнеки, отвальные конвейеры, зачистное устройство за ротором, зачистное устройство за шнеками и раму задней опоры.

Конструкцию рабочего оборудования рассмотрим на примере рабочего оборудования экскаваторов ЭТР-201Б (ЭТР-201А).

*Рама* сварная, на ней смонтированы все элементы рабочего оборудования и к ней крепится рама ротора. На раме ротора нижними основаниями укреплены шнеки и установлены регулируемые ролики, на которых вращается ротор.

*Ротор* предназначен для разработки прямоугольной части профиля канала и для выноса всего разработанного грунта (ротором и шнеками) на отвальные конвейеры.

Ротор экскаватора унифицирован с ротором траншейного экскаватора ЭР-7АМ (см. рис. 119).

*Шнеки* ленточные конические служат для разработки грунта вдоль откосов канала и транспортирования разработанного грунта к ковшам ротора. Каждый шнек представляет собой сварную конструкцию, основой которой является труба 8. К спиральной ленте 9 шнека приварены кронштейны 6, к которым болтами крепятся режущие элементы-ножи 7. При вращении шнеков режущие элементы перекрывают друг друга и разрабатывают грунт по всей длине откоса. Спиральная лента 9 шнека в процессе резания не участвует, а служит лишь для транспортирования разработанного грунта. В зависимости от крутизны откосов и ширины канала по дну используют только основную или основную и дополнительную 5 части шнека.

Регулирование положения опор шнека дает возможность рыть каналы с различными крутизной откосов и шириной по дну. При установке шнеков на определенную крутизну откосов и ширину канала по дну необходимо установить и отрегулировать следующее: длину шнека, положение нижней опоры, длину телескопической рамы 3, винтовой тяги 1 и вала 2 привода шнека. Нижним концом шнек опирается на шаровую опору 10, что позволяет изменять угол наклона шнека; верхним концом через зубчатую муфту прикрепляется к редуктору 4 его привода. В подвешенном положении шнек удерживается телескопической

рамой 3 и винтовой тягой 1. Для изменения ширины канала по дну шаровую опору 10 крепят к раме непосредственно или через промежуточный кронштейн 11. Шаровую опору крепят к кронштейну 11, а кронштейн 11-к раме ротора через соответствующие трупы отверстий в зависимости от профиля канала.

Установив и отрегулировав шнек, проверяют угол между осью шнека и осью выходного вала редуктора 4-он не должен превышать 1°. Регулируют этот угол при ослабленных болтах крепления 1 редуктора 4 к раме 3 шнека путем поворота корпуса редуктора. После достижения минимального угла затягивают и застопоривают болты крепления.

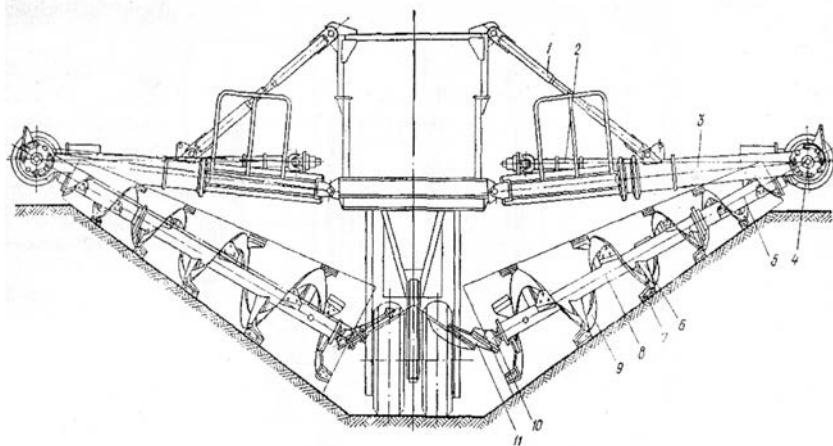


Рис. 7. Установка шнеков:

1-винтовая тяга, 2-телескопический вал, 3-рама шнека, 4-редуктор привода шнека, 5-дополнительная часть шнека, 6-кронштейн, 7-нож, 8-труба, 9-спиральная лента, 10-шаровая опора, 11-промежуточный кронштейн.

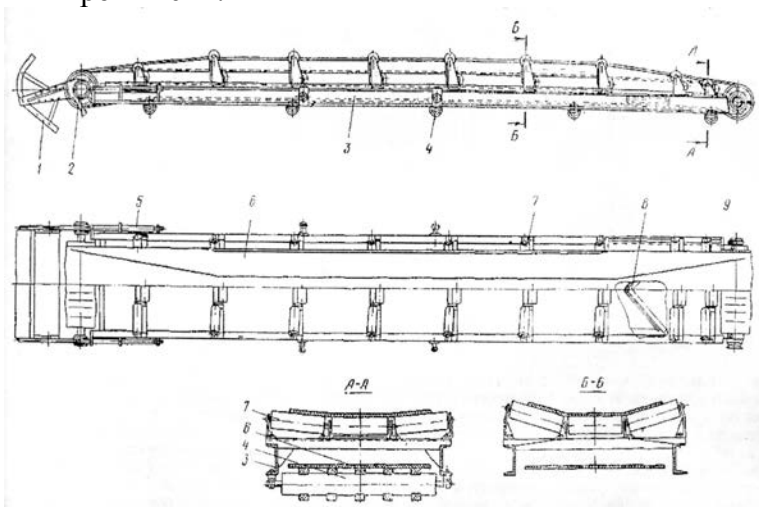


Рис. 8. Конвейер:

1-щиток, 2, 9-ведомый и ведущий барабаны, 3-рама, 4, 7-нижняя и верхняя роликоопоры, 5-натяжное устройство, 6-лента, 8-очиститель ленты.

При настройке экскаватора на разработку каналов различного профиля изменяют длину телескопического вала 2 привода шнека за счет вставок. Отрегулировав угол между осью шнека и осью выходного вала редуктора 4, регулируют угол между осью телескопического вала 2 и осью входного вала редуктора 4: ослабляют болты крепления фланцев корпусов (разъем редукторов) и поворачивают корпус входного вала до получения минимального угла.

*Зачистное устройство* также настраивают на различную крутизну откосов и ширину канала по дну. Рама зачистного устройства за ротором сварена из швеллеров и угольников и зашита сплошным листом. К ней прикрепляют левый и правый щиты трапециидальной формы, подвижность которых обеспечивается направляющими. В зависимости от профиля

канала щиты раздвигают и закрепляют болтами. По бокам щитов навешивают правый и левый щитки, зачищающие откосы канала. Один конец щитка шарнирно закрепляют на щите, а другой через тросовую оттяжку с талрепом крепят к раме ротора в различных положениях в зависимости от профиля канала.

Зачистное устройство шнеками предназначено для зачистки неровностей, оставляемых шнеками на откосах канала. Оно представляет собой металлоконструкцию из листовой стали с ребрами и крепится бугелями к раме шнека. Зачистное устройство настраивают на различную крутизну откосов одновременно с регулировкой шнеков.

*Рама задней опоры* представляет собой сварную металлоконструкцию из швеллеров, крепится болтами к раме ротора. Спереди на нее навешивают зачистное устройство за ротором, сзади имеется кронштейн, в котором крепится вертикальная ось сдвоенных задних колес рояльного типа. При движении экскаватора назад во избежание поломки задние колеса фиксируют от вращения вокруг вертикальной оси стопорным пальцем, который при движении экскаватора вперед и при работе снимают.

### **Трансмиссия**

Трансмиссия шнекороторного экскаватора обеспечивает передачу движения на ходовое устройство и рабочее оборудование.

Рабочие и транспортные перемещения экскаватора ЭТР-301 осуществляется тягачом. При движении на транспортных скоростях используется двигатель базового тягача бесступенчатое регулирование рабочих скоростей обеспечивается гидромеханическим ходоуменьшителем.

Все механизмы рабочего оборудования экскаватора ЭТР-301 имеют индивидуальные приводы от собственных электродвигателей, всего в системе привода рабочего оборудования используется пять электродвигателей (один для привода ротора и рушителей и по два привода шнеков и конвейеров), цилиндрические, конические и комбинированные редукторы.

Редуктор привода ротора экскаватора ЭТР-301 состоит из редуктора 2 заднего моста автомобиля КраЗ-257, прифланцованного к корпусу основного редуктора 1. Вращение ротору от двигателя 5 передается через редуктор 2 и дифференциальный механизм 6 автомобиля КраЗ-257, служащий для выравнивания моментов, передаваемых на ротор звездочками 8 и 10. К звездочкам 8 и 1 болтами прикреплены звездочки 9 и 11 привода рушителей.

Редуктор привода ротора обеспечивает его вращение с двумя скоростями: 1,21 и 1,67 м/с. Переключают скорости зубчатыми муфтами 7 и 12. На промежуточном валу 3 между электродвигателем 5 и редуктором установлен вентилятор 4 для охлаждения электродвигателя.

Трансмиссия рабочего оборудования экскаваторов ЭТР-201Б (ЭТР-201А) и ЭТР-206 включает в себя карданные валы, редуктор привода рабочего органа с предохранительной муфтой, цепные передачи, вал привода рабочего органа, редукторы привода шнеков и конвейеров. Редуктор привода рабочего органа, цепные передачи и вал привода рабочего органа экскаватора ЭТР-201А унифицированы соответствующими узлами экскаватора ЭР-7АМ. Вращение на отвальные конвейеры передается с вала привода рабочего органа через редукторы привода конвейеров. Конический редуктор привода конвейеров экскаватора ЭТР-201А получает вращение через полумуфты от левого или правого полуваля вала привода рабочего органа и через цепную полумуфту передает вращение цилиндрическому раздаточному редуктору.

На экскаваторе ЭТР-201Б установлен привод конвейеров с разделенным потоком мощности на левый и правый конвейеры. Вращение левому конвейеру сообщается от левого полуваля 3 через муфту 5, а правому конвейеру от правого полуваля 8 через муфту 13. Обе цепные муфты 5 и 13 постоянно замкнуты. Между полувалями расположен редуктор 6 привода конвейеров. Полуваля вращаются в сферических подшипниках 12 и 14, опирающихся на раму 11 ротора.

Полувал 3 через звездочку 2 получает вращение от левой полуоси, а полувал 8 через звездочку 9 от правой полуоси редуктора привода ротора. Крутящий момент распределяется на оба полуваля равномерно благодаря дифференциальному механизму, имеющемуся в

редукторе привода редуктора. Сидящие на полувалах 3 и 8 шестерни 4 и 7 входят в зацепление с зубчатыми рейками ротора и приводят его во вращение.

Редуктор привода конвейера экскаватора ЭТР-201Б передает вращение от вала привода рабочего органа на ведущие барабаны конвейеров. Вращение от левого полувала привода ротора передается редуктору через полумуфту 2, а от правого полувала через полумуфту 3. Корпус 5 редуктора объединяет две цепочки цилиндрических и конических шестерен: одна из них передает вращение от полумуфты 2 и входного полувала 1 к сидящей на левом выходном валу полумуфте 11 привода левого конвейера; другая от полумуфты 3 и входного полувала 4 к сидящей на правом выходном валу полумуфте 9 привода правого конвейера. Конические подшипники на промежуточных валах 7 регулируют гайками 6, а подшипники на выходных валах-гайками 10. Зацепление конических шестерен регулируют прокладками 8.

Шнеки экскаватора приводятся карданными валами от вала рабочего органа через двухступенчатые конические редукторы. Вращение шнеку 16 передается от карданного вала через входной вал 1, конические шестерни 20 первой ступени, промежуточный вал 8, конические шестерни 9 второй ступени, выходной вал 12 и зубчатую муфту 14, которая является верхней опорой шнека 16. Корпуса 5 и 7 входного и выходного валов редуктора соединены между собой подвижно болтами 19, что обеспечивает возможность регулирования углов между осями телескопического вала и входного вала редуктора и между осями выходного вала редуктора и шнека.

Редуктор шнека и сам шнек 16 удерживаются рамой шнека и винтовой тягой. Винтовая тяга одним концом через проушину и палец соединяется с рамой шнека, а другим-с порталом рамы ротора. Конический редуктор крепится к раме шнека пальцем 11.

Конические шестерни 20 регулируют прокладками 3 и 18, а шестерни 9 – прокладками 10 и 17. Конические подшипники вала 1 регулируют прокладками 2, вала 8 – прокладками 6 и вала 12 – прокладками 10 и 13.

#### **Управление**

Управление экскаваторами ЭТР-201Б (ЭТР-201А) при транспортных переездах не отличается от управления трактором Т-100М, а для ЭТР-206 от управления трактором Т-130.

В кабине кроме рычагов управления трактором установлены дополнительные рычаги управления экскаваторным оборудованием: переключением дополнительной коробки передач, рабочим ходом экскаватора, включением ротора, включением насоса, гидрораспределителем и фиксатором подъемного механизма. Расположение и назначение рычагов управления такие же, как и на экскаваторах ЭР-7АМ (для ЭТР-201Б) ЭТР-204 (для ЭТР-206).

Для пуска экскаватора в работу выполняют следующее:

при выключенной муфте сцепления включают масляный насос, приподнимают гидроцилиндром переднюю часть рабочего органа, освобождают фиксатор и опускают переднюю часть рабочего органа до соприкосновения ковшей с грунтом;

выключают муфту сцепления;

включают редуктор привода ротора на прямой ход ротора;

включают рычаг рабочего хода;

устанавливают первую рабочую скорость рычагами тракторной и дополнительной коробок;

включают муфту сцепления

Экскаватор начинает движение на первой рабочей скорости с вращающимся ротором, шнеками и конвейерами.

Рабочий орган заглубляют в грунт путем опускания переднего 1 конца его рамы при непрерывном движении экскаватора вперед на первой рабочей скорости. При этом заглубление рабочего органа происходит по наклонной плоскости-аппарели. Аппарель должна быть ровной без ступенек, длина ее при глубине канала 2 м должна составлять И-10 м. После заглубления раму рабочего органа необходимо зафиксировать. Выглубляют рабочий орган путем подъема переднего конца его рамы.

Для выдерживания заданного направления канала машинист должен совмещать визиры, имеющиеся на пробке радиатора и переднем стекле, с вешками, установленными по трассе. Экскаватор может работать и на криволинейных участках канала, причем радиус заглубления канала должен быть не менее 50 м. При подходе экскаватора к началу кривой начинают постепенные развороты, чтобы выйти на новое направление. Во время копания по кривой пользоваться тормозами запрещается, поворот осуществляют кратковременными выключениями одного бортового фрикциона.

Экскаватором ЭТР-301 при транспортных переездах управляют из кабины тягача так же, как трактором Т-180Г.

Во время работы экскаватором управляют из кабины машиниста, где установлены пульты управления гидромеханическим ходоуменьшителем, ротором, шнеками, конвейерами, подъемом передней и задней опор. Заглубление рабочего органа экскаватора, изменение глубины и выдерживание заданного уклона дна канала осуществляют подъемом и опусканием передней опоры. Необходимое расположение зачистных устройств экскаватора для получения требуемой чистоты сечения канала при наименьшем тяговом усилии обеспечивается электролебедкой задней опоры. Экскаватор оборудован двумя системами автоматики: первая позволяет автоматически выдерживать заданную глубину и уклон дна канала, вторая с помощью механизма поперечной стабилизации ликвидирует боковой крен машины.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для каких видов работ предназначены шнекороторные экскаваторы?
2. Назовите главный параметр шнекороторных экскаваторов?
3. Какие вы знаете виды основного рабочего оборудования шнекороторных экскаваторов?
4. Назовите основные параметры рабочего оборудования экскаваторов.
5. Какие вы знаете основные механизмы шнекороторных экскаваторов?
6. Какие основные технические характеристики шнекороторных экскаваторов вы знаете?

## **Лабораторная работа № 4**

### **Роторные траншейные экскаваторы**

Цель работы: Изучение устройства роторных траншейных экскаваторов.

Задание:

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу роторных траншейных экскаваторов, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство роторных траншейных экскаваторов, их рабочий процесс.

Порядок выполнения:

**Общие сведения**

Роторные траншейные экскаваторы предназначены для рытья траншей под газопроводы, нефтепроводы, водопроводы, кабели связи, трубопроводы канализации, теплофикации, дренажа и других коммуникаций. Рабочим органом этих экскаваторов

является ротор, состоящий из двух или трех колец, к наружным граням которых жестко прикреплены ковши.

По сравнению с цепными траншейными экскаваторами роторные имеют следующие преимущества: более высокий КПД и, следовательно, менее энергоемкий процесс разработки грунта из-за отсутствия цепей, работающий в абразивной среде; более высокая производительность благодаря повышенному числу ссыпок, 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. 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. Самые крупные роторные экскаваторы предназначены для рыть траншей глубиной до 3 м.

Роторные экскаваторы применяют главным образом для разработки траншей большой протяженности с большими объемами земляных выемок преимущественно вне населенных пунктов, когда не требуется частой переброски с одного участка на другой.

Роторный траншейный экскаватор (рис.1) в обычном исполнении является самоходной машиной и состоит из двух основных частей: тягача и рабочего оборудования. Тягач имеет ходовое устройство 2, силовое оборудование 1, раму для монтажа оборудования, трансмиссию, механизм 3 подъема рабочего оборудования и кабину машиниста с механизмами управления. В качестве тягачей используют обычно переоборудованные тракторы. Рабочее оборудование включает в себя ротор 7 с ковшами или скребками и конвейер 6 с приводными механизмами.

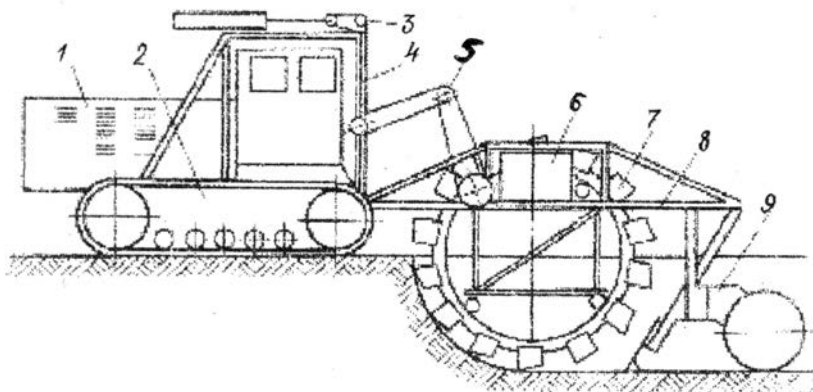


Рис. 1. Роторный траншейный экскаватор

1 – силовое оборудование, 2 – ходовое устройство, 3 – механизм подъема рабочего оборудования, 4 – рама экскаватора, 5 – трансмиссия, 6 – конвейер, 7 – ротор, 8 – рама рабочего органа, 9 – задняя опора рабочего органа

В процессе работы экскаватора ковши, расположенные на вращающемся роторе, непрерывно разрабатывают грунт и выдают его на поперечный конвейер, откуда он поступает в отвал или транспортные средства. Непрерывная подача и напорное усилие на роторе создаются тягачом.

Привод ходового устройства, ротора и конвейера осуществляется от двигателя через трансмиссию. Для наилучшего приспособления режима работы экскаватора к свойствам разрабатываемого грунта в трансмиссии предусмотрено несколько рабочих скоростей передвижения, а иногда и скоростей вращения ротора и ленты конвейера.

Классификация роторных траншейных экскаваторов может быть произведена по следующим основным признакам: типу ходового устройства, способу соединения рабочего оборудования с тягачом, типу рабочего оборудования и трансмиссии.

По *типу ходового устройства* роторные траншейные экскаваторы подразделяются на экскаваторы на гусеничном, пневмоколесном и колесно-гусеничном ходу. Наиболее распространены экскаваторы на гусеничном ходу, обеспечивающие наилучшую проходимость.

По *способу соединения рабочего оборудования с тягачом* экскаваторы подразделяются на навесные, полуприцепные и прицепные. У полуприцепных экскаваторов рабочий орган спереди опирается на тягач, а сзади на дополнительную пневмоколесную тележку, рабочий орган навесных экскаваторов задней дополнительной опоры не имеет. Экскаваторы с навесным рабочим органом обладают большей маневренностью и мобильностью.

По *типу рабочего оборудования* роторные траншейные экскаваторы бывают с ковшевым и фрезерным рабочим оборудованием.

По *типу трансмиссии* экскаваторы подразделяются на машины с механической, гидромеханической и электрической трансмиссией.

Наибольшее распространение получили экскаваторы с одномоторным приводом и механической и гидравлической трансмиссией.

Техническая характеристика отечественных роторных экскаваторов, получивших наибольшее распространение, приведена в табл. 1.

Роторные траншейные экскаваторы широко применяются на строительстве нефте- и газопроводов. Для этой цели созданы экскаваторы типа ЭТ-7, ЭТР-204, ЭТР-223 на базе тракторов Т-100М и Т-130 и экскаваторы на базе тракторов Т-74 и ДТ-75, предназначенные для прокладки трубопроводов диаметром соответственно до 1220 и 529 мм. На строительстве мощных газопроводов диаметром 1420 мм и более используют экскаваторы ЭТР-231 и ЭТР-253А. Для прокладки кабеля связи созданы экскаваторы типа ЭТР-132Ж, выполненные на базе тракторов Т-180 и ЭТР-134 на тракторе ТТ-4.

Отличительной способностью отечественных роторных экскаваторов по сравнению с зарубежными является способность отрывать траншеи не только в талых, но и в мерзлых грунтах. Экскаваторы ЭТР-132Б, ЭТР-134, ЭТР-231 и ЭТР-253А могут работать при глубине промерзания грунта 1-1,5м. Остальные роторные экскаваторы отечественного производства работают при глубине промерзания 0,6-0,8м.

### **Тягач**

Тягачами отечественных роторных экскаваторов являются самоходные гусеничные машины, выполненные с использованием узлов серийно выпускаемых тракторов.

Тягач *экскаваторов типа ЭР-7* выполнен на базе трактора Т-100М. Изменения трактора заключаются в следующем: лонжероны рамы удлинены и двигатель вынесен вперед, в трансмиссию для получения рабочих скоростей введена дополнительная трехскоростная понижающая коробка передач; гусеничный ход расширен по колею; увеличена ширина башмаков гусениц; увеличена длина гусеничного хода; тележки гусениц с рамой тягача связаны жестко; установлен дополнительный топливный бак вместимостью 250л. Для соединения с рабочим органом на тягаче установлена специальная рама, на которой смонтирован механизм подъема рабочего органа.

Тягач *экскаваторов ЭТР-204, ЭТР-223 и ЭТР-224* создан на базе гидрофицированного трактора Т-130Г аналогично тягачу экскаваторов типа ЭР-7. Двигатель с его системами, коробка передач, кабина вместе с лонжеронами и задним мостом вынесены относительно гусеничного хода вперед. Гусеничный ход удлинен и расширен по колею, между бортовыми редукторами и ведущими звездочками введены дополнительные бортовые редукторы, число опорных катков гусеничных тележек увеличено с пяти до девяти. На гусеничных тележках крепятся рама и остов тягача. На верхнем поясе рамы размещены две пары гидроцилиндров подъема рабочего органа и гидроцилиндр подъема откидной секции конвейера.

Тягач *экскаватора ЭТР-161* сконструирован на базе трактора Т7409. В трансмиссию трактора для получения рабочего хода введена четырехступенчатая коробка передач, которая прифланцована к передней стенке коробки передач трактора.

Тягач *экскаватора ЭТР-162* выполнен на базе трактора ДТ-7502. В трансмиссию трактора для получения рабочих скоростей рабочего хода введен гидромеханический



ходоуменьшитель, достоинством которого является возможность бесступенчатого регулирования скорости передвижения экскаватора. Ходоуменьшитель фланцуется к передней стенке коробки передач трактора.

Для экскаватора ЭТР-132Б в качестве базовой машины используют трактор Т-180, на который устанавливают коробку отбора мощности и гидромеханический привод, обеспечивающий бесступенчатое изменение скоростей рабочего хода. Для уравнивания в передней части трактора устанавливают противовес.

Тягач экскаватора ЭТР-231 создан на базе узлов ходового устройства трактора Т-100М. По сравнению с трактором ходовое устройство экскаватора расширено по базе и значительно удлинено. На тягаче смонтирована собственная дизель-электрическая станция, состоящая из дизеля и генератора переменного тока мощностью 200 кВт. Привод всех механизмов осуществляется от индивидуальных электродвигателей. Для передвижения машины на тягаче установлена специальная коробка передач, позволяющая получить четыре транспортных и двенадцать рабочих скоростей.

Тягач экскаватора ЭТР-253 создан на базе трактора ДЭТ-250, который для этого значительно перерабатывают. Вместо электротрансмиссии постоянного тока введена механическая трансмиссия для передвижения на транспортных скоростях. Для получения рабочих скоростей с бесступенчатым их изменением применен регулируемый объемный гидропривод. На тягаче установлен генератор переменного тока мощностью 200 кВт, служащий для питания электродвигателей ротора и конвейера.

Тягач модернизированного экскаватора ЭТР-258А создан на базе трактора ДЭТ-250М, но без существенных переделок последнего. Рабочие скорости достигаются за счет введения в электрическую схему трактора ДЭТ-250М магнитного усилителя с обратными отрицательными и положительными связями. Регулирование скорости осуществляют путем изменения сопротивления в цепи отрицательной обратной связи по напряжению.

Переход с транспортной скорости на рабочую и обратно производят путем переключения обмоток генератора и включения и выключения магнитного усилителя.

### Трансмиссия

Отечественные роторные экскаваторы имеют механическую, гидромеханическую и электрическую трансмиссии.

**Механическую трансмиссию** рассмотрим на примере экскаватора ЭР-7АМ(рис. 2). Ходовое устройство приводится от двигателя 1 через муфту сцепления, дополнительную коробку передач 2, коробку передач 3 трактора Т-100М, главную передачу заднего моста, бортовые фрикционы и бортовые редукторы.

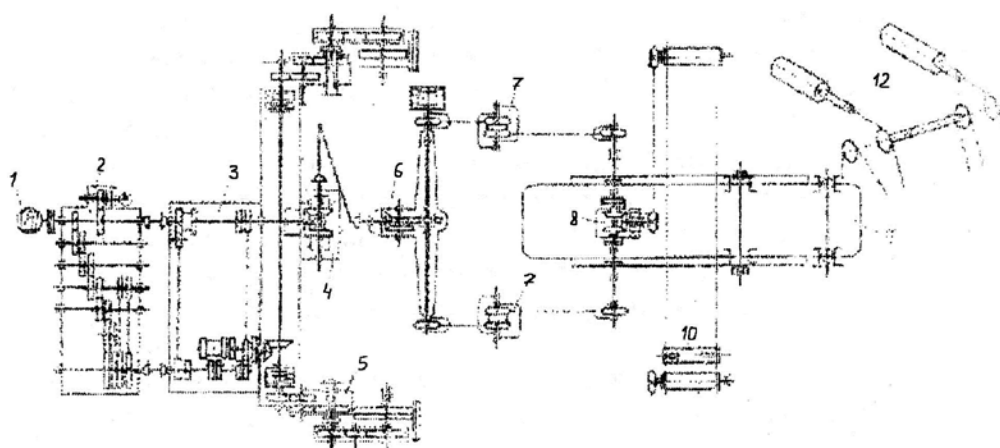


Рис. 2. Кинематическая схема экскаватора ЭР-7АМ:

1-двигатель; коробки передач: 2-дополнительная, 3-трактора; редукторы: 4-отбора мощности, 5-дополнительный бортовой, 6-привода ротора, 8-привода конвейера; 7- шарнирно-цепная передача; 9-приводной вал ротора; 12-гидравлический привод подъема рабочего оборудования

Дополнительная (рис. 2) и тракторная коробки передач соединены карданными валами - верхним и нижним. Транспортные скорости получают при выключенной дополнительной коробке, в этом случае движение передается от двигателя коробке передач трактора через верхний вал. Рабочие скорости получают при совместной работе обеих коробок, тогда движение передается через нижний вал. Сочетая четыре скорости тракторной коробки с тремя скоростями дополнительной коробки, получают двенадцать рабочих скоростей.

Механизм переключения скоростей, служащий для управления дополнительной коробкой передач, имеет блокировочное устройство, обеспечивающее включение дополнительной коробки только при нейтральном положении шестерни реверса тракторной коробки, а отключение - после установки всех ее передач в нейтральное положение.

В тракторной коробке передач введен узел присоединения промежуточного вала к нижнему карданному валу, для чего промежуточный вал коробки удлинен и на конце его, выведенном наружу, насажена полумуфта. От верхнего вала дополнительной коробки передач отбирается мощность для привода насоса механизма подъема рабочего органа.

Главная передача, бортовые фрикционы и бортовые редукторы трактора Т-100М используются на экскаваторе ЭР-7АМ без изменения. От бортовых редукторов вращение через дополнительные бортовые редукторы передается ведущим звездочкам гусеничного хода. Конечные трансмиссии используют в конструкции экскаватора для уширения базы тягача и удлинения гусеничного хода по сравнению с трактором Т100М.

*Рабочий орган* приводится от коробки передач 3 (см. рис. 2) трактора через редуктор 4 отбора мощности, редуктор 6 привода ротора, двухстороннюю шарнирную цепную передачу 7, приводной вал ротора и двухстороннюю открытую зубчато-реечную передачу. В качестве редуктора привода ротора используется задний мост автомобиля ЗИЛ-164 с незначительными изменениями.

Дифференциал заднего моста выполняет здесь функцию уравнивающего механизма, выравнивающего крутящие моменты на обеих сторонах ротора. Ведущие звездочки шарнирной цепной передачи 7 насажены на ступицах полуосей заднего моста, причем левая ступица соединена со своей полуосью жестко, а правая – с помощью предохранительной многодисковой фрикционной муфты.

Цепной привод ротора выполнен двухступенчатым шарнирным для сохранения расстояния между звездочками при изменении положения ротора.

Приводной вал ротора смонтирован на раме рабочего органа и состоит из левого и правого полувалов одинаковой конструкции. На внешних консолях полувалов крепятся ведомые звездочки цепного привода, а на внутренних квадратных участках – ведущие разъемные шестерни, входящие в зацепление с зубчато-реечными венцами ротора.

Конвейер приводится от редуктора, который размещен между двумя полувалами привода ротора и получает движение от одного из них через цепную муфту. Движение на редуктор может подаваться поочередно как от левого, так и от правого полувала, чтобы износ правой и левой реек был одинаков, для этого цепь с одной муфты перебрасывают на другую. Ведущий барабан конвейера приводится в движение от звездочки через цепную передачу. Управляют реверсом редуктора конвейера муфтой, рычаг включения которой расположен непосредственно на редукторе.

Трансмиссия *экскаватора ЭР-7Е* одинакова с описанной выше трансмиссией экскаватора ЭР-7АМ. В отличие от них на экскаваторе ЭТ-7П вместо одного редуктора привода конвейера установлены два конических редуктора, размещенные на полувалах привода ротора. Каждый редуктор получает движение от своего полувала и передает его через цепную передачу на один из ведущих барабанов конвейера. Реверс каждого редуктора осуществляется путем перестановки шестерен.

*Механизм рабочего оборудования* экскаватора типа ЭР-7 оснащен двумя цепными полиспадами для подъема и опускания передней и задней частей рабочего органа. Привод механизма подъема рабочего оборудования гидравлический (рис. 3) и состоит из гидробака 1, насоса 3, получающего вращение от дополнительной коробки передач, гидрораспределителя 4, установленного в кабине, и двух гидроцилиндров 7 и 8.

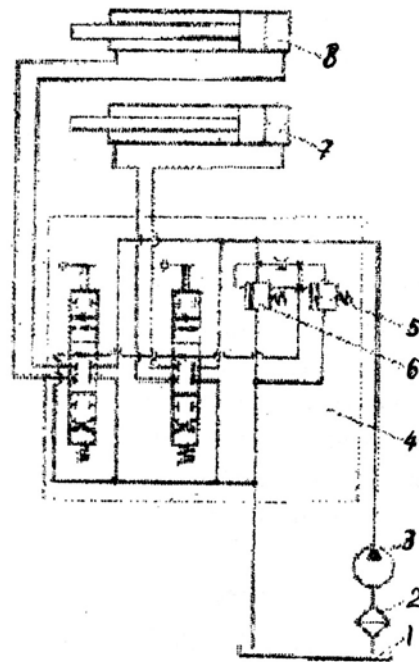


Рис. 3. Гидравлическая схема экскаваторов ЭР-7АМ:

1-гидробак, 2-фильтр, 3-насос, 4-гидрораспределитель, 5, 6-перепускной и предохранительный клапаны, 7, 8-гидроцилиндры

При подаче рабочей жидкости в ту или иную полость гидроцилиндров на цепях поднимается или опускается передняя (при работе гидроцилиндрами 7) или задняя (при работе гидроцилиндрами 8) часть рабочего оборудования на нужную высоту. Положение рабочего оборудования фиксируют храповым механизмом.

**В трансмиссии экскаваторов ЭТР-204 (рис. 4), ЭТР-223 и ЭТР-224** для получения бесступенчатых рабочих скоростей передвижения машины применен гидромеханический ходоуменьшитель, состоящий из насоса 8 регулируемой подачи, гидромотора 10 и понижающего раздаточного редуктора 7. Привод ротора и конвейера у этих экскаваторов механический и осуществляется аналогично экскаваторам типа ЭР-7.

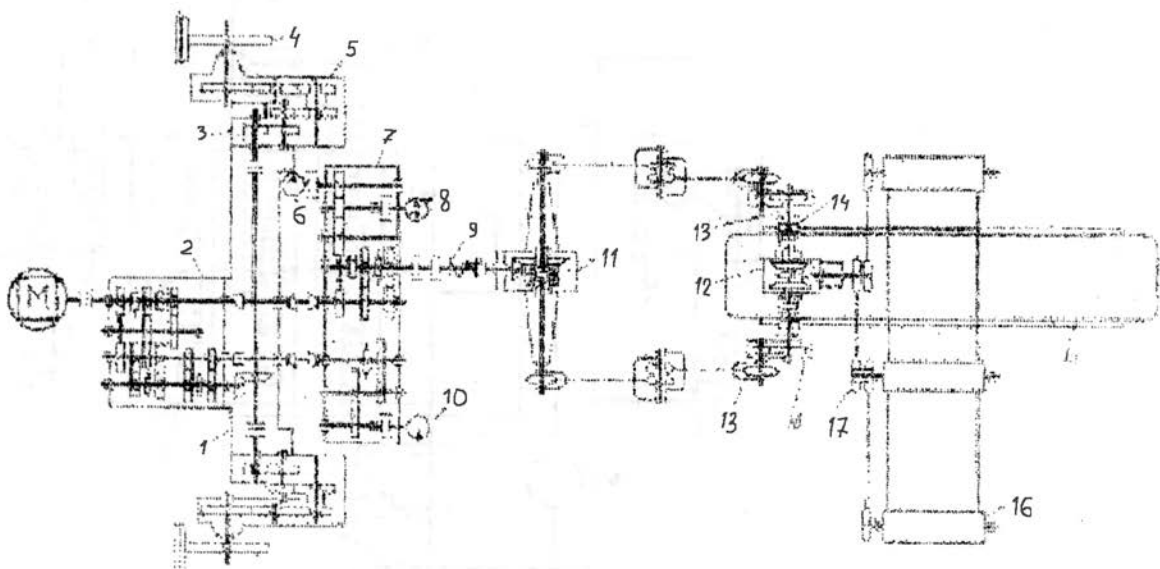


Рис. 4. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-204:

1-ведущий мост; 2-коробка передач трактора; редукторы: 3, 5-бортовые трактора и дополнительный, 7-раздаточный, 11, 12, 18-привода ротора, конвейера и вала ротора; 4-ведущая звездочка гусеничного хода; 6-подпиточный насос системы гидропривода хода; 8-насос регулируемой подачи; 9-предохранительная муфта; 10-гидромотор рабочего хода; 13-

полувалы привода ротора; 14-приводная шестерня ротора; 15-ротор; 16-конвейер; 17-цепной привод конвейера; 19-цепная шарнирная передача

Гидросистема подъема и опускания рабочего оборудования экскаваторов ЭТР-204, ЭТР-223 и ЭТР-224 (рис. 5,а) выполнена на базе гидросистемы трактора Т-130, от которой используют гидробак 1, фильтр 2, насос 8 и гидрораспределитель 3.

Для подъема передней части рабочего оборудования служат гидроцилиндры 5, задней- гидроцилиндры 7. Гидроцилиндром 6 поднимают и опускают откидную часть конвейера. Для уменьшения скорости опускания рабочего оборудования в сливных гидролиниях всех гидроцилиндров установлены дроссели 4 с обратными клапанами.

Гидравлический привод рабочего передвижения экскаваторов ЭТР-204,ЭТР-223 и ЭТР-224 выполнен (рис. 5,б) по схеме с замкнутой циркуляцией. Бесступенчатое регулирование скорости обеспечивается за счет применения аксиально-поршневого насоса 9 регулируемой подачи.

Для подпитки системы служит насос 10, который подает рабочую жидкость из бака 1 через обратный клапан 11, фильтр 2 и обратные клапаны 12 или 13 (в зависимости от направления движения экскаватора) в систему. Избыток рабочей жидкости через клапан 14 сливается в бак 1. Насосы 9 и 10 приводятся во вращение от раздаточного редуктора экскаватора. Для защиты гидросистемы служат предохранительные клапаны 15 и 16. Заполнение системы производится ручным насосом 18, который подает рабочую жидкость из бачка 19 в систему через фильтр 2.

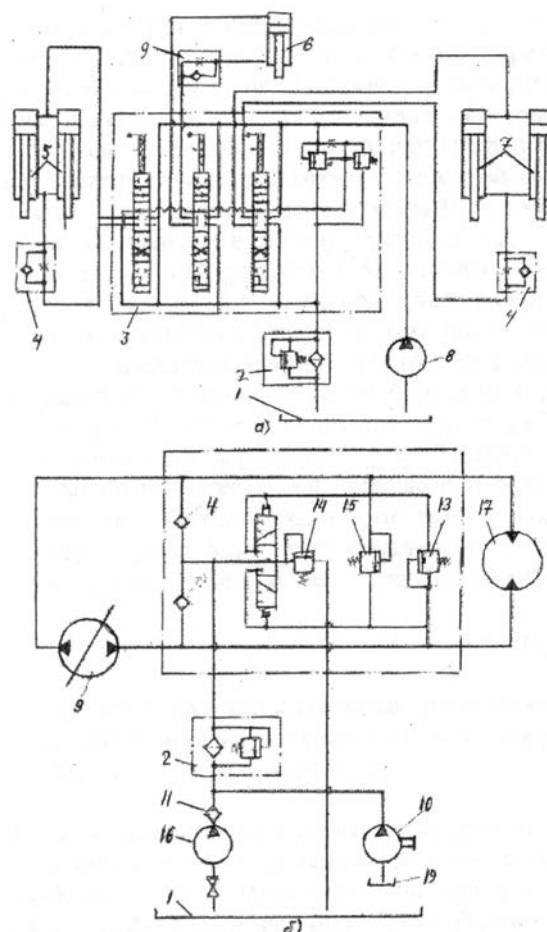


Рис.5. Гидравлические схемы подъема и опускания рабочего оборудования (а) и привода рабочего передвижения (б) экскаваторов ЭТР-203, 223 и ЭТР-224:

1-гидробак; 2-фильтр; 3-гидрораспределитель; 4-дроссель с обратным клапаном; 5, 7- гидроцилиндры; насосы: 8-тракторный, 9-регулируемой подачи, 10-подпиточный, 18- ручной; 11, 13-обратные клапаны; 14, 16-предохранительные клапаны; 17-гидромотор привода хода; 19-подпиточный бачок

Такой же привод рабочего передвижения имеют экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-406 и шнекороторный экскаватор ЭТР-206, тягачи которых выполнены на базе тягача экскаватора ЭТР-204.

Трансмиссия экскаватора ЭТР-161 механическая, сходная с трансмиссией экскаватора типа ЭР-7. Отличием трансмиссии экскаватора ЭТР-162 от трансмиссии экскаватора ЭТР-161 является бесступенчатое регулирование скоростей рабочего хода, что дает возможность наиболее рационально выбрать режим работы экскаватора в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого грунта. Для этой цели в трансмиссию трактора дополнительно введен ходоуменьшитель. Он фланцуется к передней стенке коробки передач трактора ДТ-7502.

### **Рабочее оборудование**

Рабочее оборудование роторных траншейных экскаваторов состоит из рамы, ротора, механизма подъема рабочего оборудования конвейера и зачистного устройства.

Рама выполняется четырехугольной или треугольной. По углам ее закреплены опорные и направляющие катки, на которых установлен вращающийся ротор. Рама закреплена шарнирно на ползунах, которые могут перемещаться по направляющим основной рамы тягача экскаватора. Шарнирное соединение обеспечивает поворот рабочего оборудования относительно тягача в вертикальной плоскости. На некоторых экскаваторах (например, ЭТР-253) рабочее оборудование соединено с тягачом универсальным шарниром, который обеспечивает поворот ротора относительно тягача, как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости. Задний конец рамы ротора в экскаваторах с полуприцепным рабочим органом опирается на дополнительную колесную тележку.

Ротор состоит обычно из двух колец, соединенных ковшами открытого типа и образующих с ними жесткую конструкцию. На кольцах укреплены зубчатые рейки, образующие зубчатый венец привода ротора. При двухрядном расположении ковшей на роторе в середине между двумя кольцами, несущими зубчатые венцы, устанавливается дополнительное третье кольцо.

Внутри рамы ротора крепят предохранительный лист, предотвращающий

Ротор экскаватора ЭР-7АМ (рис. 6) имеет четырнадцать ковшей 4 дугообразной формы с цепными днищами 3, улучшающими опорожнение ковшей, особенно при работе на вязких грунтах. На ковшах расположены гнезда 5 для установки зубьев 6 или клыков, предназначенных для разработки твердых или мерзлых грунтов. Зубья устанавливают в ступенчато-шахматном порядке, обеспечивающем равномерное рыхление грунта по всей ширине разрабатываемой траншеи и наименьшую затрату энергии на разработку грунта.

На дисках ротора прикреплены рейки зубчатого венца, отлитые из стали. Внутренняя поверхность зубчатого венца является беговой дорожкой для поддерживающих и направляющих роликов. Ролики имеют винтовые механизмы для регулирования зазора между роликами и беговыми дорожками ротора.



Рис. 6. Ротор:

1-рейка, 2-диск, 3-цепное днище

В необходимых случаях, чтобы уменьшить обрушение стенок траншеи, на рабочее оборудование устанавливают ножевые откосники. Ножи откосников крепят к нижней и верхней траверсам, которые устанавливают в кронштейнах, приваренных к раме рабочего органа.

В рабочем положении задняя часть рабочего оборудования опирается на пневмоколесную тележку рояльного типа (рис. 7). Тележка оборудована подъемным щитом для зачистки дна траншеи, который при заглублении ротора по наклонной плоскости поднимается в верхнее положение.

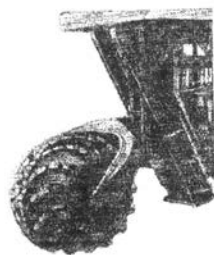


Рис. 7. Задняя опора рабочего органа

*Экскаваторы ЭТР-204, ЭТР-228 и ЭТР-224* имеют в отличие от экскаваторов типа ЭР-7 навесное рабочее оборудование, что повышает их маневренность и улучшает мобильность и транспортабельность. По конструктивному исполнению роторы этих экскаваторов аналогичны роторам экскаваторов типа ЭР-7. Между собой роторы экскаваторов ЭТР-204, ЭТР-223 и ЭТР-224 различаются наружным диаметром и шириной ковша.

Рабочее оборудование экскаваторов ЭТР-161 и ЭТР-162 по конструкции аналогично рабочему оборудованию экскаватора ЭР-7АМ.

Отличительные особенности следующие: ротор вращается на трех парах роликов и механизм подъема имеет один гидроцилиндр для подъема только передней части рабочего органа.

*Экскаваторы ЭТР-132А и ЭТР-182Б* имеют полуприцепное рабочее оборудование. Основными частями его являются: основная рама, ротор, балансиры левый и правый, зачистной башмак, а также оборудование для укладки кабеля.

Рабочее оборудование экскаватора ЭТР-134 навесное (рис. 8.) и состоит из ротора 11 и зачистного устройства 10. Регулирование положения рабочего оборудования производится механизмом подъема 3. Привод ротора осуществляется от высокомоментного гидромотора 7 через редуктор 8.

Для разработки мерзлого грунта применяются зубья с пластинками из твердого сплава, не мерзлые грунты разрабатываются зубьями, наплавленными износостойким материалом.

Корпус ротора (рис. 9) представляет собой сварной диск 1 с приваренным к нему ребрами 2, зубодержателями 10 и осью 5. Ось 5 опирается на роликоподшипники 4, заключенные в корпуса 7. К корпусам 7 подшипников на болтах крепят неподвижные диски 11. К диску 1 с двух сторон приклепывают рейки 3, образующие зубчатые венцы, по которым обкатываются звездочки редукторов привода ротора. В зубодержатели 10 вставляют зубья-клыки 9, закрепленные шплинтами.

Чтобы внутрь ротора не попадал грунт, на нем установлены уплотнительные устройства 8, смонтированные в кольцевых пазах, образованных ребрами подвижного диска 1 и неподвижными боковыми дисками 11.

Для очистки ротора от грунта с обеих его сторон имеются очистители. Дно траншеи от просыпающегося грунта очищается зачистным башмаком, расположенным в задней части рамы.

Рабочий орган *экскаваторов ЭТР-231 и ЭТР-253* полуприцепной и в конструктивном отношении сходен с рабочим органом экскаватора ЭР-7АМ.

Конвейеры предназначены для выдачи грунта, разгружаемого ковшами ротора в отвал или транспортные средства. Конвейеры расположены внутри ротора на специальных катках, установленных на раме рабочего органа. Грунт может выдаваться вправо или влево по ходу движения экскаватора, для чего конвейеры выполняют передвижными, а направление движения ленты реверсируется.

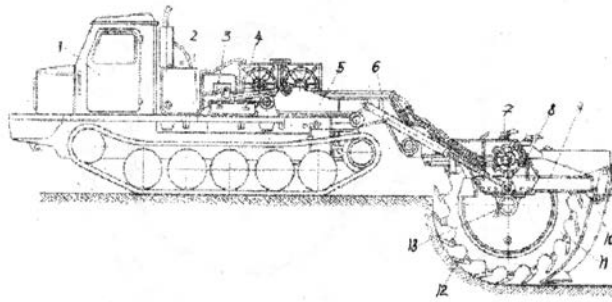


Рис. 8. Экскаватор ЭТР-134:

1-тягач; редукторы: 2-раздаточный, 8-привода ротора, 3-механизма подъема рабочего оборудования; 4-калориферы; рамы: 5-основная, 9-рабочего оборудования; 6-штанга; 7-гидропривод ротора; 10-зачистное устройство; 11-ротор; 12-зуб; 13-опора ротора

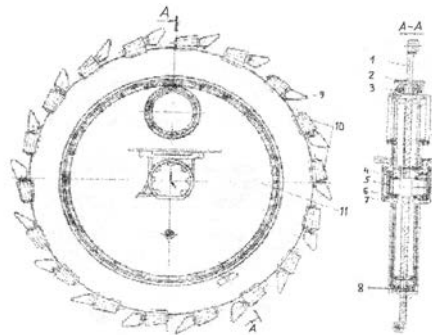


Рис. 9. Ротор экскаватора ЭТР-132Б:

1-диск, 2-реборды, 3-рейка, 4-роликподшипник, 5-ось, 6-крышка, 7-корпус подшипника, 8-уплотнительное устройство, 9-зуб-клык, 10-зубодержатели, 11-диски уплотнения

Передвигают конвейеры в большинстве случаев вручную с помощью реек или цепочного зацепления, в крупных роторных экскаваторах-гидроцилиндром или специальным механическим приводом, управляемым из кабины машиниста.

В экскаваторах с механической трансмиссией конвейеры обычно с цепным приводом на оба барабана. Натяжное устройство имеется также на обоих барабанах.

По форме конвейеры роторных экскаваторов выполняют криволинейными (дугообразными), прямолинейными и ломаными (V-образными).

Конвейер экскаватора ЭР-7АМ (рис. 10) имеет два барабана 3 одинаковой конструкции и шесть промежуточных роликовых опор 1. К внутренней стороне ленты 6 приклепано направляющее ребро 5 из клинового ремня, а барабаны 3 и опоры 1 имеют соответствующие углубления в своей средней части. Для придания ленте криволинейной формы она сверху прижимается к барабанам и опорам 1 резиноканевыми ремнями, которые одновременно являются направляющими бортами для грунта. Каждый барабан 3 является приводным. На конце вала барабана 3 насажена звездочка 4, соединенная цепью с редуктором привода конвейера. Цепной привод осуществляется на один или другой барабан в зависимости от того, в какую сторону выдвинут конвейер. Для регулирования натяжения ленты на каждом барабане 3 имеются натяжные винты.

Рама 2 конвейера сварной конструкции выполнена из двух продольных гнутых швеллеров, соединенных поперечными уголками. Конвейер установлен на раме рабочего органа на двух парах катков. На необходимую величину вылета

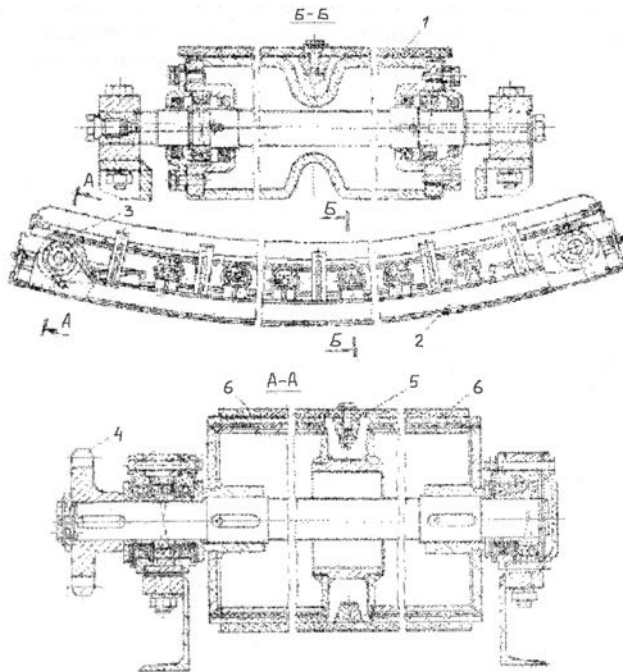


Рис. 10. Конвейер:

1-промежуточная роликовая опора, 2-рама конвейера, 3-барабан, 4-звездочка привода барабана, 5-направляющее ребро, 6-лента

конвейер устанавливают вручную с помощью ломика, который вставляют в отверстие оси катков. Положение конвейера фиксируют на раме рабочего органа четырьмя болтами-захватами, расположенными у каждого опорного катка.

Конвейеры экскаваторов ЭТР-161 и ЭТР-162 имеют конструкцию, аналогичную описанной.

Конвейеры экскаваторов ЭТР-204, ЭТР-223, ЭТР-224, ЭТР-231, ЭТР-253 и ЭТР-253А ломаные, V-образной формы, приемная часть их расположена горизонтально внутри ротора, а выдающий конец - под углом, обеспечивающим необходимую высоту отсыпки грунта. В транспортном положении экскаватора конвейеры складываются.

Привод конвейеров экскаваторов ЭТР-204, ЭТР-223 и ЭТР-224 осуществляется так же, как и у экскаватора типа ЭР-7АМ. У экскаваторов ЭТР-231, ЭТР-253 и ЭТР-253Л приводятся одновременно два концевых барабана с помощью электродвигателей и бортовых редукторов.

Экскаваторы типа ЭТР-152 и ЭТР-134 конвейеров не имеют, грунт поднимается из разрабатываемой узкой траншеи ротором и распределяется на бровках.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные параметры рабочего оборудования роторных траншейных экскаваторов.
2. Какие основные узлы экскаваторов и их рабочего оборудования вы можете перечислить?
3. В чем заключается отличие оборудования цепных и роторных многоковшовых экскаваторов? Назовите их преимущества и недостатки?
4. В чем заключается особенность рабочего оборудования роторных траншейных экскаваторов?



## Лабораторная работа № 5

### Бульдозерные работы

Цель работы: Изучение устройства бульдозеров.

Задание:

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу бульдозеров, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство бульдозеров, их рабочий процесс.
3. Вычертить схемы бульдозеров с неповоротным и поворотным отвалами, описать их устройство.

Порядок выполнения:

#### Общие сведения

Бульдозером называют самоходную землеройную машину, представляющую собой гусеничный или колесный трактор, тягач или другую самоходную машину с навешенным с помощью рамы или брусьев рабочим органом – отвалом криволинейного профиля, расположенным вне базы ходовой части. Чаще всего отвал располагают криволинейной отвальной поверхностью в сторону от базовой машины, габарит которой по ширине он полностью перекрывает.

Бульдозер служит для послойного копания, планировки и перемещения на расстоянии до 60 – 150 м грунтов, полезных ископаемых, рудных, строительных и других материалов при строительстве и ремонте дорог, каналов, дамб, котлованов и других строительных гидротехнических, мелиоративных, ирригационных земляных сооружений.

В зависимости от мощности и конструкции бульдозеры могут работать на самых разнообразных грунтах и материалах: от болотистых и песчаных до разборных, взорванных или разрыхленных скальных пород и руд. Экономически выгодная дальность перемещения грунта бульдозером зависит от его тягового класса, вида, прочности грунта и эксплуатационных условий.

По назначению различаются бульдозеры общего назначения и специальные.

*Бульдозеры общего назначения* выполняют послойное резание, набор и перемещение грунтов и материалов наиболее часто встречающихся в средних грунтовых и климатических условиях. За такие средние условия принимают супесчаные, суглинистые и глинистые грунты и их разновидности, легкие скальные породы типа трещиноватых сланцев, известняков, мергелей, а за наиболее часто встречающиеся климатические условия – условия умеренного климата с температурой от  $-40$  до  $+40$   $^{\circ}\text{C}$ .

*Специальные бульдозеры* предназначены либо для выполнения отдельных видов работ (например, прокладки путей, толкания скреперов, сгребания торфов, разравнивания карьеров, подземной разработки материалов), либо для работы при особых климатических условиях (например, при низких отрицательных температурах до  $-60$   $^{\circ}\text{C}$ , при тропической влажности и температурах до  $+60$   $^{\circ}\text{C}$ ).

Для выполнения отдельных видов работ используются отдельные виды отвалов:

- сферические, которые состоят из 3-5 частей, установленных под углом около  $15$  (один к другому, для работы на кусковых и сыпучих материалах;
- с челюстным гидроуправляемым захватом – для перемещения сыпучих материалов на большие расстояния или под водой;
- с двумя отвальными поверхностями – для работы передним и задним ходом;
- с отвальной поверхностью в сторону машины – для работы от стенки («на себя»);
- переворачиваемые – для работы «на себя» и «от себя».

С целью расширения области применения бульдозеры общего назначения и специальные снабжают дополнительным быстросъемным сменным оборудованием: рыхлительными зубьями, откосниками, открьлками, уширителями, удлинителями, канавными наставками, лыжами, вилами, кусторезными наставками.

По типу ходовой части различают гусеничные и колесные бульдозеры.

По номинальному тяговому усилию бульдозеры подразделяют на сверхтяжелые – с номинальным тяговым усилием свыше 30 т.с. ( мощностью более 400 л.с.), тяжелые – от 20-

30 т.с. (250-400 л.с.), средние – от 13,5-20 т.с. (160-249 л.с.), легкие – от 2,5 до 13,5 т.с. (60-159 л.с.), малогабаритные – менее 2,5 т.с. (меньше 60 л.с.).

По конструктивным признакам различают бульдозеры:

- с неповоротным отвалом (их называют просто бульдозерами), у которых отвал установлен перпендикулярно продольной оси машины и не может поворачиваться в плане;
- с поворотным отвалом (или англдозеры), у которых отвал можно устанавливать под углом в обе стороны от продольной оси машины или перпендикулярно ей;
- универсальные (или путепрокладчики) с шарнирно-сочлененным отвалом из двух половин, которые по отдельности или вместе могут быть установлены в горизонтальной плоскости под углом к продольной оси машины или перпендикулярно ей.

Отвалы бульдозеров всех типов могут быть снабжены механизмом перекоса в поперечной плоскости для облегчения разработки тяжелых грунтов и материалов. В отвалах первых двух типов можно регулировать угол резания за счет поворота (наклона) отвала вперед и назад.

По типу механизма управления различают бульдозеры с гидравлическим и канатно-блочным управлением.

Наиболее широко используют гусеничные бульдозеры общего назначения с неповоротным и реже с поворотным отвалами. Бульдозеры на тракторах класса 10 т.с. и выше чаще всего применяют одновременно с навешенным рыхлительным оборудованием.

### **Конструкция бульдозеров**

Выпускают бульдозеры на гусеничных тракторах тяговых классах 3, 4(6); (10); (15) и (25) т.с., на колесных – классов 0,9; 1,4; 5 т.с.

Наиболее массовыми являются бульдозеры с неповоротным отвалом на гусеничных тракторах классов 3 (моделей Т-74, ДТ-75 и ДТ-75М) и 10 т.с. (моделей Т-100 МЗПП и Т-130.1Т-1), а также на колесных тракторах класса 1,4 т.с. (моделей МТЗ-50/52 и МТЗ-80/82). Рабочее оборудование подавляющего большинства бульдозеров на тракторах класса 1,4 т.с. выпускают в виде рабочего оборудования к экскаваторам.

Бульдозеры на тракторах класса 10 т.с. и выше приспособлены для работы как в условиях умеренного климата, так и при низких отрицательных температурах. Металлоконструкции бульдозеров, используемых в последних условиях, изготавливают из низколегированных сталей, не являющихся хладноломкими. Из бульдозеров с поворотным отвалом наиболее распространены агрегируемые с тракторами класса 10 т.с. На колесных тракторах и тягачах бульдозеры с поворотным отвалом не выпускают.

### **Гусеничные бульдозеры с неповоротным отвалом**

Бульдозер ДЗ-29 (рис.1) с гидроуправлением является типовой конструкцией на базе которой унифицированы все модели бульдозеров на тракторах этого класса. Основными сборочными единицами бульдозерного оборудования является отвал 1 с толкающими брусками 10, козырьком 3, лыжами 12 и ножами 13; гидроцилиндр 4, кронштейн 5 и поперечная балка 9.

Отвал 1 представляет собой сварную коробчатую металлоконструкцию с криволинейным лобовым листом, позволяющим формировать и подавать вверх стружку грунта при копании. Сзади к лобовому листу приварены две листовые коробки, связанные между собой дополнительным листом, а сверху – козырек, укрепленный ребрами. Козырек препятствует пересыпанию грунта через отвал на подъемах и при толчках. В месте установки ножей (снизу) лобовой лист усилен ребрами. Спереди к отвалу болтами с потайными головками прикреплены три ножа. Ножи с двумя режущими кромками при изнашивании можно переворачивать. Ножи с двумя рядами отверстиями при изнашивании сдвигают вниз и закрепляют болтами в верхних рядах отверстий.

На боковых щеках отвала выполнено несколько отверстий для крепления уширителей 2 отвала, которые устанавливают под углом 30° к отвальной поверхности, или открылков, закрепляемых перпендикулярно ей). Уширители используют при работе в легких условиях для увеличения объема перемещаемого грунта, а открылки с этой же целью – при работе на сыпучих и кусковых материалах. Благодаря соединению уширителей с отвалом без уступов

нет значительного залипания при работе даже на влажных грунтах. Уширители 2 выполнен в виде сварной конструкции, состоящей из криволинейного лобового листа, щеки и ребер. Снизу уширитель снабжен ножом. Открылки представляют собой толстые листы с отверстиями для крепления к отвалу. С наружной стороны они укреплены уголками.

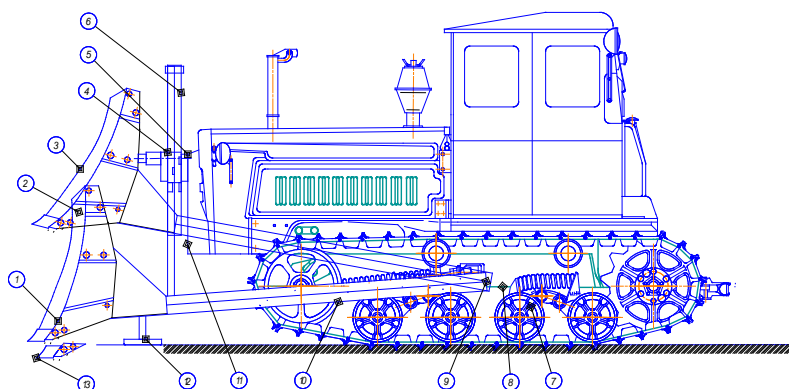


Рисунок 1 - Бульдозер ДЗ-29.

1-отвал;2-уширитель отвала; 3-козырек;4-гидроцилиндр;5- кронштейн гидроцилиндра; 6-гибкий рукав;7- упор;8-стремьянка;9-поперечная балка;10-толкающий брус;11-транспортная подвеска;12- лыжа;13-нож

Сзади, в середине, к отвалу приварен кронштейн для шарнирного соединения со штоком гидроцилиндра, головка которого снабжена шаровым подшипником. Некоторые бульдозеры снабжают двумя гидроцилиндрами.

Толкающие брусья коробчатого сечения передними концами приварены к отвалу, а противоположными – к вильчатым ловителям, снабженным термообработанными вкладышами. Этими вильчатыми ловителями и штырями толкающие брусья шарнирно соединены с цилиндрическими цапфами на концах поперечной балки.

Лыжи облегчают планировочные работы, работы на бульжных мостовых и в других подобных случаях, когда необходимо ограничить возможность заглубления отвала. Они установлены в вертикальных цилиндрических стойках, закрепленных стопорными болтами в отверстиях коробок жесткости, которые укрепляют места соединения толкающих брусьев с отвалом. Лыжи тарельчатой формы соединены со стойками шарнирно. Их положение по высоте можно регулировать смещением стоек в отверстиях и последующей фиксацией их стопорными болтами. Высоту их расположения выбирают на уровне режущей кромки ножей или немного (1-2см) ниже нее.

Поперечная балка 9 – трапециевидного сечения. В ее концы вварены цилиндрические цапфы с квадратными головками. При работе в них через вильчатые ловители упираются толкающие брусья. Поперечную балку крепят в середине трактора к лонжеронам его рамы двумя стремянками 8 и упорами 7, препятствующими ее смещению в продольном направлении.

Часть бульдозеров этого типа снабжена поперечной балкой, закрепляемой одной стремянкой с каждой стороны. Лонжероны рам тракторов у этих бульдозеров оборудованы приклепанными кронштейнами с пазами, в которые устанавливают поперечную балку.

Гидроцилиндр двустороннего действия обеспечивает подъем, опускание отвала, его фиксацию в необходимом положении и «плавающее» положение отвала. В этом случае он может под действием силы тяжести занимать любое положение, опираясь ножами на поверхность грунта.

Управляют гидроцилиндром из кабины с помощью гидрораспределителя гидросистемы трактора, с которой он соединен гибкими рукавами 6.

При длительных переездах гидроцилиндр может разгружаться с помощью транспортной подвески 11, которая представляет собой скобу, шарнирно закрепленную на кронштейне гидроцилиндра. На кронштейне отвала, используемом для соединения со штоком

гидроцилиндра, снизу сделан выступ, на который при транспортном положении отвала надевают скобу.

Кронштейн гидроцилиндра выполнен сварным в виде двух продольных балок, соединенных спереди стойками и поперечиной с кронштейном в середине. Продольные балки снабжены упорами и плитами с отверстиями для крепления к переднему брусу рамы трактора. В кронштейне на поперечине выполнены отверстия с втулками для установки рамы крепления гидроцилиндра. Для соединения с рамой на гильзе гидроцилиндра приварены цапфы, которые входят во втулки, помещающиеся в отверстиях рамки.

Шарнирные соединения гидроцилиндра с рамкой и рамки с кронштейном расположены взаимно перпендикулярных плоскостях и вместе образуют универсальный шарнир, позволяющий гидроцилиндру качаться в продольном и поперечном направлениях. Благодаря такому креплению гидроцилиндр разгружен от каких-либо поперечных нагрузок, которые могли бы возникнуть из-за неточности и внецентренных нагрузок на отвал.

Бульдозер ДЗ-42А с гидроуправлением унифицирован с бульдозером ДЗ-29. Они в основном различаются креплением поперечной балки и кронштейна гидроцилиндра, а также расположением толкающих брусьев относительно отвала. Эти несущественные отличия объясняются различием в привязочных местах тракторов.

Бульдозер ДЗ-101 с гидроуправлением унифицирован с бульдозерами ДЗ-54 (см. ниже).

Особенность бульдозера ДЗ-101 – использование гидрофицированного механизма перекаса отвала, управляемого из кабины (рисунок 2, а). При перекасе отвала с помощью винтовых раскосов его конструкция подвергается определенной деформации, поскольку зазоры в шарнирных соединениях не полностью компенсируют необходимые при этом перемещения шарниров. Чтобы исключить нагружение отвала при его перекасе, шарнирные соединения этого бульдозера отличаются от шарнирных соединений модели ДЗ-54.

Толкающие брусья 1 сзади снабжены шаровыми опорами 9 со сферическими втулками, с помощью которых брусья соединены с трактором, а спереди – пальцевыми шарнирами 2, расположенными соосно с пальцами 5 винта 6. Отвал 3 сверху с одной стороны поддерживается винтовым раскосом 4, а с другой – гидроцилиндром перекаса 8, также снабженным пальцевыми шарнирами со сферическими втулками. С помощью упорных шайб 7 и гайки на конце винта 6 зазор пальца 5 можно регулировать.

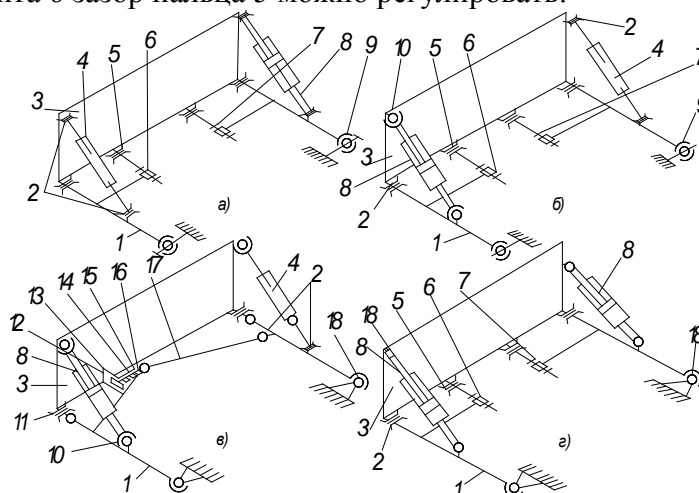


Рис. 2. Схемы гидравлических механизмов перекаса отвала бульдозеров.

а- ДЗ-101; б-ДЗ-110; в-ДЗ-110А и ДЗ-118 (у последней модели гидроцилиндр перекаса расположен справа), г- ДЗ-35Б; 1- толкающий брус; 2-вертикальный палец; 3-отвал; 4- винтовой раскос; 5,16- пальцы; 6-винт; 7-упорная шайба; 8- гидроцилиндр перекаса; 9- шаровая опора со сферической втулкой; 10-сферический шарнир; 11- шарнир с двумя взаимоперпендикулярными пальцами; 12-направляющая скоба на отвале; 13- опорная шайба; 14-винт с головкой; 15- кронштейн бруса со втулкой; 17-растяжка; 18-шаровая опора без сферической втулки.

Взаимно перпендикулярное расположение пальца 5, установленного в кронштейне на отвале, и винта 6, помещенного на конце жесткого кронштейна толкающего бруса 1,

радиальные и соевые зазоры пальца 5, возможность различного поворота толкающих брусьев 1. В шаровых опорах 9 и их некоторого осевого смещения позволяют исключить деформации отвала и толкающих брусьев как при перекосе отвала, так и при взаимном смещении шаровых опор 9 в вертикальном направлении. Смещение наблюдается из-за качения гусениц относительно остова трактора при переезде через неровности. Гидроцилиндром перекоса управляют с помощью отдельной секции распределителя гидросистемы трактора. Винтовой раскос используют для изменения угла резания отвала.

Бульдозер ДЗ-101А по основным элементам толкающих брусьев и отвала унифицирован с бульдозером ДЗ-101.

Дополнительно бульдозер ДЗ-101А снабжен гидроцилиндром изменения угла резания, который установлен в верхней части отвала и через двуплечие рычаги и тяги может наклонять отвал вперед и назад, действуя независимо от механизма перекоса этого бульдозера шарнирно соединены с двуплечими рычагами, которые при перекосе отвала работают как жесткие элементы. Бульдозер ДЗ-54 с гидроуправлением (рисунок 3) является базой унификации бульдозеров такого типа на всех гусеничных тракторах класса 10 т.с.

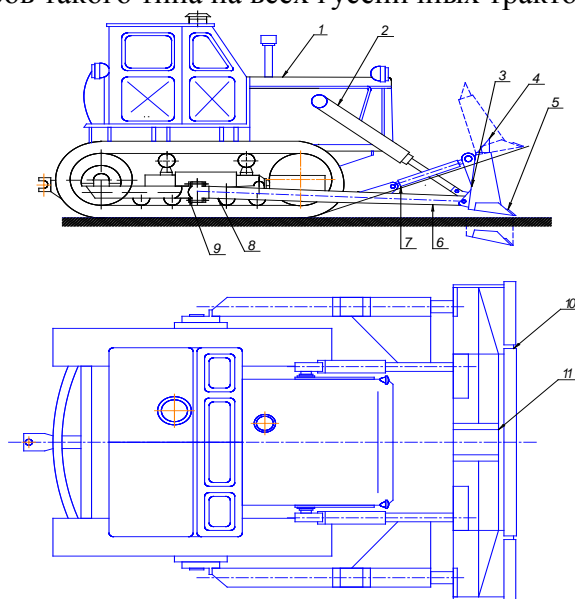


Рис.3. – Бульдозер ДЗ-54

1-базовый трактор;2- гидроцилиндры;3- отвал;4- козырек;5-ножи;6-толкающие;7-раскос;8-опорный шарнир;9-плита с пальцами;10-шарнирный палец;11- проушина обоймы блоков.

На базовом тракторе 1, снабженном гидросистемой и гидроцилиндрами 2, с помощью опорных шарниров 8 установлен отвал 3 с козырьком 4, ножами 5 и толкающими брусьями 6. Верхняя часть отвала соединена с толкающими брусьями винтовыми раскосами 7, обеспечивающими возможность поперечного перекоса и изменения его угла резания в небольших пределах.

Для соединения с толкающими брусьями на рамах гусеничных тележек установлены плиты 9 с опорными пальцами. Соединение штоков гидроцилиндров с проушинами на отвале снабжено шаровыми подшипниками.

В опорных шарнирах брусьев предусмотрен определенный зазор. Благодаря такому соединению толкающих брусьев и штоков гидроцилиндров обеспечивается не только нормальная работа отвала при качании гусениц, но также возможность перекоса в поперечной плоскости за счет определенной свободы в шарнирах и некоторого изгиба отвала. Шарнирные пальцы 10 при перекосе отвала могут поворачиваться, уменьшая тем самым напряженное состояние конструкции отвала. В середине отвала снабжен проушиной // обоймы блоков, которая используется при канатно-блочном управлении.

Отвал 13 (рисунок 4, а) в нижней части снабжен тремя ножами: средним 14, левым 15 и правым. В последнее время отвалы оборудуют двумя средними ножами.

Криволинейный лобовой лист 5 отвала сзади укреплен верхней коробкой 10 и нижней коробкой, состоящей из задней стенки 6, днища 2 и диафрагмы 3. Соединение боковин 7 с лобовым листом укреплено сегментными пластинами. Снаружи боковины снабжены износными пластинами 17. Нижняя часть отвала укреплена ребрами 16 и пластиной 4, а верхняя снабжена козырьком 9. Сзади отвал укреплен коробками 11 и снабжен проушинами / для соединения со штоками гидроцилиндров, проушинами 12 и 18 – для соединения с толкающими брусьями и проушинами 8 – с раскосами.

Толкающий брус (рис. 4, б) коробчатого сечения. Спереди он снабжен проушиной 23 и кронштейном 19, на конце которого во втулке установлен поворотный шарнирный палец 20. С помощью гаек 22, шайбы 21 и регулировочных шайб 25 положение этого пальца можно регулировать так, чтобы оси втулок 24 в проушине 23 и пальца 20 совпали. Такое регулирование необходимо для того. Чтобы обеспечить возможность поворота отвала вокруг этой оси при изменении угла резания или перекоса отвала.

Для соединения с винтовым раскосом толкающий брус сверху снабжен кронштейном 26. В проушине 28 опорного шарнира установлен вкладыш 33, который при изнашивании можно заменять. Шарнирное соединение этой проушины с пальцем на плите, укрепленной на гусеничной тележке, осуществляется с помощью сухаря 31 и пальца 32, закрепляемого в кольце 29 штифтом 30.

Раскос (рисунок 4, в) состоит из винта 35 с проушиной и собственно раскоса 34 с проушиной 37 и трубой, в которую вварен цилиндрический вкладыш с внутренней резьбой. Внутренняя часть винта смазывается через масленку 38. Вытеканию смазочного материала из внутренней полости препятствует уплотнение 39.

В средней части трубы раскоса сделаны отверстия, с помощью которых ее можно поворачивать рычагом или ломиком. Изменением длины раскосов в одну сторону регулируют угол резания отвала, а в разные – его перекося в ту или другую сторону. От произвольного развинчивания раскос фиксируется стопорным болтом 36.

Управляют отвалом на бульдозерах ДЗ – 54 с помощью гидросистемы и передней навесной системы трактора. Как и на всех бульдозерах, золотник гидрораспределителя, кроме положений подъема, опускания и нейтрального может занимать «плавающее» положение.

Часть бульдозеров под маркой ДЗ – 54А снабжена системой автоматического управления «Автоплан-1», улучшающей планирующие свойства машин и защищающей двигатель трактора от недопустимого снижения частоты вращения. Система обеспечивает автоматическую стабилизацию угла наклона толкающего бруса и положения отвала и автоматический контроль режима двигателя по его частоте вращения.

В систему автоматического управления (рис.5) входят маятниковый преобразователь углового положения 6, установленный на одном из толкающих брусьев вблизи его опорного шарнира; преобразователь 5 частоты вращения двигателя (тахогенератор), приводимый от работомера; пульт управления 7, блок перегрузки 8, блок управления 9, аккумуляторы 10 напряжением 12 В, установленные в кабине; реверсивные золотники 11 с электрическим управлением, обратный клапан 3 с дросселем и предохранительный клапан, смонтированные на корпусе заднего моста трактора.

Гидросистема базового трактора изменена для соединения с системой «Автоплан-1».

Систему используют только при выполнении чистовых планировочных работ на поверхности без резких изменений уклона. В зависимости от уклона поверхности на пульте управления 7 задают угол наклона толкающего бруса, соответствующий положению режущей кромки ножей на уровне опорной поверхности гусениц.

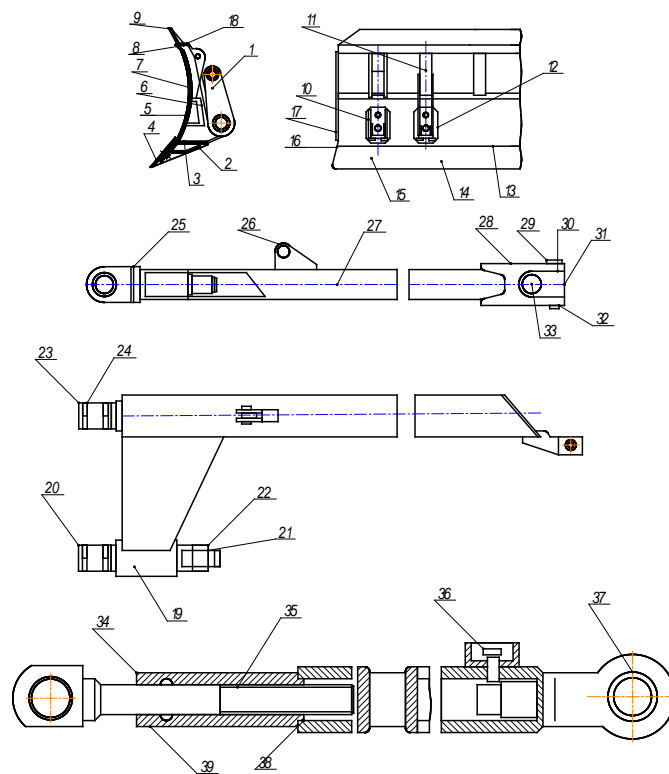


Рис. 4 - Сборочные единицы бульдозера ДЗ-54.

а - отвал; б - толкающий брус; в - винтовой раскос;

1, 23, 37-проушины; 2-днище коробки; 3-диафрагма; 4-пластина; 5-лобовой лист; 6-задняя стенка коробки; 7- боковина; 8-проушина раскоса; 9-козырек; 10-верхняя коробка; 11-коробка; 12, 18-внутренняя и наружная проушины; 13-отвал; 14, 15-средний и левый ножи; 16-ребро; 17-износная пластина; 19, 26-кронштейны; 20-шарнирный палец; 21, 26- шайбы; 22-гайка; 24-втупка; 27-брус; 28- проушина опорного шарнира; 29-кольцо; 30-штифт; 31-сухарь; 32- палец; 33-вкладыш; 34-раскос; 35-винт; 36- стопорный болт; 38-масленка; 39- уплотнение.

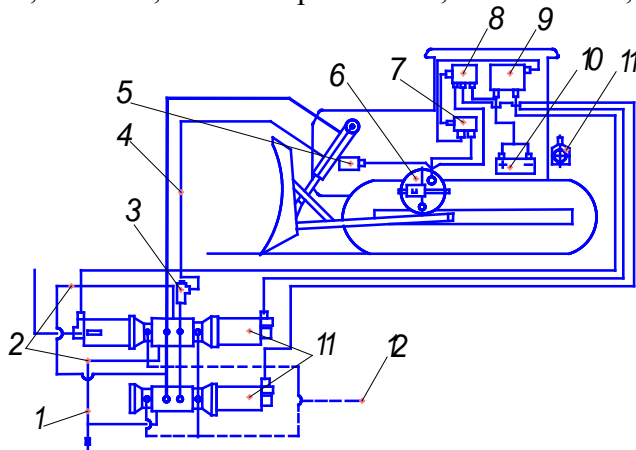


Рис. 5 - Схема системы автоматического управления отвалом бульдозера ДЗ-54А «Автоплан-1».

1 – трубопровод слива в бак, 2 – трубопроводы подвода жидкости под давлением, 3 – обратный клапан с дросселем, 4 - трубопровод подачи жидкости под давлением, 5 - преобразователь частоты вращения двигателя, 6 -маятниковый преобразователь углового положения, 7 - пульт управления, 8 -блок перегрузки, 9 - блок управления, 10 - аккумулятор, 11 - реверсивные золотники, 12 - дренажный трубопровод.

При прохождении гусениц через неровности положение толкающего бруса и угол его наклона изменяться в ту или другую сторону. Маятниковый преобразователь 6 углового положения при изменении угла наклона толкающего бруса подает электрический сигнал в блок управления 9. Этот сигнал преобразуется, и ток подается в соответствующий соленоид золотника 11. Соленоид перемещает золотник в нужное положение, который подает рабочую

жидкость в соответствующую полость гидроцилиндров подъема и опускания отвала. Принцип работы усовершенствованной системы «Автоплан» с преобразователем второго поколения аналогичен описанному.

Система автоматического управления работает только в том случае, если частота вращения двигателя находится в допустимых пределах. При возрастании усилий на отвале до величин, вызывающих недопустимое снижение частоты вращения двигателя, система контроля отключает автоматическую систему управления, одновременно подавая сигнал на выглубление отвала.

После восстановления частоты вращения до нормальной работа системы восстанавливается. Обратный клапан 3 с дросселем регулирует скорость опускания отвала при работе системы. В электрической схеме системы предусмотрено получение повышенной скорости выглубления рабочего органа при перегрузке двигателя. Большая часть бульдозеров выпускается без приборов, обеспечивающих стабилизацию частоты вращения двигателя, так как потребность в них сравнительно редка. При отключении системы отвалом бульдозера управляют обычным путем. Во время работы на автоматическом режиме объем грунта перед отвалом рекомендуется поддерживать не более  $\frac{3}{4}$  от его наибольшего значения.

Бульдозер ДЗ – 27 с гидроуправлением по конструкции отвала, толкающих брусьев и раскосов унифицирован с бульдозером ДЗ – 54.

Бульдозер ДЗ – 53 вместо гидроцилиндров оборудован передней стойкой и канатно-блочной системой управления.

Бульдозеры ДЗ – 110А и ДЗ – 110АХЛ оборудованы гидравлическим управлением. Последнюю модель изготавливают из сталей, рассчитанных на работу при низких температурах, и комплектуют соответствующим трактором.

Отвал и толкающие брусья обеих машин существенно отличаются от этих сборочных единиц бульдозеров ДЗ-54, ДЗ-110 и ДЗ-110ХЛ, что вызвано вдвое большим углом перекоса отвала и необходимостью в связи с этим упрочнения конструкции. Кинематически механизм перекоса также устроен иначе.

Бульдозер ДЗ –35 с гидроуправлением отличается следующими конструктивными особенностями:

- для соединения толкающих брусьев с отвалом, кроме проушин, используют регулируемые и нерегулируемые по длине диагональные раскосы, устанавливаемые в горизонтальной плоскости;
- отвал снабжен неуправляемыми уширителями, установленными под углом 30° к режущей кромке ножей и закрепленными к боковинам отвала болтами;
- опорные шарниры толкающих брусьев (рис. 9) выполнены закрытыми, что позволяет сохранить их смазочный материал.

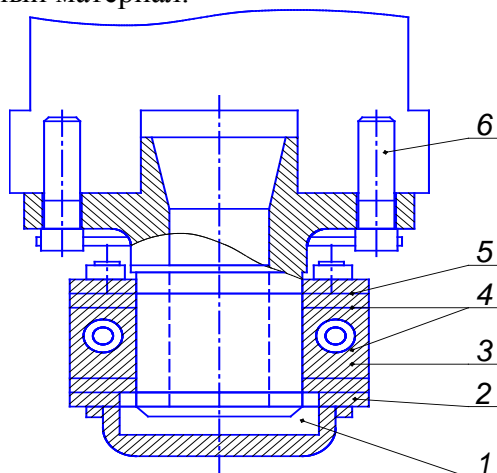


Рис. 6. Опорные шарниры толкающих брусьев бульдозера ДЗ-35

1 – опорный палец, 2 – крышка, 3 – проушина толкающего бруса, 4 – прокладка, 5 – крышка с уплотнением, 6 – крепежный болт.



Взамен одного из раскосов бульдозер снабжен гидроцилиндром, с помощью которого производится перекоп отвала.

Схема механизма перекопа такая же, как у модели ДЗ-35Б (см. рис. 2,г), но у бульдозера ДЗ-35 при регулировании угла резания отвала применен винтовой раскос и гидроцилиндр перекопа, а у модели ДЗ-35Б эта операция полностью гидрофицирована.

Бульдозер ДЗ-35Б с гидравлическим управлением унифицирован с моделью ДЗ-35 и другими бульдозерами на тракторах такого же класса. Его отличительная особенность – использование двух отдельно управляемых гидроцилиндров перекопа, с помощью которых можно не только перекашивать в обе стороны, но также наклонять его вперед или назад и изменять тем самым угол резания отвала. Последняя операция необходима при разработке различных видов грунта и перемещения его отвалом в «плавающем» положении с повышенной скоростью движения.

**В бульдозере ДЗ-4С** с гидроуправлением толкающие брусья снабжены сферическими опорными шарнирами (рис. 10). Перекоп отвала и изменение угла резания осуществляются винтовыми раскосами.

Рабочая жидкость для подъема и опускания отвала на тракторе подается через опорные цапфы гидроцилиндров, которые снабжены подвижными герметизированными соединениями. От этих соединений рабочая жидкость подается в верхние и нижние полости гидроцилиндров по металлическим трубопроводам.

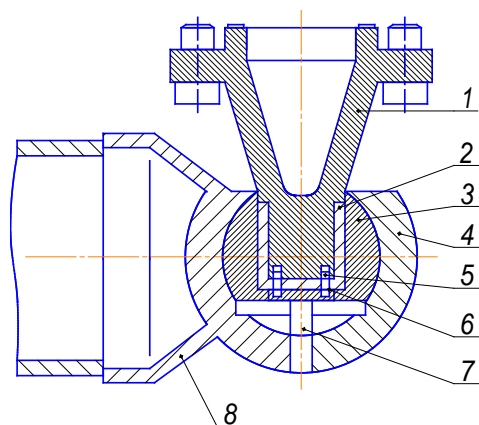


Рис. 7. Опорные шарниры толкающих брусьев бульдозера ДЗ-34С.

- 1 - опорный палец, 2 - втулка, 3 – сферическая втулка,  
4 – сферическая крышка, 5 – болт, 6 – шайба,  
7 – регулировочные прокладки, 8 – сферическая опора.

**Бульдозер ДЗ-128** отличается от бульдозеров, указанных выше, применением износных накладок 3 с наружной стороны толкающих брусьев 1 и отбойных пластин 8 – с внутренней, открывков 2 и козырька на отвале 5, поворотных продольных пальцев 11 с ловителями, поперечной балки 12 с цапфами для установки толкающих брусьев, кронштейна 6 с двумя отверстиями для увеличения диапазона регулирования угла резания отвала, трех одинаковых ножей 9 с двумя рядами отверстий для их перестановки при изнашивании, двух гидроцилиндров 7 подъема – опускания отвала.

Поперечную балку 12 устанавливают в пазы пластин, прикрепленных к лонжеронам рамы трактора 13. Осевое смещение пальца 17 ограничено корончатой гайкой 15, устанавливаемой на шайбу 16 и стопорящейся шплинтом. Кронштейн 14 со втулкой, в которой помещен палец 17, приварен к отвалу 5. Использование винтовой стяжки 19 облегчает соединение элементов металлоконструкции бульдозера. Рабочая жидкость подается к гидроцилиндру перекопа гибкими металлорукавами от передка трактора, на котором смонтирован кронштейн для установки двух гидроцилиндров 7 подъема- опускания отвала.

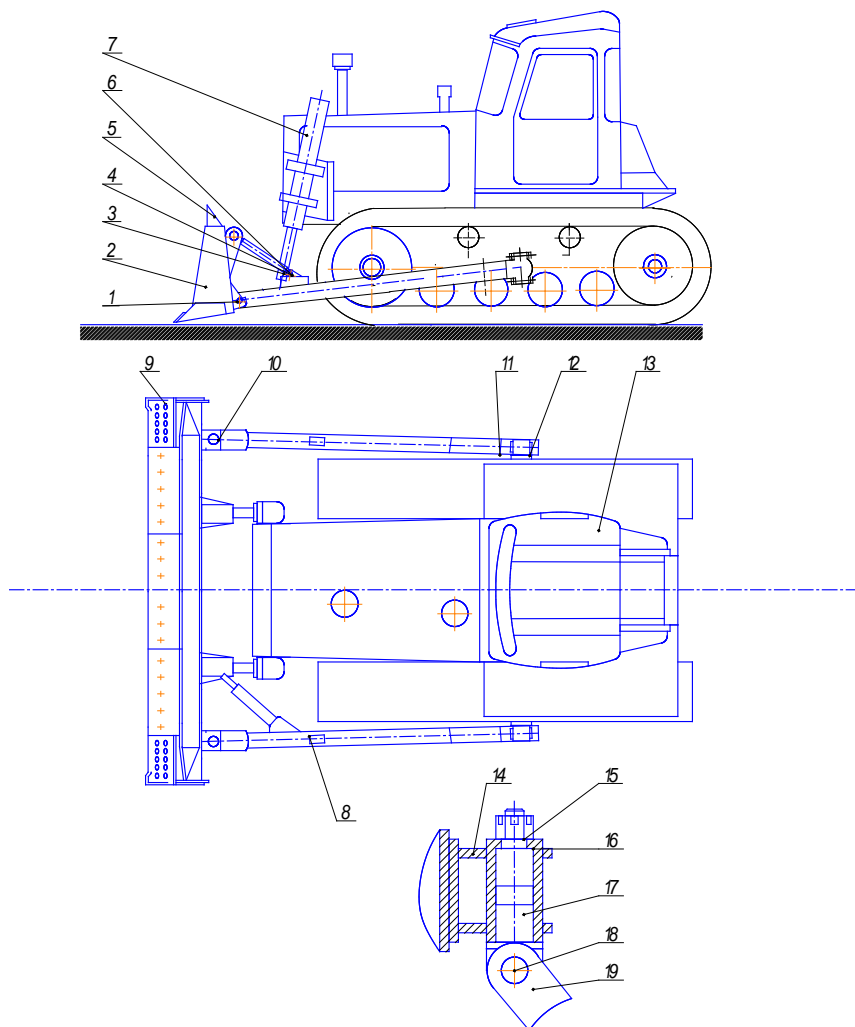


Рис. 8. Бульдозер ДЗ-128.

1 – толкающий брус, 2 – отвал, 3 – износная накладка, 4 – винтовой раскос, 5 – отвал с козырьком, 6 – кронштейн регулирования угла резания отвала, 7 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала, 8 – отбойная пластина, 9 – нож, 10 – гидроцилиндр перекоса отвала, 11 – продольный палец с ловителем, 12 – поперечная балка с цапфами, 13 – трактор, 14 – кронштейн со втулкой, 15 – корончатая гайка, 16 – шайба, 17 – горизонтальный палец с проушиной, 18 – вертикальный палец, 19 – винтовая стяжка.

**Бульдозер ДЗ-59** рассчитан на работу в тяжелых условиях, в том числе на скальных породах в условиях холодного климата. Толкающие брусья 1 имеют равнопрочное сечение по длине. С наружной стороны они усилены износными накладками 7. Шаровые опоры 11 со сферическими втулками – быстроразборной конструкции с крышкой, закрепляемой двумя парами болтов и гайками, которые во избежание отворачивания расположены в углублениях.

Отвал 2 укреплен накладками 3 и сегментными косынками, приваренными к лобовому листу и боковинами. Сверху отвал снабжен прочным козырьком 4 и грунтоотражателями, защищающими штоки гидроцилиндров 5 подъема – опускания отвала от падения на них разрабатываемого материала, пересыпающегося через верхнюю кромку. Гидроцилиндр 8 перекоса отвала оборудован щитком 9. С гидросистемой трактора 6 гидроцилиндр соединен трубопроводом, проложенным по верху толкающего бруса и защищенным уголком, и гибким металлорукавом, проходящим вблизи опоры 11.

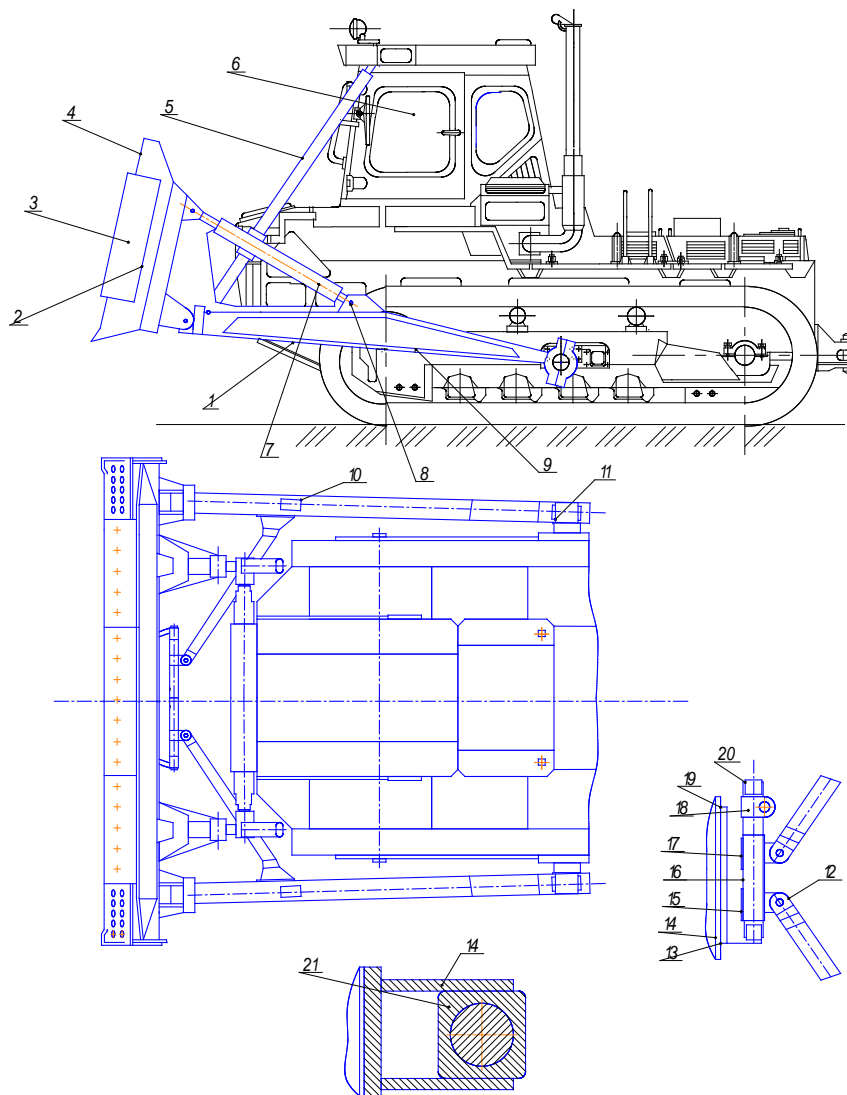


Рис.9. Бульдозер ДЗ-59

1 – толкающий брус, 2 – отвал, 3,7 - накладки, 4 – козырек, 5 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала, 6 – трактор, 8 – гидроцилиндр перекоса отвала, 9 – щиток, 10 – винтовой раскос, 11 – шаровая опора со сферической втулкой, 12 – вертикальный палец, 13 – подкос, 14 – направляющая скоба, 15 – прокладка, 16 – распорная втулка, 17 – втулка с проушиной, 18 – скалка, 19 – вертикальный палец со сферической втулкой, 20 – гайка, 21 – ползун.

Подкосы 13 вертикальными пальцами 12 и втулками 17 с проушинами связывают толкающие брусья со скалкой 18, установленной с помощью вертикального пальца 19 со сферической втулкой и направляющей скобы 14 в кронштейне, приваренном к тыльной стороне отвала 2. Необходимое положение втулок 17 и скалки 18 создается распорной втулкой 16, прокладкой 15 и гайками 20. Ползун 21 на скалке 18 при перекосе отвала может сдвигаться в направляющей скобе 14, которая ограничивает его перемещение вверх и вниз. При этом подкосы 13 могут поворачиваться благодаря угловому повороту втулок 17. При сравнительно невысокой точности изготовления конструкция позволяет избежать скручивающих усилий на отвале во время его перекоса.

**Бульдозер ДЗ-102** с гидроуправлением полностью унифицирован с моделью ДЗ-37 по деталям отвала и толкающих брусьев. Конструкция бульдозера проще благодаря исключению части сменного оборудования из комплекта обязательной поставки.

**Бульдозер ДЗ-48** с гидроуправлением снабжен отвалом от бульдозера ДЗ-54. Для установки на этот бульдозер отвал снабжают удлинительными наставками, перекрывающими габарит машины по ширине.

Вместо одного из раскосов можно устанавливать гидроцилиндр механизма перекоса. Поперечную балку, с которой шарнирно соединены толкающие брусья, закрепляют на передней полураме трактора под сцепным шарниром. Опорные шарниры толкающих брусьев снабжены сферическими втулками.

На рис. 10 приведены основные виды сменного оборудования, которым оснащают бульдозеры с неповоротным отвалом на гусеничном и колесном ходовом устройстве.

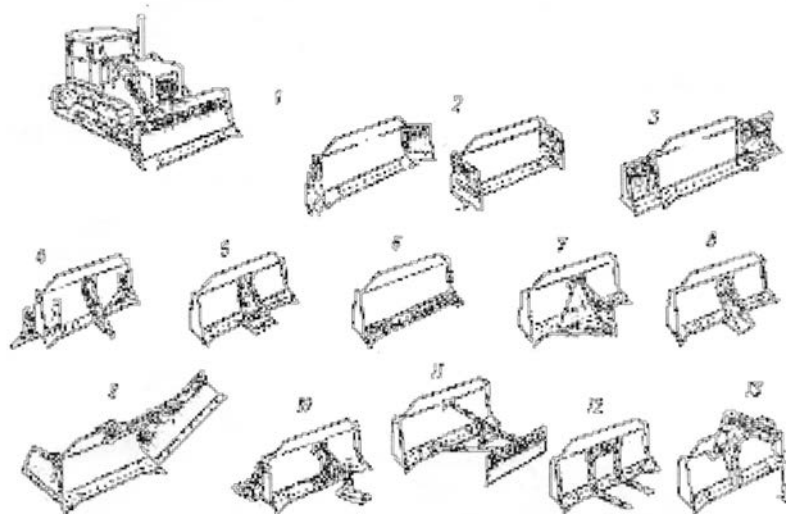


Рис. 10. Основные виды дополнительного сменного оборудования к бульдозерам с неповоротным отвалом

1 – неподвижные или гидроуправляемые уширители, 2 – открывки, 3 – удлинители, 4 – передние и задние рыхлительные зубья, 5 – кирка для взламывания асфальтовых покрытий, 6 – ножи для мерзлых грунтов, 7 – кусторезный нож, 8 – канавная наставка, 9 – откосник с жестким креплением и гидроуправляемый откосник-планировщик, 10 – передние и задние лыжи, 11 – отвальная приставка для работы от стенки, 12 – грузовые вилы, 13 – подъемный крюк.

#### **Гусеничные бульдозеры с поворотным отвалом**

**Бульдозер ДЗ-43** с гидроуправлением не имеет особых отличий. Исключение составляет поперечная балка, которая стремянками и упорами крепится к раме трактора и используется для крепления опорных цапф. На них устанавливают универсальную раму. Конструкция поперечной балки такая же, как на бульдозере ДЗ-29. Положение отвала в плане у этого бульдозера изменяют вручную.

**Бульдозер ДЗ-104** с гидроуправлением по конструкции аналогичен модели ДЗ-18, с которым он унифицирован по отдельным элементам.

**Бульдозер ДЗ-18** с гидроуправлением (рис. 11) является базой для унификации всех бульдозеров такого типа на тракторах класса 10т.с. Основные сборочные единицы бульдозерного оборудования – универсальная рама 7 и отвал 5. Рама 7 опорными шарнирами 8 и опорами 9 соединена с рамами гусеничных тележек базового трактора 1, а через кронштейны в ее передней части – с головками штоков гидроцилиндров 2. Отвал 5 с козырьком 4 и ножами 6 соединен с рамой 7 толкателями 3 и шаровым гнездом 10.

Универсальная рама представляет собой сварную подковообразную конструкцию из двух согнутых брусьев коробчатого сечения, сваренных из швеллеров и листов или уголков. Универсальной рама называется потому, что ее используют не только для бульдозеров с гидравлическим и канатно-блочным управлением, но также для других видов навесного оборудования (кусторезов, корчевателей, снегоочистителей) с обоими типами управления.

Рама состоит из двух полурам 1и 5, скрепленных между собой листом и шаровой головкой 4. Для соединения рамы со штоками гидроцилиндров сверху на полурамах приварены проушины 2. Проушина 3 связывает раму с обоймой блоков. Головки штоков гидроцилиндров снабжены шаровыми подшипниками и соединены с проушинами 2 с помощью пальцев 6 и корончатых гаек 7.

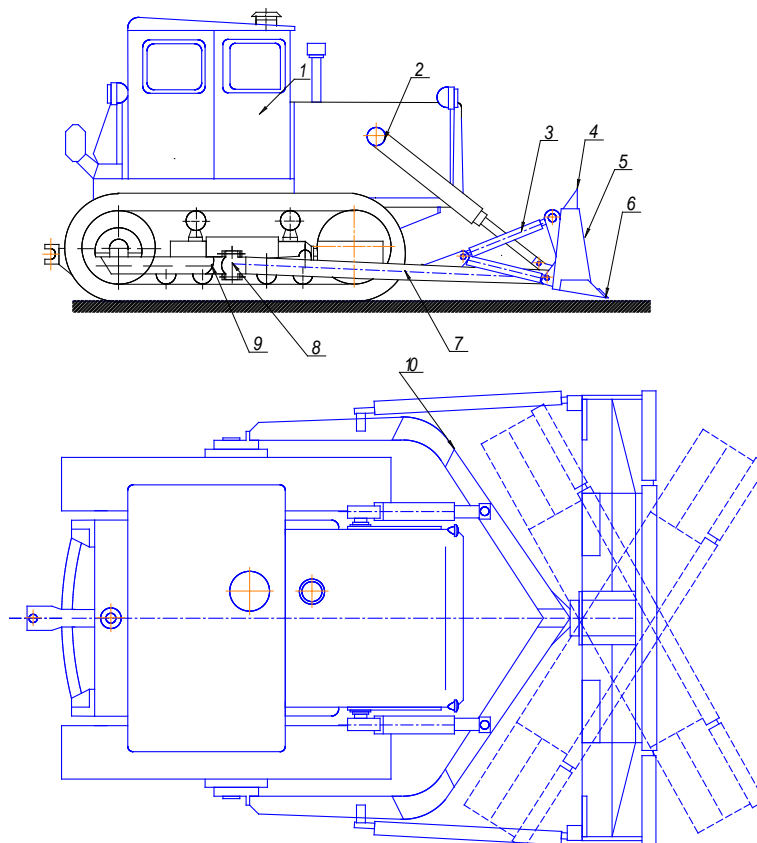


Рис. 11. Бульдозер ДЗ-18

1 – трактор, 2 – гидроцилиндр, 3 – толкатель, 4 – козырек, 5 – отвал, 6 – нож, 7 – универсальная рама, 8 – опорный шарнир, 9 – опора, 10 – шаровое гнездо.

Для крепления рамы к толкателям используют кронштейны 8. С опорами 10, приваренными к рамам гусеничных тележек, рама соединена проушинами и пальцами 12. Для облегчения разборки применяют пальцы с различными диаметрами посадочных поверхностей. В пальцах выполнены резьбовые отверстия (для съемника) на торцах. Пальцы фиксируют в опорах шпильками 11. В проушины 9 рамы запрессованы втулки 13, которые при изнашивании можно заменять.

Для соединения рамы с трактором можно использовать опорные шарниры, как у бульдозеров ДЗ-54. Эти шарниры облегчают разборку.

Отвал представляет собой сварную коробчатую конструкцию с криволинейным лобовым листом 21. Сзади внизу лист укреплен коробкой, состоящей из днища 14, задней стенки 19 и диафрагмы 18. В середине отвала в эту коробку вварено шаровое гнездо 17, снабженное пластиной 25 для соединения с шаровой головкой универсальной рамы. Сверху лобовой лист усилен верхней коробкой 22 и вертикальными коробками 24. Козырек 23 укреплен ребрами 26. По бокам к лобовому листу 21 приварены боковины 20 с износными пластинами 30.

Для соединения отвала с толкателями в них выполнены проушины 16 с пальцами 15. Внизу к лобовому листу болтами закреплены правый 27, средний 28 и левый 29 ножи. В этом месте лобовой лист усилен планкой. Средний нож имеет две режущие кромки: при изнашивании одной кромки его переворачивают.

Толкатели (рис.12) служат для крепления отвала к раме и изменения его положения при работе. Они выполнены в виде брусьев коробчатого или трубчатого сечения и винтовых раскосов. Раскосы связаны между собой шарнирными соединениями, которые позволяют изменять расстояние между местами крепления к раме и отвалу.

Толкатели соединены с проушинами на отвале пальцами и крестовинами 31 и 39. В трубу 35 раскоса спереди вварен вкладыш 32 с внутренней резьбой, а сзади - втулка с проушиной. Проушина, которая может поворачиваться во втулке, от осевого смещения удерживается буртиком на ее конце.

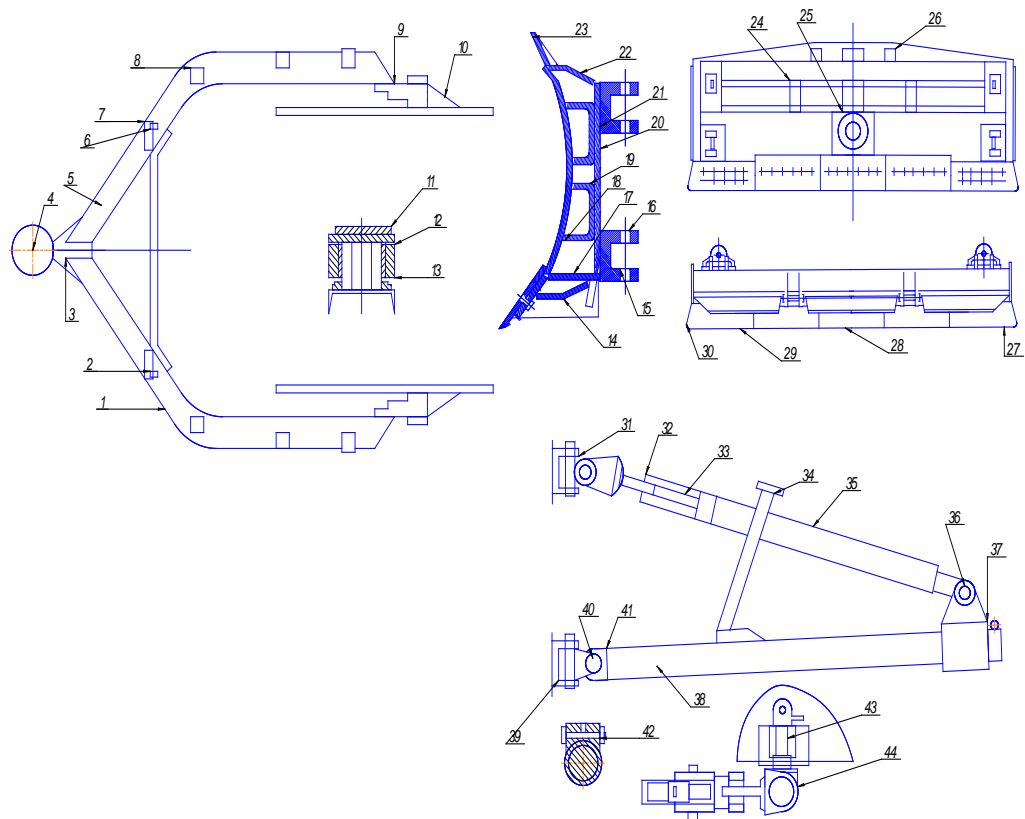


Рис. 12. Сборочные единицы бульдозера ДЗ-18

а – универсальная рама, б – отвал, в – толкатель; 1,5 правая и левая полурамы, 2,3,9,16,36 – проушины, 4 – шаровая головка, 6,15 – пальцы, 7 – гайка, 8 – кронштейн, 10 – опора, 11 – шпилька, 12 – опорный палец, 13 – втулка, 14 – днище коробки, 17 - шаровое гнездо, 18 – диафрагма, 19 – задняя стенка коробки, 20 – боковина, 21 – лобовой лист, 22 – верхняя коробка, 23 – козырек, 24 – вертикальная коробка, 25 – пластина крепления рамы, 26 – ребро, 27,28,29 – правый и левый ножи, 30 – износная пластина, 31,39 - крестовины,32 – вкладыш, 33 – винт раскоса, 34 – рукоятка, 35 – труба раскоса,37 – винт бруса, 38 – брус, 40 – соединительный палец, 41 – вилка, 42 – стяжной болт, 43 – шкворень, 44 – вилка винта.

В середине через трубу раскоса проходит рукоятка 34, с помощью которой изменяют длину раскоса. Резьбовая часть винта 33 раскоса защищена от пыли уплотнением во вкладыше.

Брус 38 спереди соединен с крестовиной 39 с помощью сваренной в него вилки 41 и соединительного пальца 40. Сзади к брусу приварена проушина 36 для соединения с раскосом. Винтом 37 с вилкой 44 брус соединен со шкворнем 43, укрепленным в кронштейне на раме. Во избежание самопроизвольного отворачивания винта 37 резьбовое соединение зажимают стяжным болтом 42. Смазывают винты и шарниры толкателей через масленки.

Изменяют угол резания и перекос в ту или иную сторону регулированием длины раскосов толкателей, а угол в плане – перестановкой шкворней 43 толкателей в различные кронштейны на раме.

**Бульдозер ДЗ-18А** снабжают системой автоматического управления «Автоплан-1».

**Бульдозер ДЗ-17** с канатно-блочным управлением отличается от бульдозера ДЗ-18 только использованием канатно-блочного управления.

**Бульдозер ДЗ-28** с гидроуправлением снабжен полностью унифицированными с бульдозером ДЗ-18 отвалом, универсальной рамой, толкателями, опорными шарнирами и опорами. Управление отвалом – гидроцилиндрами от гидросистемы трактора. Такие же сборочные единицы, но повышенной прочности использованы в бульдозерах **ДЗ-109** и **ДЗ-109ХЛ** с гидроуправлением и двигателем мощностью 160 л.с.

**Бульдозер ДЗ-60** принципиально устроен так же, как описанные конструкции, и отличается от них в основном размерами. Бульдозер снабжен гидравлическим управлением и опорными шарнирами сферического типа.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для каких видов работ предназначены бульдозеры?
2. По каким признакам классифицируются бульдозеры?
3. Какие вы знаете основные узлы бульдозеров?
4. Какие вы знаете основные типы рабочего оборудования бульдозеров?
5. Какие вы знаете основные параметры базовых машин и рабочего оборудования бульдозеров с неповоротным отвалом?
6. Какие вы знаете основные параметры базовых машин и рабочего оборудования бульдозеров с поворотным отвалом?
7. Какие типы бульдозерных отвалов вы знаете?
8. Перечислите геометрические параметры отвалов.
9. Какие основные операции рабочего цикла бульдозера вы можете назвать?
10. Каким дополнительным оборудованием могут оснащаться бульдозеры?

## Лабораторная работа № 6

### Скреперы

Цель работы: Изучить устройство скреперов.

Задание:

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу скреперов, их технические характеристики.
2. Вычертить принципиальные компоновочные схемы скреперов.
3. Описать назначение и классификацию скреперов, их рабочий процесс.
4. Вычертить основные этапы рабочего цикла самоходного скрепера.
5. Вычертить схему прицепного скрепера, описать его устройство.

Порядок выполнения:

#### Общие сведения

Название “скрепер” происходит от английского слова «scraper», что в переводе означает скребок.

Скрепер является землеройно – транспортной машиной и предназначен для послойной разработки, перемещения и отсыпки грунта слоем заданной толщины.

Скреперами разрабатывают различные грунты – от песчаного до глинистого. Очень тяжелые и плотные грунты предварительно разрыхляют.

Скреперы широко используют при разработке грунта в котлованах и траншеях с перемещением его в насыпи или отвалы. С помощью скреперов строят каналы, укладывают грунт в плотины и дамбы, выполняют вскрышные работы при добыче полезных ископаемых. Успешно применяют скреперы при планировке рисовых чеков.

Неузнаваемо изменилась конструкция скрепера. Ранее (в двадцатые годы) это была механическая лопата вместимостью 1 м<sup>3</sup>, передвигаемая с помощью конной или тракторной тяги (рис. 1,2).

Современный скрепер имеет ковш вместимостью до 25 – 30 м<sup>3</sup>. Мощность двигателей скрепера достигает 1100 л.с. (110 кВт) и позволяет развивать скорость до 50 км/ч (рис. 3).

При большом разнообразии конструкций все скреперы имеют рабочее и тяговое оборудование.

Рабочее оборудование предназначено для набора, перевозки, выгрузки грунта, оно состоит из ковша и механизмов управления.

Современные скреперы по способу загрузки ковша делятся на два типа: заполняемые тяговым усилием (рис.4) и с помощью элеватора (рис.5).

Ковш скрепера первого типа (рис.4,а) состоит из днища 4 и боковых стенок 2. На передней кромке днища - подножевой плите устанавливают ножи 5 для срезания слоя грунта. В передней части ковша размещается подвижная заслонка 1, с помощью которой изменяется размер щели между ножами и нижней кромкой заслонки. Эта щель устанавливается машинистом в зависимости от типа и толщины срезаемого грунта.

Разгружается ковш скрепера первого типа выдвиганием грунта задней стенкой 3 в щель, образованную полностью поднятой заслонкой 1 (рис. 4,б). Такой способ разгрузки называется принудительным и является наиболее распространенным.

У скреперов с элеваторной загрузкой вместо заслонки размещен скребковый элеватор 1 (рис.5,а), транспортирующий срезанный ножом слой грунта в ковш.

Элеваторный скрепер загружается через щель, образуемую открытым днищем 4. При этом часть грунта из ковша высыпается под собственной массой, а остальная часть выдвигается задней стенкой 2 (рис.5,б).

Подъем и опускание ковша и заслонки, выдвигание и возврат задней стенки, а также поступательное движение скребков элеватора осуществляются у скреперов обоих типов приводом рабочего оборудования и механизмом управления им.

Тяговое оборудование (трактор или тягач) предназначено для передвижения скрепера при наборе и транспортировании грунта.

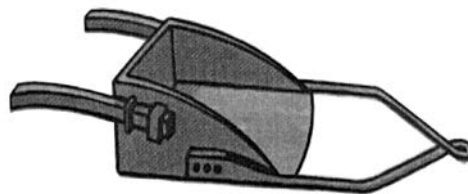


Рис.1. Механическая лопата вместимостью 0,25 м<sup>3</sup> для конной тяги

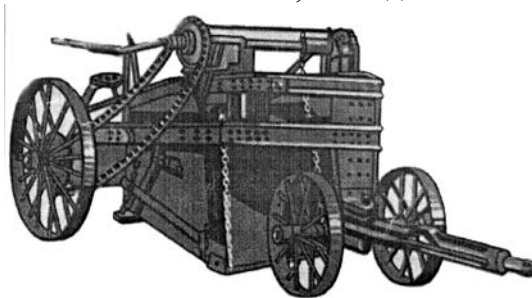


Рис.2. Тракторная механическая лопата вместимостью 1 м<sup>3</sup>

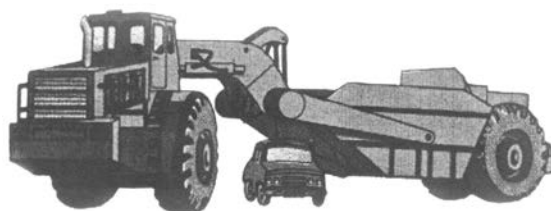


Рис.3. Скрепер ДЗ-67 с ковшем вместимостью 25 м<sup>3</sup>

По типу соединения рабочего и тягового оборудования скреперы делятся на прицепные, полуприцепные и самоходные (рис. 6).



У прицепных скреперов базовой машиной является гусеничный трактор, У этих скреперов вся нагрузка, включая массу грунта в ковше, передается только на колеса скрепера (рис. 6, а).

У полуприцепных скреперов (рис, 6, б) часть нагрузки от их массы через опорно-цепное устройство передается на трактор.

Самоходный скрепер (рис. 6, в) представляет собой единую двухосную машину с собственной силовой установкой, обеспечивающей передвижение машины и управление рабочим оборудованием.

Каждый скрепер имеет наиболее рациональную область применения, например скреперы, загружаемые тяговым усилием, набирают сыпучие грунты плохо, а скреперы с элеватором — хорошо,

Выбор типа скрепера зависит в основном от степени проходимости и дальности транспортирования грунта.

Прицепные скреперы с гусеничными тракторами обладают высокой проходимостью и могут успешно работать во время дождей и распутицы, Самоходные скреперы менее проходимы и требуют для работы более благоприятных дорожных условий. Полуприцепные скреперы на базе колесных тракторов, сочетающие в себе качества прицепных и самоходных скреперов и имеющие высокие транспортные скорости, наиболее эффективны при перемещении грунта на значительные расстояния. Наша промышленность в настоящее время осваивает производство таких скреперов на базе колесных промышленных тракторов Т-158 и К-702.

Самоходные скреперы, имеющие высокие транспортные скорости, выгоднее применять при перевозке грунта на большие расстояния.

Скреперы с элеваторной загрузкой ковша могут быть прицепными, полуприцепными и самоходными.

Такие скреперы выгодней использовать на небольших объектах при отделочных работах. В настоящее время наши конструкторы и ученые работают над созданием элеваторных скреперов с ковшами вместимостью до 15 м<sup>3</sup>.

Рациональный выбор скрепера в значительной мере определяется вместимостью ковша, которую подразделяют на геометрическую и с «шапкой». Геометрическая вместимость ковша определяется главным параметром скрепера и лежит в основе типоразмерного ряда этих машин.

Геометрическая вместимость ограничена днищем, боковыми стенками, заслонкой и задней стенкой. Вместимость с «шапкой» включает объем грунта, набранного в ковш выше уровня боковых стенок. Обычно объем «шапки» составляет до 20% геометрической вместимости.

Естественно, что при строительстве объектов, требующих больших объемов земляных работ, выгоднее использовать скреперы с ковшом большой вместимости.

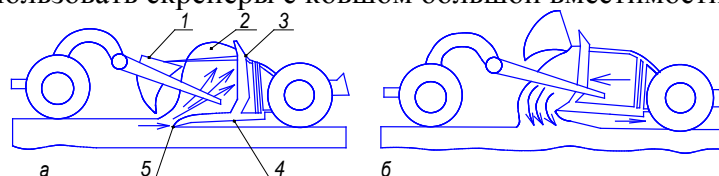


Рис.4. Схема скрепера, заполняемого тяговым усилием  
а - загрузка; б – разгрузка; 1- заслонка; 2 – боковая стенка; 3 – задняя стенка; 4 – днище; 5 – ножи

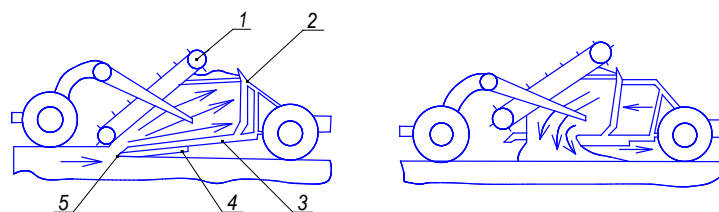
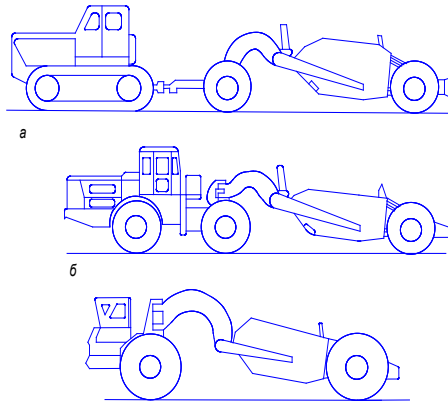


Рис. 5. Схема скрепера с элеваторной загрузкой.  
А – загрузка; б – разгрузка; 1 – элеватор; 2 – задняя стенка; 3 – днище; 4 – откатное днище; 5 – ножи



Для лучшего понимания работы скрепера полезно познакомиться с некоторыми теоретическими основами. При работе скрепера различают два режима: транспортный и набор грунта.

Рассмотрим схему сил, действующих скрепер в транспортном режиме.

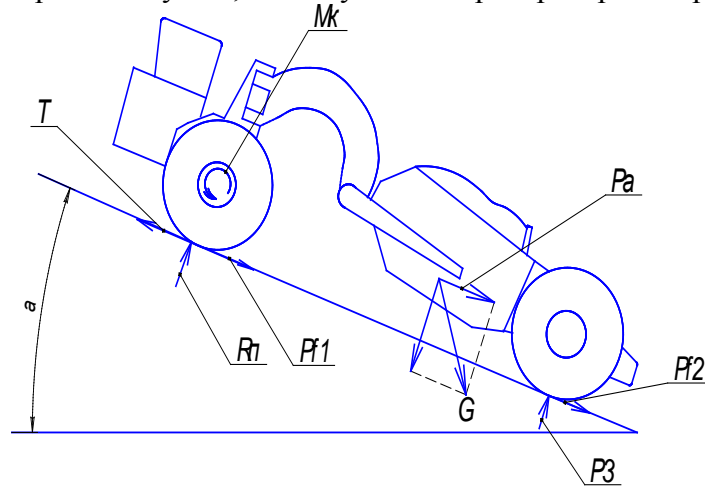


Рис.7 – Съема сил, действующих на скрепер в транспортном режиме.

Тяговая сила  $T$ , приложенная к скреперу, должен преодолеть сопротивление внешних сил, возникающих при движении машин.

При подъеме сила сопротивления движению складывается из сопротивлению качению  $R_1$ ,  $R_2$  и сопротивления подъему  $P_\alpha$ . Сила сопротивления качению возникает вследствие деформации шин и поверхности дороги в зоне их контакта и равна произведению полной массы скрепера на коэффициент сопротивления качению.

Для плотной укатанной грунтовой дороги коэффициент сопротивления качению равен  $0,05 - 0,06$ . Так, например, передвижение скрепера общей массой  $15$  т по такой дороге потребует тяговую силу  $15 \times 0,06 = 0,9$  т.

Для рыхлого насыпного грунта этот коэффициент равен  $0,1 - 0,18$ , а для асфальта –  $0,02 - 0,03$ .

Сила сопротивления подъему  $P_\alpha$  тем больше, чем больше масса скрепера  $G$  и угол подъема дороги  $\alpha$ . При движении под уклон сила  $P_\alpha$  изменяет направление, т.е. превращается в силу, способствующую движению скрепера, и должна вычитаться из силы сопротивления качению при определении общего сопротивлению движению.

Таким образом, очевидно, что трасса, предназначенная для транспортировки грунта скреперами, должна иметь наименьший угол подъема и наибольшую плотность укатанной поверхности.

При наборе грунта помимо сопротивления движению возникают сопротивления, связанные с резанием грунта и наполнением ковша скрепера.

Процесс заполнения ковша скрепера (рис. 8) зависит от типа грунта. Связные и влажные грунты после заглубления ножа в начале резания дают устойчивый слой стружки, который движется по днищу ковша и упираются в заднюю стенку. После этого стружка ломается в зоне ножа, а срезаемый грунт образует последующие слои в ковше (рис. 8, а-в).

При разработке малосвязных грунтов стружка ломается практически сразу над ножом и проталкивается через толщу ранее набранного в ковше грунта в виде воронки (рис.8, г-е).

Часть грунта при наполнении ковша скапливается перед заслонкой и образует призму золочения, которая для малосвязных грунтов больше, чем для связных.

Из схем наполнения ковша видно, что при этом необходимо преодолеть ряд сопротивлений, возникающих в результате трения ковша и грунта по грунту и перемещения машины.

Таким образом, общее сопротивление в процессе резания грунта включает сопротивление: движению скрепера; грунта резанию; наполнению ковша; перемещению призмы волочения.

Величина этих сопротивлений зависит от свойств, типа и сопротивления.

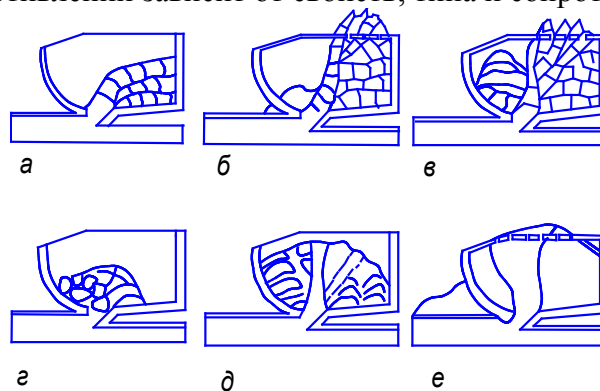


Рис. 8. Схемы заполнения ковша грунтом  
а, б, в- связным; г, д, е- малосвязным

Сопротивление движению и резанию грунта обычно «оставляет не более 30—40% тягового усилия; необходимого для наполнения ковша. Остальные 60—70% тягового усилия расходуются не проталкивание стружки грунта через толщу имеющегося в ковше грунта, т. е. на наполнение ковша,

Этим обстоятельством, в частности, объясняется стремление создать скреперы, требующие меньшей затраты тягового усилия м счет механизма загрузки, например элеватора.

На основании изучения процесса резания грунта улучшается конструкция скреперов, Так, современные ковши имеют низкие боковые стенки и короткое днище, значительную часть объема ковша занимает заслонка, более рациональные формы и точка подвески заслонки позволяют уменьшить призму волочения. Кроме того, изучение процесса резания помогло его усовершенствовать, предложить более рациональные приемы работы, о которых будет рассказано в соответствующих главах книги.

Для передвижения скреперного агрегата его базовая машина (трактор или тягач) должна иметь тяговое усилие, равное или превышающее суммарную силу сопротивлений. Причем тяговое усилие, необходимое при режиме копания, может быть в 10 раз больше, чем тяговое усилие ори транспортном режиме. В то же время скорость передвижения скрепера в первом случае не превышает 2,5—3,5 км/ч, а во втором случае должна быть максимально возможной (§—10 км/ч для прицепных и 30—40 км/ч для самоходных скреперов).

Рассмотрим, каким же образом создается тяговое усилие, как происходит его изменение, а также изменение скорости движения в таком широком диапазоне.

Источником движущей силы скрепера является двигатель, установленный на базовой машине. Коленчатый вал двигателя через механизмы силовой передачи (трансмиссию) передает вращение и вращательное усилие (крутящий момент) гусеницам трактора или ведущим колесам тягача, называемым движителями.

В месте контакта движителя с дорогой создается тяговая сила. Сумма этих сил на всех гусеницах или ведущих колесах определяет тяговую силу, являющуюся движущей силой машины (см. рис 7). Величина тяговой силы не может превысить силу сцепления движителей с дорогой, равную произведению массы, приходящейся на движители (сцепная масса), на коэффициент сцепления. Коэффициент сцепления зависит от типа движителя, типа и

состояния дороги и других факторов. Например, коэффициент сцепления гусениц с грунтом составляет  $0,9 - 1$ , а колеса с грунтом –  $0,5 - 0,6$ . Это означает, что гусеничный трактор массой  $10$  т развивает тяговую силу, равную  $10 \times 1 = 10$  т ( $98$  кН), в то время как колесный тягач при такой же сцепной массе может развить лишь  $10 \times 0,6 = 6$  т ( $58,8$  кН).

Это обстоятельство, в частности, объясняет причину потребности самоходных колесных скреперов в тракторах – толкачах для заполнения ковша.

Если тяговая сила на движителе превысила силу сцепления, движители начнут проворачиваться, т.е. пробуксовывать, причем величина буксования колес значительно больше величины буксования гусениц.

Тяговая сила и скорость скрепера изменяются трансмиссией. В настоящее время применяют в основном два типа трансмиссии: механическую и гидромеханическую.

Изменение крутящего момента двигателя зависит от частоты вращения коленчатого вала. С увеличением частоты вращения (числа оборотов) коленчатого вала крутящий момент уменьшается. Поскольку крутящий момент двигателя передается движителям и создает при этом тяговую силу, очевидно, что тяговая сила изменяется аналогично в зависимости от частоты вращения движения или скорости движения машины.

Величина тяговой силы или крутящего момента определяется сопротивлением, возникающим при работе скрепера, т. е. чем больше сопротивление, тем больше требуется крутящий момент. Например, при необходимости обеспечения крутящего момента  $M_2$  частота вращения коленчатого вала составит  $n_2$ .

В случае роста сопротивления движению скрепера крутящий момент может повыситься до  $M_1$  (что составляет не более  $10 - 15$  %), но частота вращения вала при этом снизится до  $n_1$ . Однако такое изменение крутящего момента двигателя, а следовательно, и тяговой силы на движителях недостаточно для требуемого диапазона работы скрепера, поэтому в трансмиссиях применяют коробки перемены передач, позволяющие с помощью последовательного включения шестерен с различным числом зубьев ступенчато изменять величину крутящего момента, подводимого к движителям. Таким образом, увеличивается диапазон изменения тяговой силы и скорости движения машины.

В случае роста сопротивления движению скрепера крутящий момент может повыситься до  $M_1$  (что составляет не более  $10 - 15$  %), но частота вращения вала при этом снизится до  $n_1$ . Однако такое изменение крутящего момента двигателя, а следовательно, и тяговой силы на движителях недостаточно для требуемого диапазона работы скрепера, поэтому в трансмиссиях применяют коробки перемены передач, позволяющие с помощью последовательного включения шестерен с различным числом зубьев ступенчато изменять величину крутящего момента, подводимого к движителям. Таким образом, увеличивается диапазон изменения тяговой силы и скорости движения машины.

Тяговая характеристика (см. рис. 7,б) как раз и отражает эту зависимость. Зная суммарное сопротивление движению, с помощью тяговой характеристики можно определить на какой передаче и с какой скоростью скрепер сможет работать.

Механические трансмиссии имеют ряд недостатков, основным из них является необходимость частого переключения передач в процессе работы скрепера, что приводит к нерациональному использованию мощности двигателя и повышенной утомляемости машиниста.

Гидромеханическая трансмиссия с гидротрансформатором позволяет устранить этот недостаток.

Простейший гидротрансформатор (рис. 10) состоит из трех колес, снабженных лопатками и образующих в сечении круг, полость которого заполняется рабочей жидкостью – маслом. Колесо 2, соединенное с коленчатым валом 1 двигателя, называют насосом. Колесо 5, закрепленное на выходном валу 4, из гидротрансформатора называют турбиной, а колесо 3, закрепленное неподвижно, 3 - реактором.

Лопатки вращающегося насоса отбрасывают масло в сторону турбины, увлекая ее вслед за насосом. Из турбины масло при определенном наклоне лопаток выходит в направлении, обратном вращению насоса, и ударяется о неподвижные лопатки реактора. В результате удара создается ответная сила (реакция) потока на турбину.

Таким образом, турбина вращается под действием крутящего момента двигателя, передаваемого ей потоком жидкости от насоса, а также дополнительной силы от реактора. Отсюда видно, что на валу турбины (выходном валу гидротрансформатора) можно получить крутящий момент больше момента двигателя.

Основными недостатками гидромеханической трансмиссии являются сложность и удорожание конструкции, а также повышенный расход топлива.

### Прицепные скреперы.

Прицепные скреперы Д – 569 с ковшем вместимостью 3 м<sup>3</sup>, ДЗ – 111 с ковшем вместимостью 4,5 м<sup>3</sup>, Д - 498 с ковшем вместимостью 7 м<sup>3</sup>, ДЗ – 77С с ковшем вместимостью 15 м<sup>3</sup>.

Все эти скреперы имеют гидравлическую систему управления рабочим оборудованием и принудительную разгрузку ковша.

Прицепные скреперы отличаются простотой конструкции, легкостью управления и обслуживания.

Прицепные скреперы состоят из базового гусеничного трактора и скреперного оборудования, соединенных между собой с помощью буксирного крюка на тракторе и тягового дышла.

Управление рабочего оборудования этих скреперов осуществляется от гидравлического привода, установленного на тракторе.

Благодаря высоким тяговым качествам базовых тракторов прицепные скреперы, как правило, обеспечивают самостоятельный набор грунта. Однако при разработке особо тяжелых грунтов работают одновременно по 3 – 5 скреперов, имеющих тракторы – толкачи.

Преимуществом прицепных скреперов с гусеничными тракторами является высокая проходимость, обеспечивающая работоспособность машины в районах страны с повышенной влажностью грунтов, с затяжными и крутыми подъемами, в тяжелых условиях бездорожья.

Однако низкие транспортные скорости тракторов (10 – 11 км/ч) ограничивают область применения этих скреперов по перемещению грунта на расстояние до 400 – 500 м.

Скреперное оборудование или собственно прицепной скрепер является двухосной колесной машиной, типовая конструкция которой показана на рис. 11.

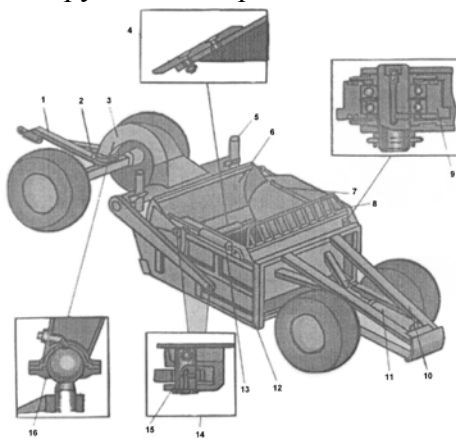


Рис.11.Скреперное оборудование:1-дышло;2-ось;3-тяговая рама;4- нож;5- гидроцилиндр подъема ковша;6-заслонка;7- направляющая;8- задняя стенка;9- ролик;10- Буферная рама;11- гидроцилиндр задней стенки;12-ковш;13- гидроцилиндр заслонки;14- палец крепления тяговой рамы;15-палец крепления заслонки;16-шаровое соединение.

Тяговое усилие трактора через дышло 1 и переднюю ось 2 передается тяговой раме 3 скрепера. Сферическое соединение 16 тяговой рамы и передней оси позволяет им взаимно поворачиваться при поворотах и наклонах машины.

Тяговая рама пальцами 14 шарнирно соединена с ковшем 12, благодаря чему ковш под воздействием гидроцилиндра 5 может устанавливаться (опускаться и подниматься) в различное рабочее положение.

Ковш скрепера служит емкостью для обрабатываемого грунта и одновременно является несущей конструкцией, заменяющей раму для восприятия нагрузок от массы и тяги.

В задней части ковша размещается буферная рама 10, предназначенная для крепления колес, а также упора трактора – толкача.

В передней части ковша имеется заслонка 6 на рычагах, которая с помощью пальцев 15 шарнирно крепится к боковым стенкам ковша. Подъем и опускание заслонки производится гидроцилиндрами 13.

Задняя стенка 8 для разгрузки ковша выдвигается вперед с помощью гидроцилиндра 11.

Для предотвращения перекоса при движении на задней стенке установлены боковые ролики,двигающиеся по направляющим 7.

Кроме того, задняя стенка опирается на ролики, которые установлены за щитом стенки и катятся по днищу ковша.

Ступицы 1 колес скрепера (рис.12) устанавливаются на конических подшипниках 8,9, опирающихся на полуось 6. Полуоси пальцами 7 неподвижно закреплены в гнездах буферной рамы или передней оси.

Гидравлическая система скрепера (рис. 13) включает в себя бак 1, насос 2 и гидрораспределитель 3, устанавливаемые на базовом тракторе, а также гидроцилиндры и трубопроводы. Вся система заполнена рабочей жидкостью – маслом.

Для управления положением ковша, заслонки и задней стенки гидрораспределитель имеет три самостоятельные секции, объединенные общим питанием от одного насоса и общим сливом в бак.

Принцип работы гидравлической системы рассмотрим на примере одной из трех секций (рис.14).

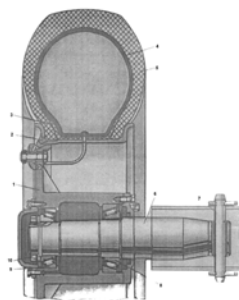


Рис. 12. Колесо скрепера

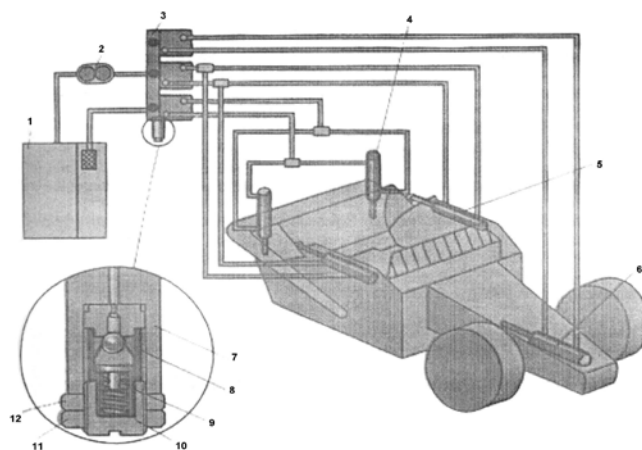


Рис. 13. Схема гидросистемы скреперного оборудования:

1 – бак, 2 – насос, 3 – гидрораспределитель, 4 – гидроцилиндр подъема ковша, 5 - гидроцилиндр заслонки, 6 – гидроцилиндр задней стенки, 7 – предохранительный клапан, 8 – шарик, 9 – пружина, 10 – регулировочный винт, 11 – контргайка, 12 - гайка

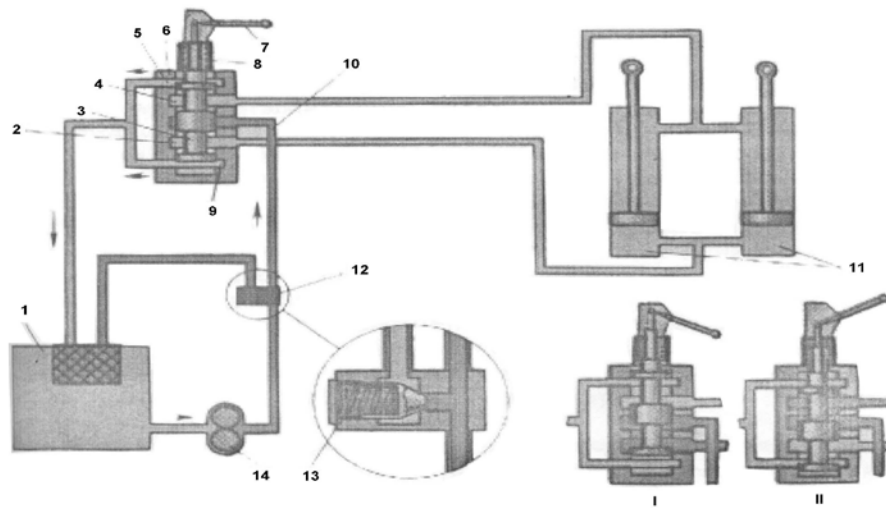


Рис. 14. Принцип работы гидросистемы: I, II-рабочие положения; 1-бак; 2,4-рабочие полости; 3-золотник; 5,9-сливные полости; 6-гидрораспределитель; 7-рукоятка; 8-возвратная пружина; 10-напорная полость; 11-гидроцилиндры; 13-пружина; 14- насос.

Управляется гидрораспределитель 6 рукояткой 7, которая перемещает золотник 3.

При положении золотника 3, показанном на схеме рис. 14, полости 2,4,5,9, и 10 перекрыты, т масло в гидроцилиндрах 11, а следовательно, и сами гидроцилиндры «заперты». При этом масло, поступаая от насоса 14 к гидрораспределителю 6, повышает давление в напорной линии (полость 10) и, преодолев сопротивление пружины 13 переливного клапана 12, встроенного в гидрораспределитель, Проходит на слив в бак 1.

При опущенном золотнике 3 (рис. 14, положение I) полость напора 10 соединяется с полостью 2 гидроцилиндра, а полость 4 со сливом 9 и шток гидроцилиндра начинают выдвигаться.

При поднятом золотнике 3 (рис, 14, положение II) направление подачи и слива масла меняется на противоположное и, следовательно, шток гидроцилиндра движется в обратном направлении. Возвращается золотник 3 в исходное положение под действием пружины 8.

#### **Базовые тракторы прицепных скреперов.**

Прицепные скреперы работают в сцепе с гусеничными тракторами ДТ – 75р, Т – 100МГС и Т – 130Г – 1.

Основным параметром, по которому подразделяют тракторы для скрепера определенной емкости, является тяговое усилие.

Конструкция гусеничного трактора показана на рис. 15. Назначение и устройство основных наиболее типичных составных частей двигателя, трансмиссии и ходовой части следующие.

Двигатель служит для преобразования тепловой энергии в механическую. На тракторах устанавливают дизельные двигатели водяным охлаждением. Охлаждающая жидкость в системе с помощью насоса принудительно циркулирует через радиатор, обдуваемый вентилятором. Пуск двигателя производится электростартером или специальным пусковым двигателем.

Для очистки от пыли воздуха, поступающего в двигатель, установлены воздухоочистители.

Трансмиссия передает крутящий момент двигателя ведущим колесам, изменяет скорость и направление движения, служит для поворотов и остановок трактора. В трансмиссию гусеничного трактора входят муфта сцепления, соединительные или карданные валы, коробка передач и задний мост.

Муфта сцепления позволяет плавно отключать трансмиссию от коленчатого вала работающего двигателя, что необходимо в момент переключения скорости в коробке передач.

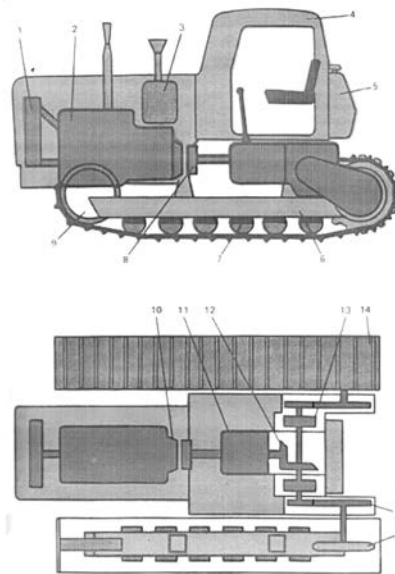


Рис. 15. Компоновка гусеничного трактора

1 – радиатор, 2 – двигатель, 3 – воздухоочиститель, 4 – кабина, 5 – топливный бак, 6 – гусеничная тележка, 7 – каток, 8, 10 – муфта сцепления, 9 – направляющее колесо, 11 – коробка передач, 12 – главная передача, 13 – механизм поворота, 14 – гусеница, 15 – бортовой редуктор, 16 – ведущее колесо

На тракторах применяют сухие одно- или двухдисковые постоянно замкнутые муфты сцепления (рис. 16). Эти муфты называются сухими, потому что передача крутящего момента производится за счет сухого трения между ведущими 2,8 и ведомыми 9 дисками, сжатыми с помощью пружин 7.

Ведущими дисками называют диски, связанные с маховиком 1 двигателя, а ведомыми - с выходным валом 10. Эта муфта в обычном состоянии постоянно включена (замкнута) и для ее выключения необходимо принудительно развести диски. Вращение выходного вала 10 передается коробке передач, с помощью которой изменяются скорость и направление движения машины.

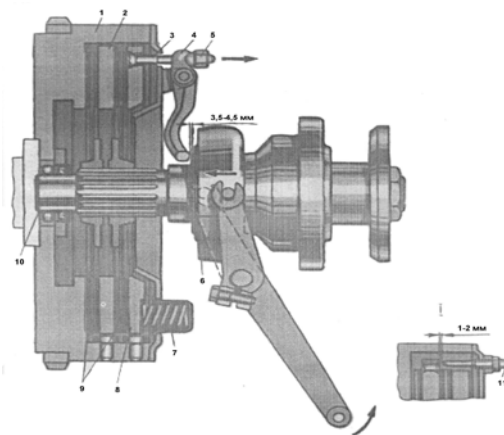


Рис.16. Муфта сцепления: 1-регулировка отхода среднего ведущего диска; 2-маховик двигателя; 3-болт; 4-рычаг отжимной; 5-гайка регулировочная; 6-выжимной подшипник; 7-пружина; 8-диск ведущий; 9-диск ведомый; 10-выходной вал; 11-регулировочной болт.

Принцип работы простейшей механической коробки передач (рис.17) следующий.

Изменение частоты вращения выходного (вторичного) вала 11 коробки передач по сравнению с входным (первичным) валом 6 производится изменением передачи путем включения в работу пар шестерен с различным числом зубьев (т.е. изменением передаточного числа трансмиссии).



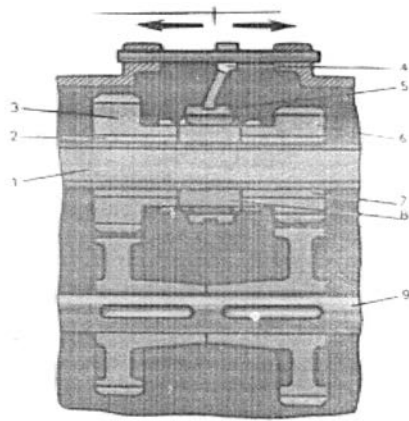


Рис.17. Коробка передач:1-ведущая шестерня 2-й передачи; 2-скалка; 3-рычаг; 4-вилка; 5- ведущая шестерня 1-й передачи; 6-первичный вал; 7-шестерны заднего хода; 8-ведущая шестерня 1-й передачи и заднего хода; 9-вал заднего хода; 10-ведомая шестерня заднего хода; 11-вторичный вал; 12-ведомая шестерня 2-й передачи; 13- главная передача; 14-фиксатор.

Передачи переднего хода включается перемещением шестерен 1 или 5 вдоль вала 6 до зацепления с шестернями 8 или 10, установленными на вторичном валу 11. Для включения заднего хода нужно шестерню сдвинуть влево до зацепления с шестерней 10, закрепленной на валу 9. Таким образом, вал 11 будет вращаться через дополнительный вал 9 и шестерни 7, 8 в обратном направлении. Включаются передачи механизмом управления, состоящим из рычага 3, скалки 2 и вилки 4. Включенное положение определяется фиксатором 14, который под действием пружины западает в паз на скалке 2.

Такого типа коробки передач устанавливаются на тракторах ДТ-75р, Т-4АП2 и Т-100МГС В коробке передач трактора Т-130Г-1 все пары шестерен находятся в постоянном зацеплении, а передачи включаются зубчатой муфтой 8 (рис. 18).

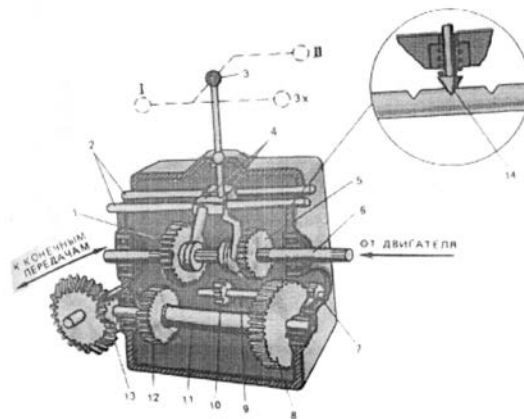


Рис.18. Узел коробки передач с постоянно зацепленными шестернями:  
1-первичный вал; 2, 7-подшипник; 3,6-ведущие шестерни; 4-скалка;  
5-кадетка; 8-зубчатая муфта; 9- вторичный вал.

Ведущие шестерни 3, 6 свободно вращаются на подшипниках 2, 7, установленных на первичном валу I. Для включения передачи необходимо переместить скалку 4 с кареткой 5 до зацепления с зубчатым венцом на шестерне 3 или 6. В этом случае вращение вала 1 через зубчатую муфту 8 и включенную ведущую шестерню передается на ведомую шестерню и вал 9.

Задний мост гусеничных тракторов Т-100МГС и Т-130-1 служит для передачи крутящего момента от коробки передач на левое и правое ведущие колеса гусениц (рис.19).

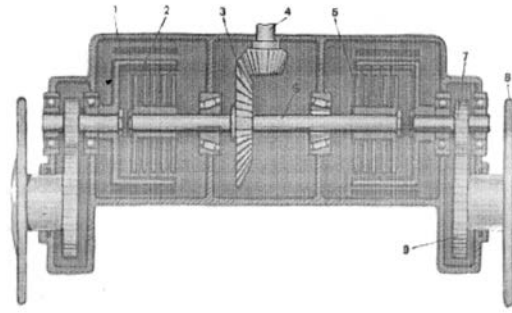


Рис.19. Схема заднего моста с фрикционным механизмом поворота:  
1-ленточный тормоз; 2-ведомый диск; 3-ведомая шестерня главной передачи; 4-ведущая шестерня главной передачи; 5-ведущий диск; 6-вал; 7,9-шестерня бортового редуктора; 8-ведущее колесо.

При обоих включенных фрикционных механизмах крутящий момент от главной передачи (шестерни 3,4) через вал 6, сжатые пакеты ведущих 5 и ведомых 2 дисков, а также зубчатые передачи бортовых редукторов (шестерни 7, 9) передается ведущим колесам 8. В этом случае трактор движется прямолинейно. При выключении одного из фрикционных механизмов подача крутящего момента к соответствующей гусенице прекращается и трактор начинает постепенно поворачиваться в сторону отключенной гусеницы. Если ведомую часть отключенного фрикционного механизма затормозит ленточным тормозом 1, трактор начнет резко поворачиваться на месте вокруг остановленной гусеницы.

На тракторах Т-4АП2, Т-100МГС и Т-130Г-1 принята полужесткая подвеска, при которой остов машины по оси ведущих колес шарнирно закреплен в подшипниках, а передней частью через листовые рессоры 2 опирается на гусеничные тележки 4 (рис. 21). При такой конструкции подвески каждая тележка в пределах деформаций рессор может качаться относительно оси ведущих колес, обеспечивая амортизацию трактора, а также постоянный контакт гусениц при движении по неровной дороге.

На раме 1 тележки 4 жестко закреплены опорные 6 и поддерживающие 3 катки, а также направляющее колесо 8, на которые натягивается гусеница 7 трактора.

Для регулировки натяжения гусеницы направляющее колесо может перемещаться с помощью винтового, а для трактора Т-130Г-1 — гидравлического натяжного устройства 9.

На тракторе ДТ- 75р опорные и поддерживающие ролики закреплены на каретках и балансирно подвешены на раме трактора, а подрессоривание каретки обеспечивается пружинами (рис.22).

#### Самоходные скреперы.

В нашей стране серийно выпускают самоходные скреперы вместимостью ковша 8 м<sup>3</sup> (Д-357П) и 15 м<sup>3</sup> (Д-392), а также изготовлены первые образцы скрепера ДЗ-67 вместимостью ковша 25 м<sup>3</sup>. Самоходный скрепер представляет собой шарнирно-сочлененную машину и состоит из одноосного тягача (рис. 23) и ковша, соединенных между собой седельно-сцепным устройством и тяговой рамой.

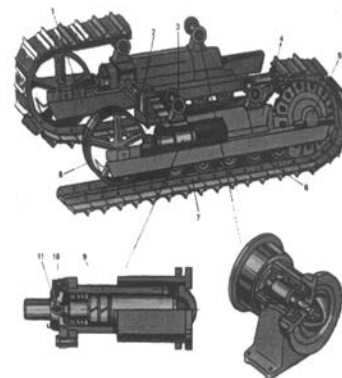


Рис. 21. Ходовая часть гусеничного трактора: 1 – рама гусеничной тележки, 2 – рессора, 3 – поддерживающий каток, 4 – гусеничная тележка, 5 – подшипник опоры

ведущего колеса, 6 – опорный каток, 7 – гусеницы, 8 – направляющие колеса, 9 – натяжное устройство, 10 – пробка, 11 – масленка

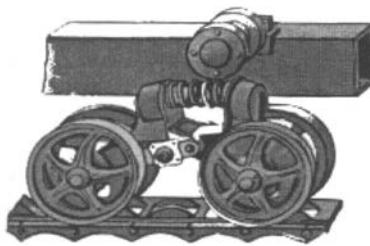


Рис. 22. Балансирная каретка ходовой части

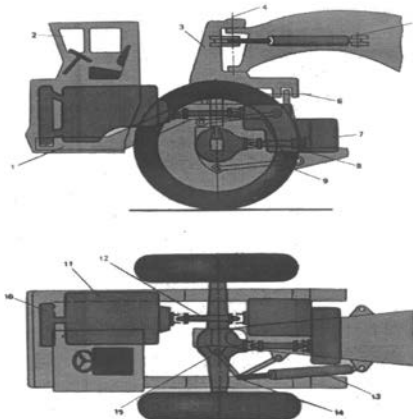


Рис.23.Компановка одноосного тягача: 1-рама;2-кабина;3-седельно-сцепное устройство;4-ось поворота тягача;5-хобот тяговой рамы скрепера;6-ось продольного качения тягача;7-коробка передач;8-карданный вал ведущего моста;9-подвеска;10-радиатор;11-двигатель;12-карданный вал ведущего моста;13-гидроцилиндр поворота тягача;14-механизм поворота;15-ведущий мост.

Конструкции сдельно-сцепного устройства позволяет поворачивать тягач относительно ковша до  $90^\circ$  в каждую сторону и таким образом управлять поворотом скрепера. Кроме того, в сдельно-сцепном устройстве предусмотрен продольный шарнир, допускающий взаимный поперечный наклон тягача и ковша до  $15^\circ$  для сохранения контакта колес с неровной дорогой.

На самоходных скреперах применяют гидравлическую систему управления рабочим оборудованием и принудительную разгрузку ковша, аналогичные прицепным скреперам.

Скреперы Д-357П и Д-392 имеют одну ведущую ось, что обуславливает необходимость применения трактора-толкача при наборе грунта в ковш.

У скрепера ДЗ-67 все четыре колеса ведущие (мотор-колеса). Электродвигатели мотор-колес приводятся в движение от дизель-генераторной установки мощностью 850 л. с. (625 кВт). Благодаря наличию всех ведущих колес скрепер обладает высокими тяговыми качествами и во многих случаях может набирать грунт в ковш без толкача. Масса его составляет 65 т, а диаметр колеса—2,5 м.

Несмотря на дополнительные затраты, связанные с трактором-толкачом, самоходные скреперы благодаря высоким транспортным скоростям являются весьма эффективными машинами при перемещении грунта на расстояние от 500 до 5000 м.

Производительность самоходных скреперов в 2—3 раза выше производительности прицепных скреперов на базе гусеничных тракторов. Наличие колесного хода и высоких скоростей позволяет оперативно и легко перебазировать самоходные скреперы с объекта на объект без дополнительных транспортных средств.

На самоходных скреперах устанавливают высокооборотные дизельные двигатели с водяным охлаждением. Такие двигатели имеют меньшие массу и габариты, что очень важно для самоходных машин, развивающих высокие скорости.

Муфта сцепления механической трансмиссии скрепера Д-357П аналогична рассмотренной выше тракторной муфте. Конструктивным отличием коробки передач этой

трансмиссии является переключение скоростей с помощью муфт с синхронизаторами (рис. 24), принцип работы которых заключается в следующем.

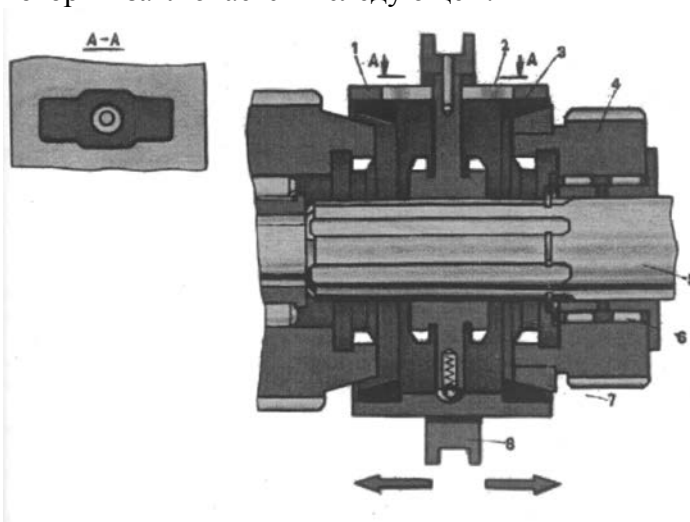


Рис.24.Синхронизатор коробки передач: 1-обойма; 2-прорезь; 3-корпус обоймы; 4-ведущая шестерня; 5-вал; 6-подшипник; 7-конус шестерни; 8-каретка.

При передвижении каретки I с обоймой I, например вправо, конус 3 синхронизатора соприкасается с конусом 7 шестерни 4, свободно вращающейся на подшипнике 6. Сила трения между конусами выравнивает угловые скорости шестерни 4 и вала 5. Только после этого каретка 9 по прорези 2 сдвинется дальше относительно обоймы 1 до зацепления ее зубцов с зубчатым венцом шестерни 4 и включает нужную передачу. Благодаря синхронизаторам включение передач производится плавно и без ударов на ходу машины.

Гидрохимическая трансмиссия скрепера Д-392 состоит из гидростансформатора 1 и механической коробки передач 11 (рис.25).

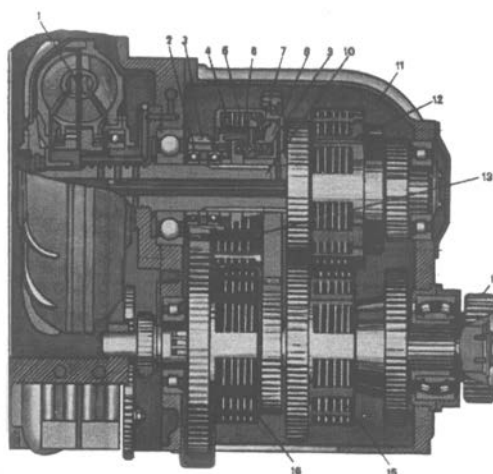


Рис.25.Гидромеханическая коробка передач:

1-гидротрансформатор;2-подшипник;3-шестерня;4-ведущий диск;5-барабан фрикциона;6-ведомый диск;7-тарельчатая пружина;8-поршень;9-пружина;10-ведущий вал;11-коробка переч;12-фрикцион 2-й передачи;13-фрикцион 1-й передачи;14-вторичный вал;15-фрикцион заднего хода;16-фрикцион 3-й передачи.

Коробка передач этой трансмиссии отличается тем, что передачи в ней включаются многодисковыми муфтами (фрикционами), выполняющими одновременно роль муфты сцепления.

Управляются фрикционы гидравлической системой с распределительным устройством. В коробке предусмотрен насос, подпитывающий систему из бака, а также создающий необходимое рабочее давление,

Электрооборудование самоходных скреперов состоит из источников тока (аккумуляторных батарей 24 В и генератора постоянного тока с реле-регулятором), а также потребителей (стартер, приборы освещения, отопитель кабины, пусковой подогрев двигателя и др.). Схема электрооборудования скрепера аналогична схеме электрооборудования автомобиля.

Скреперное оборудование и гидросистема рабочего оборудования самоходных скреперов практически не отличаются от оборудования и гидросистемы прицепных скреперов.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для каких видов работ предназначены скреперы?
2. По каким признакам классифицируются скреперы?
3. Какие вы знаете компоновочные схемы скреперов?
4. Какие способы загрузки скреперов вы можете назвать?
5. Какие основные способы разгрузки скреперов вы можете перечислить?
6. Назовите главный параметр скрепера.
7. Какие основные технические характеристики базовых машин и скреперов вы знаете?
8. Какие типы скреперных ковшей вы можете назвать?
9. Какие основные узлы скреперного ковша вы знаете?
10. Какие основные операции рабочего цикла скрепера вы можете назвать?
11. Как производится предварительное уплотнение грунтов скрепером?

## Лабораторная работа № 7

### Грейдеры и грейдерные работы

Цель работы: Изучение устройства грейдеров.

Задание: Изучить назначение, техническую характеристику и общее устройство автогрейдера.

Порядок выполнения:

#### **Общие сведения**

Грейдеры применяют в дорожном строительстве для профилирования поверхности грунта, возведения невысоких насыпей (до 0,6 м), перемещения грунта и дорожно-строительных материалов, планировки откосов, выемок и насыпей, устройства корыт и боковых канав, строительства, ремонта и содержания грунтовых, гравийных, асфальтобетонных и цементобетонных дорог, при железнодорожном, мелиоративно-ирригационном и гидротехническом строительстве, а также для очистки дорог и площадей от свежеснежного покрова.

Эти машины используют на строительстве дорог, начиная с подготовительных работ и, кончая профилированием земляного полотна, так как они позволяют выполнять весь комплекс земляных работ - резание грунта, транспортирование его к месту укладки, укладывание и разравнивание грунта (не производится лишь уплотнение грунта).

Профилирование дорожного полотна — основное назначение грейдера. Грейдеры работают на режиме низких передач (3—4,5 км/ч). Легкие планировочные работы осуществляют на скорости до 10 км/ч; транспортные скорости грейдеров достигают 15—20 км/ч.

Выпускают тяжелые грейдеры (ДЗ-1, СД-107), различающиеся системами управления рабочими органами. По системе управления различают грейдеры с механическим и гидравлическим приводами для управления рабочими органами. Грейдер ДЗ-1 с механическим приводом выпускают в одном исполнении — прицепном, а грейдеры СД-107 с гидравлическим приводом в прицепном и полуприцепном вариантах. Прицепной грейдер агрегируется с трактором с помощью дышла, расположенного между передним мостом грейдера и трактором. Полуприцепной грейдер не имеет переднего моста и сцепляется с трактором непосредственно опорой, расположенной в передней части основной рамы.

Тяжелыми грейдерами выполняют главным образом работы больших объемов по строительству дорог в средних и тяжелых грунтовых условиях. Грейдер СД-107 предназначен для работы с трактором, снабженным гидравлическим оборудованием.

Грейдер в полуприцепном исполнении по параметрам приближается к автогрейдеру. Это определяется возможностями трактора, в соединении, с которым работает грейдер, так как в этом случае трактор дополнительно нагружен весом грейдера и вертикальными нагрузками, действующими на рабочий орган.

### Конструкции грейдеров.

Основным рабочим органом прицепных и полуприцепных грейдеров служит отвал, который можно устанавливать в разные положения. Кроме того, грейдеры для выполнения различных работ оборудуют удлинителем отвала, откосником и планировщиком откосов.

Удлинитель отвала навешивают на отвал при перемещении и разравнивании грунта. Это дает возможность разрабатывать участок дороги более широкой полосой, максимально использовать мощность трактора, а следовательно, повышать производительность грейдера. Откосник профилирует треугольные и трапециевидные сечения кюветов (канав). Планировщиком откосов планируют откосы насыпей и выемок при движении грейдера сверху по бровке.

Грейдер ДЗ-3 (рис.1) состоит из основной рамы 1, рабочего органа 2, переднего 9 и заднего 13 мостов, механизма 10 выноса отвала, механизма 11 выноса основной рамы в сторону, рабочей площадки 12, сиденья 3, механизмов 4, 7 наклона задних и передних колес, механизма 5 подъема и опускания отвала, механизма 6 поворота отвала, тента 8.

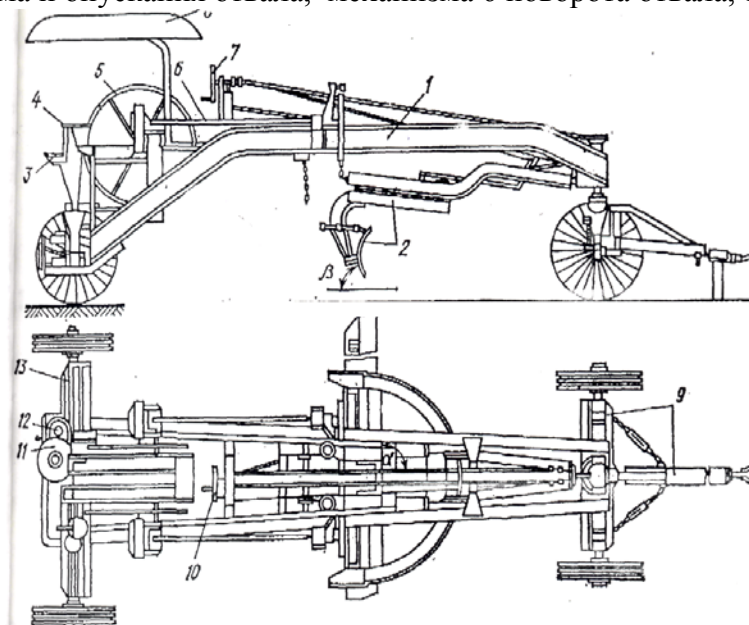


Рис. 1. Грейдер ДЗ-1:

1 — основная рама, 2 — рабочий орган, 3 — сиденье, 4, 7 — механизмы наклона задних и передних колес, 5 — механизм подъема и опускания отвала, 6 — механизм поворота отвала, 8 — тент, 9, 13 — передний и задний мосты, 10 — механизм выноса отвала, 11 — механизм выноса основной рамы в сторону, 12 — рабочая площадка

Основная рама 1 выполнена из двух продольных гнутых швеллеров, связанных между собой поперечными балками. С передним мостом 9 рама соединена шаровым шкворнем, обеспечивающим свободу их взаимных перемещений; с задним мостом она соединена жестко. На тяжелых грейдерах рама может сдвигаться относительно моста вправо и влево.

В плане рама имеет вид равнобедренной трапеции, суживающейся к передней части. В середине ее предусмотрены кронштейны для установки редукторов и корпусов подшипников механизмов управления, а также рабочей площадки машиниста.

Рабочий орган и механизм поворота отвала (рис. 2) состоит из отвала 12 с ножами поворотного круга 10, тяговой рамы 11. Отвал 12 с ножами крепят к поворотному кругу проушинами 13, гребенками 15 и пальцами 14. Поворотный круг 10 соединен с рамой // шкворнем 16, на котором с помощью редуктора 7 он поворачивается относительно тяговой рамы.

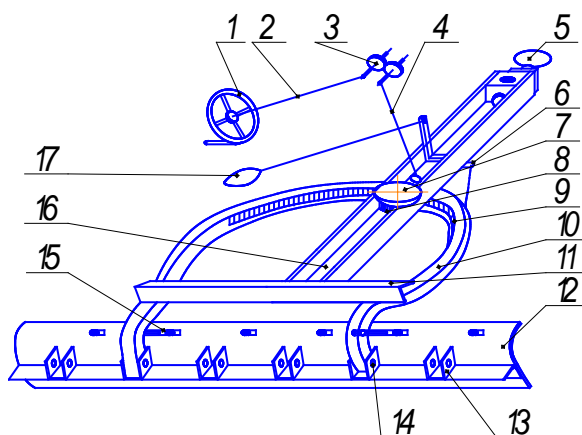


Рис. 2. Схема рабочего органа и механизма поворота отвала грейдера ДЗ-1: 1 — штурвал, 2 — соединительный вал, 3, 8 — шестерни, 4 — телескопический вал, 5 — шарнирное звено, 6 — защелка, 7 — редуктор, 9 — зубчатый сектор, 10 — поворотный круг, 11 — тяговая рама, 12 — отвал, 13 — проушина, 14 — палец, 15 — гребенка, 16 — шкворень, 17 — тяга

Передняя часть тяговой рамы соединена шарнирным звеном 5 с основной рамой грейдера, задняя - подвешена к кривошипам механизма подъема и опускания отвала двумя телескопическими тягами, устанавливаемыми на основной раме. Защелка 6 фиксирует отвал на нужном угле захвата. Данная конструкция рабочего органа позволяет поворачивать отвал относительно тяговой рамы на ограниченный угол (полуповоротный отвал).

Установка ножей отвала при работе характеризуется углами захвата  $\alpha$  (см. рис. 1), наклона (зарезания)  $\gamma$ , резания  $\beta$  (см. рис. 1).

Угол захвата  $\alpha$  образуется продольной осью отвала и продольной осью грейдера. Угол захвата изменяют для того, чтобы срезаемый грунт не только перемещался вперед отвалом, но и  $\Gamma$  смешался по отвалу в сторону к оси сооружаемой дороги или к обочине. В зависимости от угла захвата  $\alpha$  меняются ширина захвата полотна дороги,

скорость и легкость перемещения грунта вдоль отвала. Чем больше угол захвата, тем дальше поперечное перемещение грунта.

Величина угла захвата зависит от вида выполняемой работы и характера разрабатываемого грунта. При зарезании грунта отвалом угол захвата принимают  $35 - 45^\circ$ , круга 10 (см. рис. 2) составляет  $55^\circ$  вправо и влево, что обеспечивает наименьший угол захвата  $35^\circ$ . При угле захвата меньше  $35^\circ$  возникает опасность бокового заноса и опрокидывания грейдера.

Угол наклона  $\gamma$  (угол зарезания) характеризует поперечный наклон отвала к поверхности земли. При зарезании отвал устанавливают под углом наклона не более  $15^\circ$ , а при отделочных работах - до  $18^\circ$ .

Для этого используют механизм подъема и опускания отвала. В процессе работы машины устанавливают каждый конец отвала на нужную высоту.

Угол резания  $\beta$  образуется передней плоскостью ножа и поверхностью грунта. Он называется, под каким углом отвал грейдера находится к поверхности земли. Угол резания меняют в зависимости от выполняемой грейдером работы и характера разрабатываемого грунта в пределах 30—60°. При этом наилучший эффект резания получается, когда угол заострения режущих кромок ножей составляет 25—26°.

При резании и перемещении грунта угол резания должен быть 35—45°, с увеличением угла резания возрастает удельное сопротивление резанию, а следовательно, и необходимая тяга. Поэтому надо стремиться работать с меньшими углами резания.

Отвал снабжен шестью проушинами 13, что позволяет располагать его в трех положениях: симметричном к оси поворотного круга, крайнем правом и левом положениях. Нужный угол резания устанавливают поворотом отвала относительно пальцев 14 проушин 13. Для удобства установки углов резания зубцы гребенки 75, предназначенной для фиксации отвала в требуемом положении, занумерованы.

Рекомендуемые углы установки ножа отвала в зависимости от выполняемой грейдером; приведены в табл. 1.

Механизм поворота отвала включает в себя штурвал 1, соединительный вал 2, редуктор с цилиндрическими шестернями 3, телескопический вал 4, редуктор 7 с коническими шестернями, на выходном валу которого насажена шестерня 8, находящаяся в зацеплении с зубчатым сектором 9 поворотного круга 10, защелку 6, тягу 17.

С помощью механизма поворота отвала устанавливают отвал под нужным углом захвата путем вращения круга 10 в плоскости тяговой рамы. Чтобы изменить угол захвата, тягой 17 воздействуют на защелку 6 и освобождают поворотный круг. Затем вращением штурвала 7 поворачивают круг 10 на необходимый угол и, отпустив тягу 17, запирают защелку на ближайшем отверстии круга.

Передний мост (рис. 3) состоит из балки 2, по концам которой шарнирно закреплены кривошипы 5 с полуосями. На полуоси на роликовых подшипниках насажены колеса 1.

Концы кривошипов 5 соединены поперечиной 4. На балке 2 установлена шаровая пята 3, которая служит опорой для передней части основной рамы.

Колеса могут наклоняться в обе стороны на угол до 20°, что предохраняет грейдер от сдвига в сторону при воздействии на него боковых нагрузок. Такие нагрузки возникают при срезании откосов и работе на откосах или когда одно колесо находится, например, в кювете, а другое на обочине дороги.

Для фиксации переднего моста в транспортном положении машины предусмотрена чека 6, что особенно важно при гидравлическом управлении мостом в момент отсутствия давления в гидросистеме.

Шаровая пята 3 позволяет переднему мосту наклоняться в поперечной плоскости до 40° и в продольной до 10° в каждую сторону от среднего положения. Это дает возможность грейдеру перемещаться за трактором по неровностям пути без перекоса основной рамы. В зависимости от условий эксплуатации на грейдер устанавливают металлические или пневматические колеса. Для передачи тягового усилия от трактора к грейдеру ось переднего моста снабжена дышлом (рис. 4) и прицепным устройством. С помощью дышла трактор можно установить со смещением к продольной оси грейдера, что позволяет грейдеру перемещаться за ним, смещаясь в ту или другую сторону со следа трактора, а машинисту хорошо видеть сооружаемую дорогу перед собой:



Таблица 1. Рекомендуемые углы установки ножа отвала грейдера

Рабочие операции	Углы, град	
	захвата $\alpha$	резания $\beta$
Резание грунта:		
Взрыхленного плугом	<50	<40
Взрыхленного кирковщиком	30—35	<40
невзрыхленного легкого	<45	<35
Перемещение грунтов:		
тяжелых	40—50	<35
легких	35—45	40-45
Отделочные работы:		
планировка	45—	40—50
разравнивание	55—90	40—60
срезание откосов	60—65	35
Смешивание добавок:		
сухая смесь	35	45
грунт с вяжущими смесями	35—40	45

Балка 10 коробчатого сечения выполнена из двух угольников или швеллеров. С передним мостом она соединена шкворнем 1 и двумя тягами 7, длина которых может изменяться натяжными муфтами 6. Меняя длину тяг, можно поворачивать дышло в горизонтальной плоскости в любую сторону на угол до  $20^\circ$  от среднего положения.

В передней части дышла расположена прицепная серьга 9 для присоединения грейдера к трактору. Серьга 9 прикреплена осью к шкворню 8, а последний проходит через вкладыш 5, приваренный к коробке дышла, и закрепляется предохранительным штифтом 4.

Дышло снабжено стойкой 3, которой оно опирается на грунт; положение стойки устанавливается фиксатором 2.

Задний мост (рис. 5) включает в себя балку 5, кривошип 3, штангу 2, колеса 4 и механизм 1 наклона колес. Балка состоит из швеллеров, сваренных между собой. Концы балки выполнены в виде проушин с отверстиями для установки кривошипов 3, в верхней части связанных между собой штангой 2. Один из концов кривошипа служит одновременно цапфой, на которую через подшипники качения насажено ходовое колесо. На направляющие нижней поверхности моста подвешивают заднюю часть основной рамы грейдера.

Механизм выноса отвала в сторону (рис. 6) состоит из штурвала 7, насаженного на вал 2, червяка 3, находящегося в зацеплении с червячным колесом 4, цилиндрической шестерни 5, установленной на валу червячного колеса 4. Цилиндрическая шестерня 5 зацепляется с рейкой 7, которая может скользить по направляющей балке 6, укрепленной на основной раме. Рейка снабжена двумя ушками; в одно из них вставляется крюк тяги 8, соединенный другим концом с тяговой рамой 9. При вращении штурвала рейка с тягой перемещаются в ту или другую сторону, увлекая за собой тяговую раму.

В грейдере использованы две тяги разной длины: короткую тягу применяют при срезании откосов, длинную — во всех остальных случаях.

Механизм выноса отвала вместе с механизмом подъема и опускания позволяет выносить отвал за пределы основной рамы и ставить его в положение для срезания откосов или косогоров. В этом случае максимально выносят тяговую раму в сторону, а затем, опустив отвал до грунта, удлиняют телескопическую тягу механизма подъема и опускания отвала, которая расположена со стороны, противоположной выносу, и устанавливают отвал в нужном положении. Механизм выноса основной рамы в сторону показан на рис. 7.

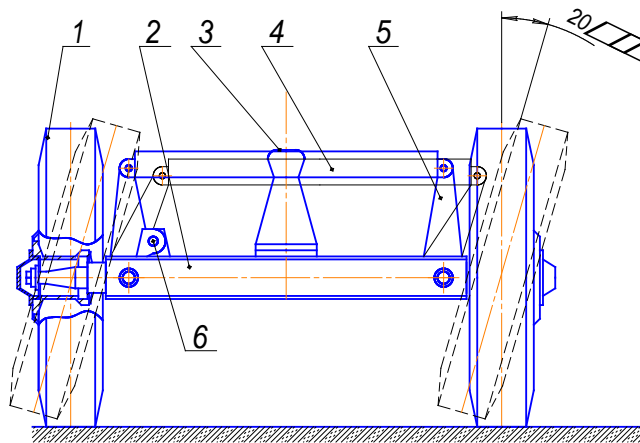


Рис.3. Передний мост грейдера ДЗ-1:

1 – колесо, 2 - балка, 3 – шаровая пята, 4 – поперечина, 5 – кривошип, 6 - чека

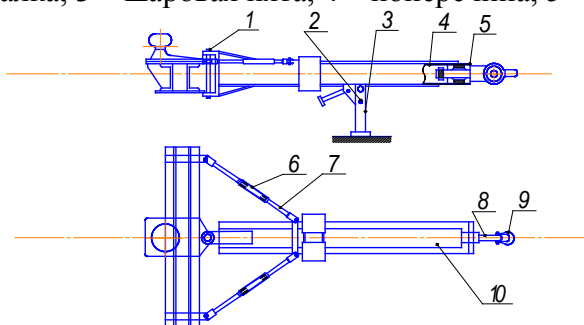


Рис.4. Дышло грейдера ДЗ-1:

1,8-шкворни; 2-фиксатор; 3-стойка; 4-штифт; 5-вкладыш; 6-натяжная муфта; 7-тяги; 9-прицепная серьга; 10-балка.

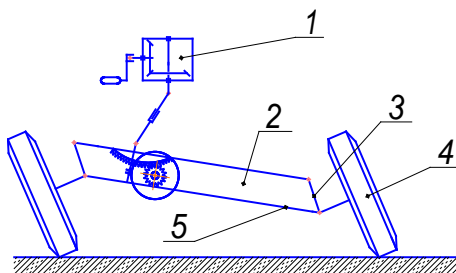


Рис. 5. Схема заднего моста грейдера ДЗ -1:

1 – механизм наклона колес, 2 – штанга, 3 – кривошип, 4 – колесо, 5 - балка

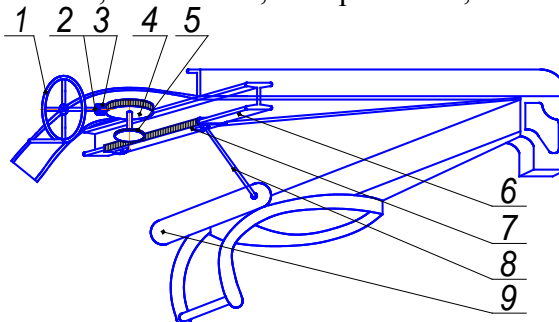


Рис.6. Механизм выноса отвала в сторону грейдера ДЗ-1:

1-штурвал; 2-вал; 3-червяк; 4-червячное колесо; 5-шестерня;  
6-направляющая балка; 7-зубчатая рейка; 8-тяги; 9-тяговая рама.

Механизмом наклона передних колес (рис.8) управляют с рабочего места. Путем вращения штурвала 1 можно наклонять колеса в нужную сторону и на требуемый угол. От штурвала вращение и крутящий момент через ряд звеньев передаются шестерне 10 и зубчатому сектору 9, чем обеспечивается перемещение поперечины 13, шарнирно связанной с кривошипами и полуосями моста. В результате этого колеса наклоняются. Так как

кинематическую цепь механизма наклона колес включена самотормозящаяся червячная передача, отдельного тормоза для удержания колес в нужном положении не требуется.

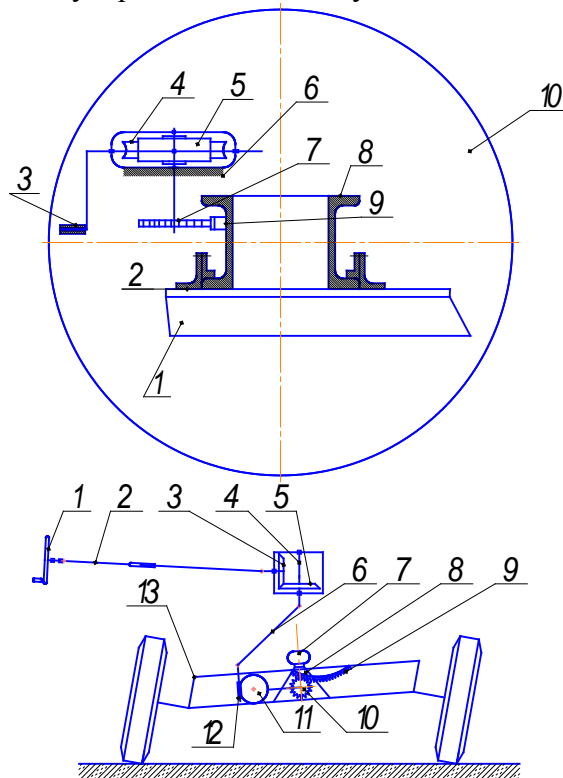


Рис.8.Схема механизма наклона передних колес грейдера ДЗ-1:  
1-штурвал; 2,6-валы; 3,5-конические шестерни; 4-редуктор; 7-шаровая пята;  
8-опора; 9-зубчатый сектор; 10-шестерня; 11- червячное колесо; 12-червяк;  
13-поперечина.

Механизм наклона задних колес подобен механизму наклона передних колес, но в конструкции нет шаровой пяты на оси моста и соединительного вала.

Механизм подъема и опускания состоит из 2-ходинаковых частей независимого управления подъемом и опусканием каждого конца отвала (правого и левого).

Для подъема или опускания отвала вращают штурвал 1, закрепленный на валу червяка редуктора, в результате чего через промежуточные элементы цепи управления поворачивается кривошип 6, снабженный в нижней части шаровой опорой. Шатун 5 присоединен одним концом к опоре, а другим к тяговой раме.

Червячное колесо 3 при работе поворачивается в обе стороны в пределах  $110-180^\circ$ , поэтому оно изнашивается не по всей окружности. Это позволяет после изнашивания половины зубьев повернуть червячное колесо на валу 4 на  $180^\circ$  и использовать неизношенные зубья. Для уменьшения усилия на штурвале 1 при подъеме отвала предназначена пружина 9. Канат 8 одним концом закреплен на кривошипе 6 и огибает два направляющих блока. Другой конец каната присоединен к пружине 9 амортизатора. Вторым концом пружина 9 связана с тягой 10, которая закреплена на основной раме грейдера. Внутри пружин 9 проходит тяга, обоими концами прикрепленная к основной раме, которая удерживает отвал при обрыве пружин.

Периодически необходимо проверять регулировку пружин 9 амортизаторов. Для этого кривошипы 6 устанавливают в крайнее положение (до упора в основную раму), в котором пружины должны быть натянутыми, а канаты не иметь слабину.

Телескопический шатун 5 представляет собой трубу с отверстиями, внутри которой проходит стержень с таким же отверстием для пальца. В нижней части трубы шатуна предусмотрен болт, исключая люфт (слабину) стержня. При наибольшем заглублении ножа в грунт, а также выносе рамы в сторону устанавливают максимальную длину шатунов, а при транспортных положениях грейдера - минимальную.

Для опускания отвала штурвалы 1 вращают от себя, а для подъёма - на себя. Если необходимо поднимать или опускать один конец отвала, то вращают один штурвал.

Рабочее место машиниста расположено в задней части грейдера. Здесь сосредоточены следующие элементы управления:

слева от сиденья по ходу грейдера – штурвал для подъёма и опускания левого конца основного отвала;

справа – штурвал для подъёма и опускания правого конца основного отвала;

впереди – штурвалы механизмов поворота отвала, выноса отвала, наклона передних колес;

сзади – штурвалы механизма наклона задних колес и механизма выноса основной рамы в сторону.

Грейдер СД – 107 показан на рисунке 9. Основная рама состоит из двух рам 2 и 3, шарнир, но соединённых между собой. Рама 3 сварной конструкции в передней части снабжена опорным кронштейном, с помощью которого грейдер соединяют непосредственно с трактором (полуприцепной вариант грейдера) или через передний мост (прицепной вариант грейдера). Рама 2 сварной конструкции и шарнирно соединена с задним мостом грейдера. Между лонжеронами рамы 2 расположены съёмный балласт и инструментальный ящик. Шарнирное соединение рам 2 и 3 между собой позволяет поднимать рабочее оборудование с помощью гидроцилиндра 5, рычага 4 и тяги 10.

Крайнее верхнее положение рабочего оборудования фиксируется запорным механизмом. Чтобы зафиксировать раму в этом положении, необходимо ручку 7 перевести вверх, а затем следует ручку 7 перевести вниз, ручку гидрораспределителя установить в положение “Подъем”. Для расфиксации рамы следует ручку 7 перевести вниз, ручку гидрораспределителя в положение “Подъем”, а после выхода собачки 8 из зацепления – в положение “Опускание”.

Рабочий орган (рис.10) снабжен полноповоротным отвалом. Тяговая рама представляет собой сварную конструкцию треугольной формы. К раме приварены три поддерживающих башмака 14 поворотного круга, шаровые цапфы 9 и 17 гидроцилиндров подъёма отвала и выноса рамы и закреплена передняя шаровая опора 11, которой тяговая рама сочленяется с основной рамой. На тяговой раме размещены гидродвигатель 12, червячный редуктор 16 с малой шестерней поворотного круга.

Поворотный круг 8, снабженный зубчатым венцом, вращается в поддерживающих башмаках, на которых он удерживаются кронштейнами 15.

Положение переднего кронштейна регулируют болтами 13 и прокладками. По бокам поворотного круга приварены кронштейны 7, на которых установлены отвал 1 и кирковщик 3.

К отвалу грейдера, выполненному из листовой стали, прикрепляют режущие ножи 19. Отвал устанавливают на кронштейнах 7 поворотного круга с помощью нижних и верхних направляющих 2, т вместе с поворотным кругом он может вращаться относительно тяговой рамы. Направляющие 2 отвала с кронштейнами 7 соединены зубчатыми гребенками 6.

Изменяя положение гребенок, регулируют угол резания отвала. Благодаря направляющим 2 отвал может выдвигаться относительно тяговой рамы в обе стороны под действием гидроцилиндра 5, расположенного между кронштейнами 7.

Механизм поворота отвала состоит из гидромотора и червячного редуктора. Вращение от гидромотора передается через червячный редуктор выходному валу, на конце которого расположена шестерня. Эта шестерня находится в зацеплении с зубчатым венцом поворотного круга.

Гидромотором управляют из кабины трактора правой рукояткой гидрораспределителя. Так как поворотный круг можно разворачивать на 360°, то следует с особой осторожностью устанавливать отвал на нужный угол захвата, не допуская перекручивания рукавов высокого давления.

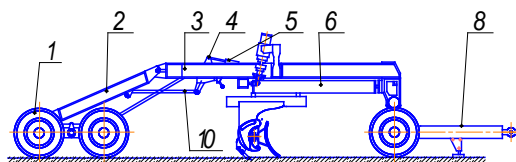
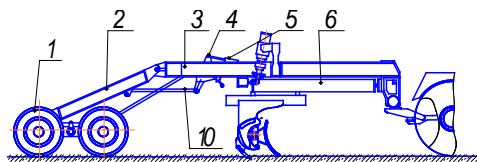


Рис. 9. Грейдер СД-107:

а - полуприцеп; б - прицепной; 1,9-задний и передние мосты; 2,3- дополнительная и основная рама; 4- рычаг; 5- гидроцилиндр; 6- рабочее оборудование; 7- ручка; 8-собачка; 10- тяга.

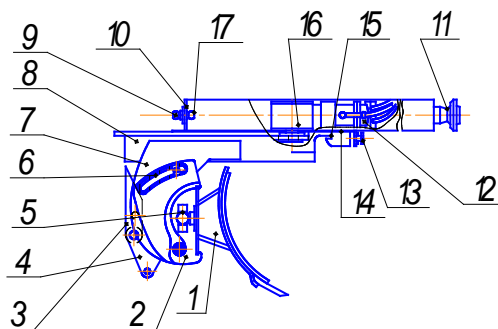


Рис. 10. Рабочий орган грейдера СД-107:

1 - отвал; 2-направляющая; 3- кирковщик; 4, 7, 15 - кронштейны; 5-гидроцилиндры; 6 - зубчатая гребенка; 8 - поворотный круг; 9, 17, 18-шаровые цапфы; 10 - поперечина; 11 - шаровая опора; 12 - гидродвигатель; 13 - болт; 14 - башмак поворотного круга; 16 - редуктор; 19 - нож.

Задний мост (рис.11) существенно отличается от моста грейдера ДЗ-1. Он состоит из рамы 1, механизма 2 наклона колес, двух балансиров 7 с колесами, механизма поворота 6 и кривошипов 8. Раму 1 сварной конструкции с помощью платформы 5 соединяют с рамой грейдера. По концам рамы 1 шарнирно закреплены кривошипы 8, на цапфы которых в зависимости от класса трактора устанавливают два одинарных или два спаренных колеса, или два балансира с колесами. Каждое колесо монтируют на 2-х роликоподшипниках.

Поворот моста в горизонтальной плоскости относительно рамы грейдера предусмотрен для увеличения выноса отвала в сторону при планировке обочин, откосов, вырезания канав. Угол поворота моста от среднего положения составляет  $20^\circ$ . Поворот моста, а также наклон колес производят при поднятом положении моста, т.е. отсутствии контакта колес с опорной поверхностью. Это достигается с помощью гидроцилиндров подъема и опускания рабочего.

Механизм наклона задних колес отличается упрощенной конструкцией. Вращением винта тяги 4 относительно гайки 3 тяга 4 перемещается в осевом направлении, поворачивая кронштейны, колеса.

Механизм подъема, опускания, а также бокового выноса отвала(рис. 12) включает в себя два подвижных рычага 1,4 и неподвижный рычаг 3, шарнирно соединенные с гидроцилиндрами 11,6,8. Все три гидроцилиндра шарнирами соединены с тяговой рамой и управляют ею. Отвал поднимают и опускают гидроцилиндрами 11 и 6. Относительно тяговой рамы отвал выдвигают гидроцилиндром 9 на величину 850 мм в каждую сторону. Гидроцилиндром 8 выносят отвал в сторону вместе с тяговой рамой. Подвижные рычаги

независимо один от другого могут перемещаться относительно кронштейнов, приваренных к основной раме, занимая любое из четырех положений I-IV или I'-IV, фиксируются в каждом из этих положений пальцами. Перемещают рычаги гидроцилиндрами 11 и 6 при опущенном на грунт отвале, который в этом случае выполняет роль упора, а пальцы из положения IV и IV' убраны. Конструкция механизма позволяет устанавливать отвал для срезания и планировки откосов в интервале 20-65°.

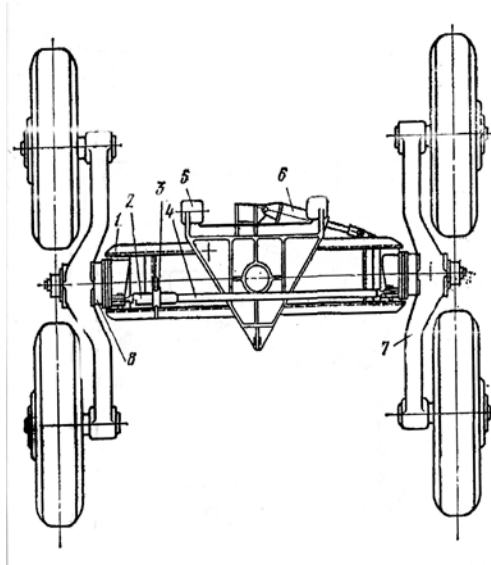


Рис.11. Задний мост грейдера СД-107:

1 – рама, 2 – механизм наклона колес, 3 – гайка, 4 – тяга, 5 – платформа, 6 – механизм поворота, 7 – балансир с колесами, 8 - кривошип

Отвал грейдера СД – 107 можно устанавливать в следующем положении. Исходное положение отвала показано на рис. 12, а. Грейдер установлен в рабочее положение и зафиксирован собачкой 8 (см. рис. 9). Поворотный круг с отвалом установлен под углом захвата 45°. Нажимной рычаг, механически связанный с корпусом гидроцилиндра складывания рамы, с помощью регулировочной тяги воздействует на золотник двухпозиционного гидрораспределителя, открывая доступ масла в гидроцилиндры 11 и 6 (см. рис. 12).

Краном в головной части грейдера перекрывают доступ масла в гидроцилиндр складывания рамы в транспортное положение и открывают кран для доступа масла в гидроцилиндр выноса тяговой рамы.

Выносить отвал для планировки и срезки откосов из основного рабочего положения (рис.12,а) следует в таком порядке.

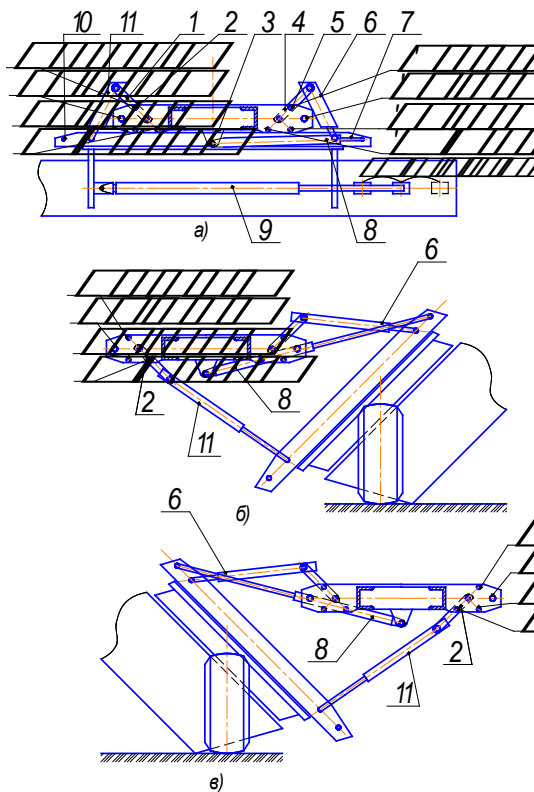


Рис. 12. Механизм подъема, опускания и бокового выноса отвала грейдера СД-107:  
 а - исходное положение; б - вынос отвала вправо; в - вынос отвала влево;  
 1, 4 - подвижные рычаги; 2, 6 - пальцы; 3 - неподвижный рычаг;  
 6, 8, 9, 11 - гидроцилиндры; 7, 10 - шаровые шарниры.

Для работы справа (рис.12,б):

опустить отвал на грунт, установить шток гидроцилиндра выдвижения отвала в положение V (рис. 12,а);

приподнять отвал и выдвинуть его до отказа вправо гидроцилиндром 9 (в последующих операциях гидроцилиндр 9 не используется);

опустить отвал на грунт (гидроцилиндр 8 выноса тяговой рамы должен быть замкнут), вытащить палец 2 левого рычага и переместить левый рычаг в положение III, установить палец 2, приподнять отвал;

гидроцилиндром 8 выноса отвала переместить тяговую раму вправо до запертого положения гидроцилиндра (замкнуть его);

вытащить палец 2 левого рычага и установить рычаг в положение 11, установить палец 2;

правый гидроцилиндр 6 замкнуть, переместить гидроцилиндром 8 выноса тяговую раму дальше вправо и замкнуть;

установить левый рычаг в положение 1, установить палец 2, правым гидроцилиндром 6 поднять раму, замкнуть гидроцилиндр;

гидроцилиндром 8 выноса переместить тяговую раму вправо до конца, гидроцилиндр замкнуть.

В исходное положение тяговую раму с отвалом возвращать в обратном порядке.

Для работы слева (рис. 12,в):

шток гидроцилиндра 8 выноса соединить с левым шаровым шарниром 10 тяговой рамы;

опустить отвал на грунт, установить шток гидроцилиндра 9 выноса отвала в положение VI (рис.12,о).

Остальные операции производить таким же образом, как и при работе, справа, переставляя рычаг в положение III, II, I. Перед подъемом отвала в транспортное положение следует замкнуть гидроцилиндр 8 выноса тяговой рамы в исходном положении, перекрыть

его краники и открыть краники гидроцилиндра складывания рамы. При перестановке рычагов подвески тяговой рамы отвала должен опираться на грунт.

Грейдером СД – 107 управляют с помощью трех рукояток трехзолотникового гидрораспределителя, установленного в кабине трактора.

Для рыхления плотно слежавшихся грунтов и киркования гравийно-щебеночных покрытий во время их ремонта кирковщик (рыхлитель) установлен на тяговой раме грейдера СД – 107 за отвалом. При кирковании зубья кирковщика поворачивают в рабочее положение.

Гидросистема грейдера СД – 107 (рис.13) состоит из двух обособленных частей, одну из которых монтируют на тракторе, другую на грейдере. На тракторе установлены гидронасос 2, трехзолотниковый гидрораспределитель 4 и масляный бак 1, на грейдере – исполнительные механизмы (гидроцилиндры) и трубопроводы. Между собой части трубопроводов гидросистемы соединены шестью гибкими рукавами. В передней части грейдера смонтирован распределитель потоков 5. В нем выполнены четыре основных отверстия для соединения непосредственно с направляющим гидрораспределителем 13 и четыре отверстия, из которых два служат для подвода масла прямо к гидроцилиндру 10 складывания рамы и два – для подвода масла к гидроцилиндру 9 выноса тяговой рамы в сторону. В распределителе потоков 5 предусмотрены шесть подводных отверстий с разрывными муфтами, которыми грейдер подсоединяют к гидрораспределителю трактора.

Для переключения потоков жидкости на распределителе потоков 5 установлены четыре винтовых клапана, из которых два (е, ж) постоянно открыты – для гидроцилиндра складывания рамы и два (г, д) постоянно закрыты – для гидроцилиндра выноса тяговой рамы в сторону. Для подвода масла в гидроцилиндр тяговой рамы необходимо клапаны (е, а/с) надёжно завинтить и этим перекрыть доступ масла в гидроцилиндр складывания, а клапаны г, д освободить, дав возможность жидкости поступать в гидроцилиндр выноса тяговой рамы. Этими гидроцилиндрами управляют с помощью средней рукоятки б гидрораспределителя 4, установленного в кабине трактора.

Двухзолотниковый двухпозиционный гидрораспределитель 13 пружинами, встроенными в его корпус, постоянно перекрыт и только при нажатии рычагом на золотники открывается проход жидкости, что позволяет управлять еще четырьмя гидроцилиндрами: два из них – гидроцилиндры подъема и опускания тяговой рамы при нахождении грейдера в рабочем положении. Правой в и левой, а рукоятками, размещенными в кабине трактора, управляется соответственно правый 12 и левый 7 гидроцилиндры подъема и опускания тяговой рамой. При переводе грейдера в транспортное положение приводной рычаг отходит от золотников гидрораспределителя 13, закрывая проход жидкости через него. В таком положении управляют гидроцилиндром 8 выдвижения отвала при открытых клапанах г, е, и гидромотором поворота отвала при открытых клапанах д, ж (средней рукояткой из кабины трактора).

Для сбора утечек масла с распределителя потоков во внутренней полости основной рамы расположен бачок, из которого периодически необходимо сливать масло в масляный бак трактора.

Дополнительное рабочее оборудование (удлинитель, откосник), используемое на грейдерах, позволяет повышать производительность при выполнении отдельных видов работ.

Удлинитель (рис. 14) устанавливают со стороны левого конца основного отвала. Крепят удлинитель 1 болтами 2 с потайными головками в верхней и нижней частях основного отвала и растяжкой, состоящей из транспортной 5 и длиннозвенной 3 цепей. Транспортная цепь 5 одним концом через крюк 4 связана с длиннозвенной цепью 3, а другим – с основной рамой грейдера. Чтобы установить удлинитель, с основного отвала снимают левый боковой нож. При работе грейдера цепь должна быть натянутой для предохранения конца удлинителя от выгиба назад под действием отваливаемого грунта. При работе с удлинителем нельзя поворачивать отвал в плане на угол более 45°, чтобы не задевать ходовое колесо.

Откосник (рис.14,б) представляет собой отвал, который приставляют к основному отвалу, смещенному при этом относительно поворотного круга влево по ходу грейдера.



Откосник 10 подвешивают к основному отвалу 7 с помощью шарнирного болта 9 и укрепляют болтом 2.

В зависимости от требуемого профиля откоса болт можно устанавливать в различные отверстия откосника, расположенные по радиусу.

Для создания кювета треугольного профиля но откосника располагают по одной прямой с ножом основного отвала; трапециевидного профиля – правый конец откосника поднимают, образуя нужный угол между основным отвалом и отвалом откосника, и совпадающие отверстия скрепляют болтом 2. Требуемый угол расположения отвала в плане 35-45° устанавливают с помощью механизма поворота.

Для поддержания откосника в требуемом положении предусмотрены два телескопических угольника 8, один из которых укреплен на тяговой раме, другой шарнирно присоединен к отвалу откосника. Между собой угольники соединены болтами 11. Правый конец откосника связан с основной рамой транспортной цепью 5. Один коней цепи присоединяют к угольнику 12, второй – набрасывают на крюк 4 стяжной цепи, подвешенной с правой стороны к передней части основной рамы, после чего ее натягивают муфтой 6. Крюк 4 с муфтой используют для натяжения цепи откосника и цепи удлинителя, для чего его переставляют на левую сторону основной рамы.

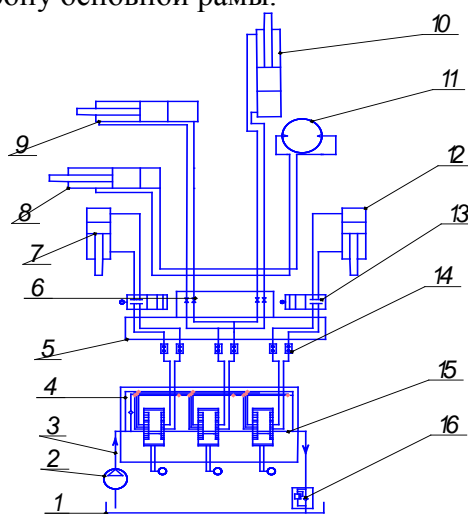


Рис. 13 Гидросистема грейдера СД-107:

1 – гидробаки – гидронасос, 3 – подводный трубопровод, 4, 13 – гидрораспределители, 5 – распределитель потоков, 6 – коробка клапанов, 7, 8, 9, 10, 12 – гидроцилиндры, 11 – гидромотор, 14 – муфта, 15 – сливной трубопровод, 16 – фильтр  
Данные о грейдерах приведены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики грейдеров.

Показатели	ДЗ – 1	Прицепной СД – 107
Тяговый класс трактора, те	6(10)	6(10)
Размеры отвала без удлинителя, мм		
Длина	36,6	3720
Высота	500	700
База грейдера, мм		
В рабочем положении	5300	5600
В транспортном положении	5300	5100
Дорожный просвет под кромкой отвала		
В транспортном положении ,мм, не менее:	280	350
Вынос отвала в сторону , мм, не менее:		

<b>со сдвигом отвала</b>	460	425
<b>с выносом тяговой рамы</b>	537	400
Наклон колес, град, не более:		
передних	20	
Задних	20	20
Ширина захвата кирковщика, мм	-	1475
Глубина рыхления, мм	-	250
Колея колес, мм:		
Передних	1636	1260
Задних	2422	2240
Угол, град:		
Резания	28 – 70	28 – 70
Срезаемого откоса	- 70	- 70
Радиус поворота по внешнему переднему:		
Колесу, мм	5300	6800
Масса грейдера, кг, без дополнительного:		
Оборудования, не более: без балласта	4000	4650
С балластом	-	5700

### **Организация и технология.**

Грейдеры в основном используют на строительстве, ремонте и содержании дорог для возведения насыпей, устройства корыт в земляном полотне, профилирования грунтовых дорог, очистки дорог и площадей от снега. Экономически целесообразно при сооружении земляного полотна использовать грейдер в комплекте с другими видами машин. Однако для ремонтных работ, поддержания земляного полотна в исправном состоянии, при малых объемах земляных работ (в сельском строительстве) и строительстве временных грунтовых работ одним грейдером наиболее полно используются возможности грейдера как универсальной машины.

Ниже приводится технология выполнения грейдером некоторых видов работ.

**Возведение насыпей.** Наибольший эффект дает использование грейдеров при возведении насыпей высотой 0,6 м (можно возводить насыпи до 1 м).

Работа грейдера по возведению насыпи сводится к выполнению трех основных операций – зарезание, перемещение и разравнивание грунта. Все эти операции может последовательно выполнять один грейдер, совершая проходы вдоль насыпи. Однако для выполнения каждой очередной операции требуется соответствующая переналадка грейдера, что удлиняет цикл работ.

Число проходов грейдера при зарезании грунта зависит от высоты строящейся насыпи, площади поперечного сечения стружки грунта, вырезаемого машиной за один проход. Число проходов по перемещению грунта зависит от ширины дорожного полотна, высоты насыпи, а также от объема грунта, перемещаемого ножом грейдера за один проход.

Чтобы добиться высоких темпов возведения земляного полотна на объектах с большими объемами работ, более рационально в общем механизированном комплексе организовать работу грейдеров бригадами из 2 – 4 машин.

На рис.15 приведена схема работы бригады тяжелых грейдеров по возведению насыпи из боковых резервов при поперечном перемещении грунта на расстояние 10 м. Бригада состоит из четырех однотипных грейдеров.

Грейдер 10 зарезает грунт из резерва правым или левым концами отвала в зависимости от направления движения машины. Отвал устанавливают с углом захвата 35 – 40, углом наклона до 13 и углом резания 40 – 45 °. Грунт зарезают послойно от внутренней бровки резерва.

Вырезанный грунт перемещают к оси насыпи тремя грейдерами 11 – 13, работающими по ступенчатой схеме одним фронтом. Для увеличения производительности отвалы грейдеров, работающих на перемещении грунта, целесообразно оборудовать удлинителями. Перемещение грунта из резервов является одной из основных операций, выполняемых грейдерами при возведении насыпи, и составляет 65 – 75% общего числа его проходов. Перемещение заканчивают укладкой грунта способами, указанными на рис.16. Чтобы перемещение грунта не отставало от зарезания, заранее определяют число грейдеров, требуемых для выполнения каждой из этих операций. Чтобы перемещение грунта не отставало от зарезания, заранее определяют число грейдеров, требуемых для выполнения каждой из этих операций.

Насыпь возводят послойно, постепенно наращивая ее высоту. Если уплотнять каждый отсыпанный слой грунта не требуется, валики в насыпи укладывают вприжим (рис. 16, а), а насыпь уплотнится во время естественной осадки грунта. При возведении насыпи с уплотнением каждого отсыпаемого слоя валики грунта укладывают в разбежку (рис.16,б) с последующим разравниванием их грейдерами. В результате получается насыпь высотой 0,2 – 0,3 м. Валики первого слоя грунта укладывают от края насыпи к ее оси: валик 1 (рис. 16,е) перемещают к краю насыпи и частично разравнивают, валик 2 перемещают через первый, валик 3 – через второй и т.д., частично разравнивая каждый валик. После разравнивания и уплотнения валиков второго слоя образуется слой высотой 0,3-0,4 м, а общая высота насыпи поднимается до 0,7 м. Излишний грунт насыпи сдвигают на обочины. Разравнивают грунт в насыпи слоями 0,2-0,3 м в плотном теле продольными круговыми проходами одиночным грейдером или бригадой их вдоль насыпи, начиная от краев; с постепенным приближением к середине и перекрытием следа предыдущего прохода.

Поверхность земляного полотна целесообразно разравнивать грейдерами по круговой схеме с рабочими ходами в обоих направлениях и с разворотами на обоих концах рабочего участка.

Насыпи земляного полотна шириной до 7 м рекомендуется выполнять двумя грейдерами (рис. 17), из которых грейдер 1 (более мощный) зарезает грунт от внутренней бровки резерва, а грейдер 2 перемещает его и разравнивает. Грейдеры перемещаются последовательно один за другим, выполняя работу круговыми проходами. Число проходов зависит от высоты насыпи и глубины резервов.

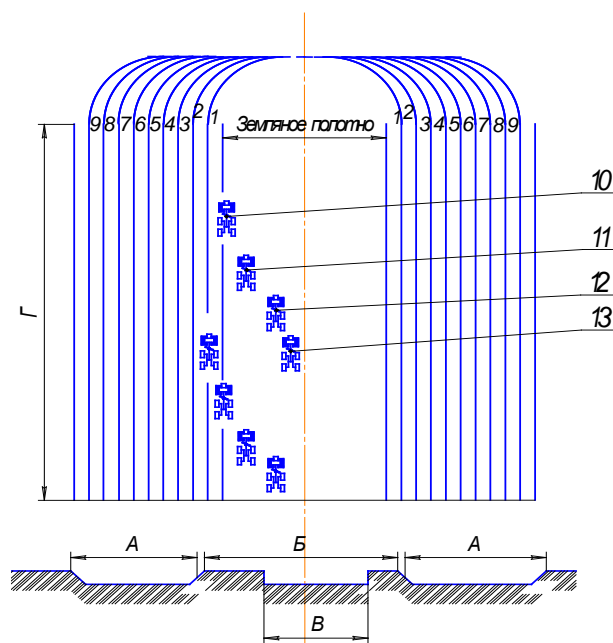


Рис. 15. Схема работы бригады грейдеров при возведении насыпи из боковых резервов (стрелкой показано направление фронта работ):

A – ширина резерва, Б – ширина насыпи, В – ширина корыта, покрываемого одеждой, Г – рабочая длина захвата; 1-9 – валики грунта, вырезаемые из резерва, 10-13 – грейдеры

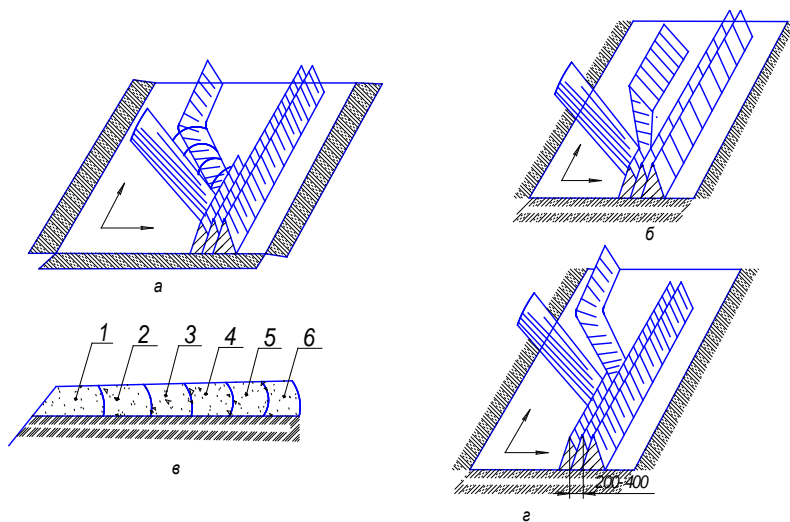


Рис. 16. Схемы укладки валиков грунта в теле насыпи:  
 а – вприжим без зазора, б – в разбежку, в – расположение валиков при возведении насыпи ( позиции 1-6). г – вполуприжим  
 При ширине насыпи, требующей трехкратного перемещения вырезанного в резервах грунта, насыпь сооружает бригада из трех тяжелых прицепных грейдеров 4 (рис. 18, а), пятикорпусного плуга 5 и трактора-тягача 1 мощностью 100-130 л.с. Каждый из четырех механизмов агрегата самостоятельно

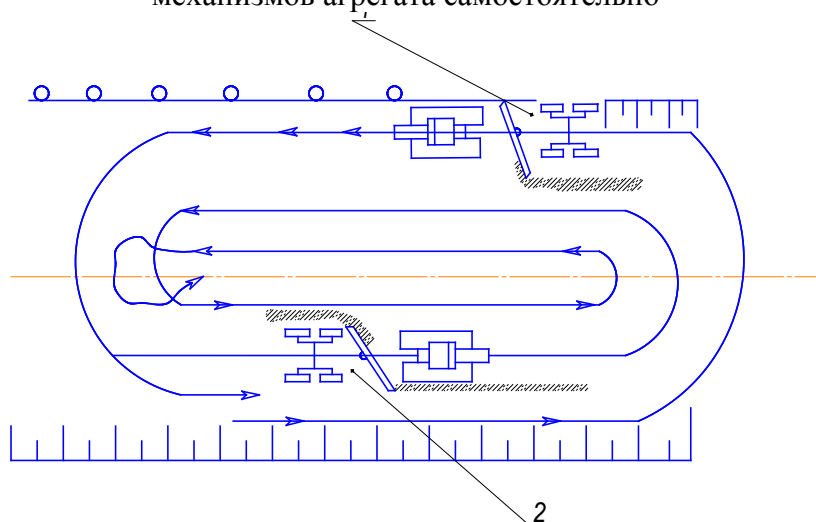


Рис.17 Схема одновременной работы двух грейдеров;  
 1, 2 - грейдеры

крепят к трактору: плуг непосредственно к трактору, а прицепные грейдеры – гибкой сцепкой 2 различной длины. Для придания большей боковой устойчивости между прицепными грейдерами устанавливают жесткую распорку 3.

Пятикорпусный плуг 5 зарезает и отделяет грунт от земного массива, а 3 грейдера перемещают его. Первый грейдер забирает грунт, срезанным плугом, и, перемещая его, укладывает валиком вдоль полотна насыпи. Второй, перемещаясь вслед за первым, забирает валик грунта, уложенный первым грейдером, и т.д. Таким образом вырезанный плугом грунт за один проход агрегата трижды перемещается. Развороты в конце участка производятся в сторону более длинной сценки (рис.18, б). Возведение насыпи из резервов заканчивают отделкой откосов и планированием дна резервов. Внутренние и внешние откосы насыпи высотой не более 1м отделяют грейдером с помощью откосника, установленного на конце отвала; откосы высотой до 0,6 м – основным отвалом за один – два прохода грейдера; внешний откос высотой более 1 м – основным отвалом, вынесенным за раму грейдера. Для большей устойчивости грейдеры колеса наклоняют в сторону откоса. Внешние откосы насыпи высотой 1,8 – 2 м отделяют и планируют планировщиком.

Откосы земляного полотна крутизной 1: 3 планируют грейдерами за два – три прохода по одному месту: первым проходом при движении вдоль бровки земляного полотна планируют верхнюю часть откоса ( рис. 19), при обратном проходе – нижнюю часть откоса, перекрывая предыдущий след на 20 – 30 см. Для окончательной отделки откосов операции повторяют.

При планировке дна резервов грейдер совершает круговые проходы вдоль земляного полотна по правому и левому резервам. Число проходов зависит от ширины резерва. На рис.20 приведена схема одновременного планирования дна двух резервов грейдером за два прохода по одному месту.

**Смешивание грунтовых и минеральных материалов с вяжущими веществами.** При строительстве дорожного полотна, чтобы улучшить основание и дорожную одежду, гравийные, щебеночные и грунтовые материалы смешивают с вяжущими веществами и минеральными добавками непосредственно на дороге.

Эту работу выполняют с помощью грейдеров в такой последовательности:

1. Разравнивают и профилируют грунтовые и минеральные добавки по полотну дороги: материал, уложенный в кучки по оси дороги, за один – два прохода грейдера собирают в сплошной валик ровного сечения.

2. Предварительно и окончательно перемешивают каменные материалы, грунты и минеральные добавки с вяжущими веществами: валик, образованный по оси дороги, за один проход грейдера разравнивают в призму и, добавляя вяжущие материалы, перемешивают их.

3. Разравнивают готовую смесь и отделяют полотно дороги. Предварительно материалы перемешивают отвалом при угле захвата 45°, угле резания 50-60°; угол наклона отвала должен соответствовать поперечному профилю дороги.

Составляющие перемешивают за три – четыре круговых прохода грейдера, перемещая смесь от оси дороги к бровке. Затем смесь вновь собирают отвалом грейдера в валик по оси дороги, который разравнивают в призму для повторной добавки вяжущих материалов. Указанные операции повторяют три – четыре раза до равномерного распределения всей нормы вяжущих материалов.

Перемешивание материалов грейдерным отвалом малоэффективно из-за большого числа проходов, длительности процесса, низкого качества смеси. Целесообразно для выполнения этих операций применять дорожные фрезы и грунтосмесительные машины.

**Ремонт и содержание дорожного полотна.** Дороги при эксплуатации изнашиваются и повреждаются, поэтому необходимо своевременно их ремонтировать. Ремонтные работы подразделяют на текущие и капитальные.

Текущий ремонт включает в себя перестройку или обновление отдельных элементов дороги, например поверхность покрытия.

При капитальном ремонте дорогу или ее отдельные участки перестраивают заново. Снятие старого слоя покрытия, разравнивание, профилирование и другие виды работ, связанные с восстановлением дорог, производят грейдерами. Незначительное разрушение поверхности восстанавливают, срезая неровности с последующей подсыпкой и разравнивание гравийные материалы. Другой способ восстановления дороги предусматривает срезание грунта с обочин полотна (рис.25, а), при котором срезанный грунт перемещают к оси дороги двумя – тремя круговыми проходами грейдера вдоль дорожного полотна; последующими окончательными проходами грунт разравнивают. При этом заполняются грунтом все неровности и выбоины поверхности, срезаются отвалом бугры и полотно профилируется с требуемым поперечным уклоном. Недостающий грунт для восстановления профиля дороги берут из резерва или привозят дополнительно.

Уширение проезжей части дороги также относится к ремонтным работам, при которых увеличивают ширину проезжей части дороги за счет обочин на величину 0,5 – 1,75 м с каждой стороны. Примерная схема работ показана на рис.25, б.

Первые несколько проходов состоят в кирковании грейдером поверхностного слоя покрытия.

Таблица 2. Углы установки отвала и глубина резания при профилировании дорожного полотна.

Номер проходов	Операция	Углы, град		Глубина резания, мм
		захвата	резания	
1	Зарезание	35	28	200
2	Перемещение	50	40	-
3	Зарезание	35	28	200
4	Перемещение	50	40	-
5		50	40	-
6	Зарезание	35	30	150
7	Перемещение	50	40	-
8		50	40	-
9		50	40	-
10	Зарезание	35	30	150
11	Перемещение	50	40	-
12	Зарезание	35	30	150
13	Перемещение	50	40	-
14		50	40	-
15	Разравнивание	50	40	-
16		50	40	-
17	Отделка канав откосником	45	40	-
18	Разравнивание с удлинителем	55	40	-
19		55	40	-

**Очистка дорог и других сооружений от снега.** Зимой грейдеры используют для очистки дорог и других сооружений от свежевыпавшего снега. Эти работы выполняют основным грейдерным отвалом.

От рыхлого снега поверхность очищают по возможности на высоких скоростях, что значительно улучшают проходимость и повышает производительность грейдера.

Грейдеры выполняют следующие снегоочистительные работы:

- расчищают дорожное полотно и другие сооружения от снежных заносов;
- расчищают и разбрасывают снежные валы на обочинах дорог;
- срезают ледяную корку с поверхности проезжей части дороги;
- очищают водоотводные каналы от снега.

От рыхлого снега поверхности очищают, совершая круговые проходы грейдерами по периметру очищаемой поверхности. Отвал устанавливают под углом захвата 50 - 60°. На свободный от зарезания конец отвала рекомендуется устанавливать удлинитель, что повышает производительность. Число проходов зависит от ширины дорожного полотна.

Боковые каналы очищают от снега грейдером, оснащенным кюветоочистителем. Кюветоочиститель имеет форму сечения канавы. Устанавливают его на отвале. Эту работу выполняют за два – три прохода с углом захвата отвала 60 - 70°.

Рекомендуемая скорость по очистке снега 10 км/ч и более. При таких скоростях грейдер развивает достаточное усилие, дающее возможность убирать обочины и разравнивать снежные валы до 50 см с отбросом снега за пределы полосы очистки до 5 м.

Производительность является основным показателем эффективного использования грейдера на различных видах работ. С повышением производительности машин сокращаются расходы на строительство и его сроки.

Производительность грейдеров зависит от многих факторов: профиля земляного сооружения, грунта, мощности грейдера, квалификации машиниста, длины обрабатываемого участка, организации работ и выбора технологии, степени использования времени работы машин.

Для повышения производительности грейдера необходимо:

сокращать до минимума простой и непроизводительные проходы путем тщательной подготовки машины и участка работ, а также использования наиболее рациональной технологии работ;

полнее использовать тяговую мощность машины при одновременном увеличении количества нарезаемого и перемещаемого грунта за каждый проход;

выбирать оптимальную длину обрабатываемого участка дорожного полотна, которая будет соответствовать наибольшей производительности грейдеров на данном участке работы;

уменьшать время цикла путем повышения скорости движения;

работать на повышенных скоростях, для чего выбирать рациональные углы установки отвала и более полно использовать тяговую мощность грейдеров;

соблюдать правила технической эксплуатации грейдеров, организовывать оперативное планирование и учет работы грейдеров.

**Ежесменное обслуживание грейдеров.** Перед началом работы каждой смены проводят ЕО базового трактора и проверяют состояние грейдерного оборудования в строгом соответствии с инструкциями по эксплуатации заводов – изготовителей трактора и грейдера.

Проверка грейдерного оборудования заключается в следующем:

обследуют сварные швы, крепление сборочных единиц и деталей механизмов грейдера, пневматические шины, инструменты; выявляют течи в гидроцилиндрах, трубопроводах, кранах через пробки, прокладки, уплотнения; осматривают ножи отвала, зубья кирковщика и другие трущиеся соединения для определения степени износа; проверяют уровень рабочей жидкости в баке гидросистемы и при необходимости доливают; смазывают все точки на машине согласно таблице и карте смазки.

В процессе работы наблюдают за состоянием базового трактора и грейдерного оборудования. При появлении повреждений грейдер останавливают и обнаруженные дефекты устраняют.

По окончании смены путем внешнего осмотра проверяют состояние сборочных единиц и деталей грейдера и устраняют мелкие неисправности, а также очищают рабочее оборудование от пыли, грязи, вытекшего смазочного материала.

На грейдерах с механическим управлением рабочими органами по окончании смены поднимают отвал с ножами в верхнее положение, чтобы снять нагрузки с пружин амортизатора.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для каких видов работ предназначены грейдеры?
2. По каким признакам классифицируются грейдеры?
3. Какие вы знаете основные узлы грейдера?
4. Назовите типы рабочего оборудования автогрейдера.
5. Какие вы знаете виды дополнительного оборудования автогрейдеров?
6. Какие вы знаете основные параметры автогрейдеров и их рабочего оборудования?
7. Какие виды работ выполняются грейдерами?

## Лабораторная работа № 8

### Машины для уплотнения грунтов

Цель работы: Изучение конструкции машин для уплотнения грунтов.

Задание: Изучить способы уплотнения грунтов. Изучить конструкцию, технические характеристики машин для уплотнения грунтов.

Порядок выполнения:

#### Общие сведения

Для уплотнения насыпных грунтов применяются способы: трамбование ударами плит или грузов, падающих свободно или с принудительно развитой скоростью; укатка катками статического действия – гладкими, кулачковыми, решетчатыми и колесными на пневматических шинах; вибрационное уплотнение виброкатками и виброплитами.

Способность уплотнения и соответствующая ему машина определяются разновидностью уплотняемого грунта, толщиной слоев его отсыпки, размерами и формой поверхности уплотняемого грунта.

Глубина и степень уплотнения главным образом зависят от влажности грунта, определяемой на приборе стандартного уплотнения конструкции СоюзДОРНИИ. Оптимальной влажностью называют ту, при которой достигается наибольшая плотность грунта, полученная с помощью прибора стандартного уплотнения.

#### Рекомендуемая влажность для грунтов (в %)

Глины	23-28
Тяжелые суглинки	22-25
Средние суглинки	21-23
Легкие суглинки и супеси	15-17
Чернозем	25-37
Лессы	19-21

Стандартной плотностью называется плотность сухого грунта (скелета грунта) (в кг/см<sup>3</sup>), полученная с помощью прибора стандартного уплотнения СоюзДОРНИИ при данной влажности испытываемого грунта. Стандартная плотность  $\delta_{ст}$  в зависимости от влажности  $\omega$  определяется для подлежащего уплотнению грунта рядом последовательных опытов по уплотнению при варьируемой влажности в приборе и наносится на график в виде  $\delta_{ст} = f(\omega)$ .

Степенью уплотнения называется отношение практически полученной в насыпи плотности скелета грунта  $\delta_{пр}$  при данной его влажности к стандартной плотности  $\delta_{ст}$  по прибору, выраженное в %:

$$\varepsilon = \sigma_{пр} / \sigma_{ст} * 100\%$$

#### Степень уплотнения $\varepsilon$ для различных насыпей (в %)

Автомобильные	95-98
Железнодорожные	55-60
Гидротехнические	98-100

Влажность и плотность грунта насыпи определяют отбором проб и лабораторным анализом. Пробы отбирают с разных горизонтов уплотняемого слоя грунта и насыпи в целом.

Как правило, степень уплотнения уменьшается по глубине от поверхности отсыпанного слоя. Отбором проб с различных горизонтов устанавливается глубина распространения уплотняющего воздействия данной машины для данной разновидности грунта.

При всех способах уплотнения, кроме укатки гладкими механическими катками, верхний слой грунта разрыхляется на глубину, зависящую от вида уплотняющей машины и ее параметров, а также от разновидности и состояния (главным образом влажности)



уплотняемого грунта; ниже разрыхленного слоя располагается грунт, уплотненным воздействием машины.

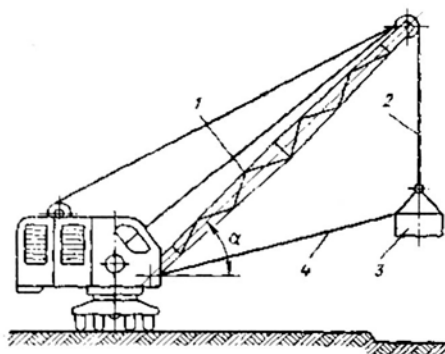


Рис. 1. Трамбующая плита, навешенная на подъемный канат экскаватора-драглайна:  
1 – стрела, 2 – подъемный канат, 3 – плита, 4 – вспомогательный канат

Разрыхление верхнего слоя отсыпки необходимо учитывать при выборе толщины слоев отсыпки грунта с расчетом на уплотнение разрыхленного слоя при обработке грунтоуплотняющими машинами последующего слоя отсыпки.

**Трамбующие машины и оборудование.** Трамбующие машины и оборудование служат для уплотнения связных и глинистых грунтов, отсыпаемых слоями толщиной 1-1,5 м. Несвязные песчаные грунты, как правило, не трамбуют, так как вблизи от места трамбующего удара грунт разуплотняется.

В отечественном строительстве используют трамбующие плиты на экскаваторах и трамбующие машины непрерывного действия.

*Трамбующие плиты*, навешиваемые на канат ковша экскаватора-драглайна, применяют для уплотнения грунтов в местах с узким фронтом работ, недоступных для уплотняющих машин других типов, например дорожных насыпей, отсыпаемых «с головы», при подходах к мостам и иным искусственным сооружениям, пазух насыпей гидротехнических сооружений или в местах, имеющих ограниченные и сложные очертания в плане.

Свободно падающая плита (рис. 1) круглой или квадратной в плане формы прикрепляется на трех-четырех цепях или канатных стропках к концу подъемного каната экскаватора-драглайна. Вспомогательный канат с легким оттяжным грузом служит для исключения вращения плиты и закручивания основного подъемного каната.

Плиты изготавливают из чугуна или армированного бетона массой 0,8-1,5 т и площадью опорной поверхности около 1 м<sup>2</sup>. Высота свободного падения плит 1,2-2,0 м. Для достижения необходимой плотности насыпного грунта требуется 3-6 ударов плиты. Глубина уплотнения при плотности 95-98% от стандартной зависит от разновидности и состояния (главным образом влажности) рыхлоотсыпанного грунта; обычная глубина уплотнения при трамбовании составляет 0,8-1,5 м.

При ручном управлении подъемами-сбросами плиты и поворотами стрелы в плане частота ударов не превышает 3-5 ударов в 1 минуту, что обуславливает невысокую производительность трамбующих плит на экскаваторах и ограниченное их применение.

*Трамбующие машины* непрерывного действия выпускаются в двух модификациях: ДУ-12Б и ДУ-12Б для агрегатирования с гусеничными тракторами соответственно Т-100М и Т-130. Рабочим органом машины (рис. 2) служат две плиты, подвешенные рядом на подъемных канатах сзади трактора. Плиты поочередно поднимаются канатами и свободно падают на поверхность грунта, осуществляя его трамбование на полосе, равной по ширине захвату обеих плит. Трактор при этом движется с замедленной ходоуменьшителем скоростью, которая выбирается соответственно необходимому числу ударов плит по одному месту.

При падении и подъеме плиты удерживаются от продольных раскачиваний и вращений в плане вертикальными парными штангами, подвешенными посредством эластичных муфт к навесной раме машины. Штанги свободно помещаются в направляющих

отверстий плит. Эластичные муфты штанг обеспечивают движение трактора при кратковременном нахождении плит на трамбуемой поверхности после очередного падения. Штанги оснащены телескопическими удлинителями для направления плит при больших осадках трамбуемого рыхлоотсыпанного грунта. Удлинители включаются в работу (выдвигаются) механизмом, управляемым водителем из кабины с помощью рукоятки.

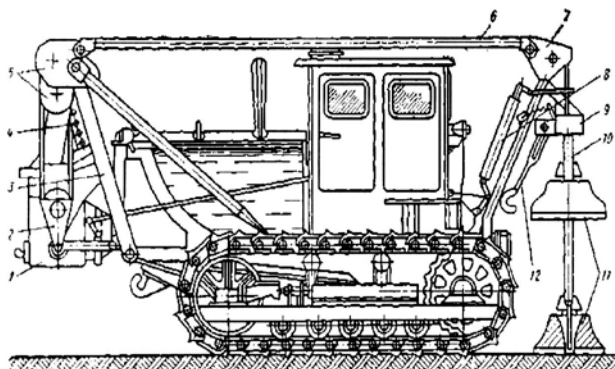


Рис. 2. Трамбующая машина ДУ-12 на тракторе Т-100:

- 1 – редуктор, 2 – блочная обойма кривошипа, 3 – стойка передней навески, 4 – амортизатор крепления каната, 5 – направляющие блоки канатного полиспаста, 6 – направляющая подъемной ветви каната, 7 – головной блок, 8 – механизм управления телескопической штангой,  
9 – эластичная муфта крепления штанги, 10 – штанга, 11 – плита, 12 – крюк транспортной подвески плиты

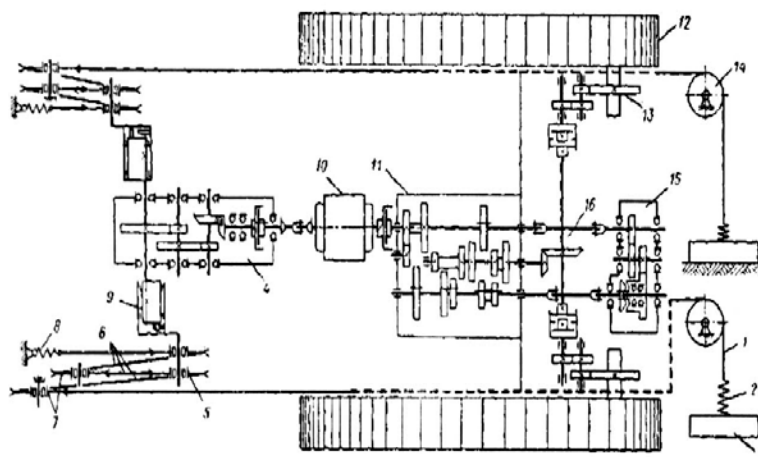


Рис. 3. Кинематическая схема трамбующей машины ДУ-12:

- 1 – подъемный канат, 2 – амортизатор плиты, 3 – плита, 4 – редуктор отбора мощности и привода кривошипов, 5 – подвижные блоки кривошипа, 6 – ветви полиспаста, 7 – неподвижные блоки, 8 – амортизатор каната, 9 – обгонная муфта кривошипа, 10 – двигатель трактора, 11 – коробка передач, 12 – гусеница, 13 – бортовой редуктор гусеницы, 14 – головной блок каната плиты, 15 – ходоуменьшитель, 16 – задний мост трактор

Привод подъемных канатов осуществляется канатными полиспастами, нижние двухблочные обоймы которых посажены на кривошипах вала редуктора. Редуктор приводится от переднего конца коленчатого вала двигателя трактора. Ступица каждого кривошипа соединена с валом обгонной муфтой, обеспечивающей свободное вращение кривошипа по прохождении им нижней мертвой точки, чем достигается свободное падение плиты. Полиспаст образуется из четырех ветвей каната, запасованного на блоках обоймы кривошипа и на двух неподвижных блоках. Сходя с выпускного блока, канат по верхней направляющей проходит к заднему головному блоку и обогнув его, прикрепляется к плите амортизирующей пружиной сжатия, смягчающей рывок каната в начале подъема плиты. Для амортизации рывка каната при падении плиты «в пустоту» (углубление грунта)

неподвижный конец каната прикреплен к несущей металлоконструкции пружинным амортизатором.

При транспортных передвижениях машины плиты, поднятые в верхнее положение, удерживаются крюками. При работе крюки переводятся в нерабочее положение с помощью механизма, управляемого из кабины водителя.

Кинематическая схема трамбующей машины ДУ-12 состоит из привода с канатным механизмом подъема сбрасывания плит и ходовой трансмиссии трактора. Обе части приводятся от двигателя трактора.

Привод канатного механизма подъема-сбрасывания плит представляет собой редуктор отбора мощности соединенный карданным валом с носком коленчатого вала двигателя трактора. Редуктор включается муфтой сцепления. Зубчатые передачи передают вращение валу кривошипов, на консолях которого посредством обгонных муфт посажены кривошипы, несущие обоймы подвижных блоков. Канатные полиспасты обеих плит образованы на неподвижных блоках и блоках подвижных обойм кривошипов. Рабочие ветви канатов, обогнув головные блоки крепятся к плитам пружинными амортизаторами.

Трансмиссия трактора, состоящая из муфты сцепления, коробки передач и заднего моста с бортовыми редукторами имеет дополнительный ходоуменьшитель, прифланцованный к задней панели заднего моста. Комбинации включения передач коробки и ходоуменьшителя определяют поступательные скорости рабочего хода трактора. При постоянном числе ударов плиты в единицу времени количество ударов по одному месту тем больше, чем меньше поступательная скорость трактора, и наоборот.

#### Техническая характеристика трамбующей машины типа ДУ-12

Показатель	ДУ-12Б	ДУ-12В	2
	Т-100М	Т-130	
Базовый трактор	<b>количество плит</b>		
Масса плиты, кг	1300		
Размер плиты в плане, мм	1000*1000		
Высота падения плит, м	1,3		
Ширина захвата плит, м	2,5		
Число ударов плит в минуту	2*16=32		
Количество ударов по одному месту	3-6		
Энергия одного удара, кгс*м	1430		
Поступательная рабочая скорость, м/ч	80-200		
Глубина уплотнения, м	До 1,2		
Габариты машины, мм:			
Длина	5900		
Ширина	2500		
Высота	3015		
Масса, т			
Машины с трактором	18-18,7		
Навесного оборудования	6,5		

Катки статического действия, предназначены для уплотнения грунтов, а также других сыпучих строительных материалов (щебня, гравия) при возведении отсыпаемых послойно дорожных насыпей, плотин и дамбооросительных сооружений и водохранилищ, при засыпке канав, впадин и т.д. Уплотнение катками (укатка) применимо на линейных и площадных объектах с достаточно большими размерами.

Уплотняющее воздействие осуществляется посредством удельного давления (в кгс/см длины вальца у катков гладких и ребристых и в кгс/см – у кулачковых, пневмоколесных и решетчатых катков), передаваемого катящимися вальцами на поверхность уплотняемой среды при многократных проходах катка по одному следу. Глубина уплотняющего воздействия, определяющая толщину отсыпаемого слоя, зависит от массы катка, типа его рабочего органа и от числа проходов по одному следу. Область применения катков по разновидностям грунтов и сыпучих материалов определяется типом рабочего органа.

По типу рабочего органа катки статического действия разделяют на катки с вальцами гладкими, кулачковыми, ребристыми и пневмоколесными (на колесах с пневматическими шинами). По способу приведения в движение различают катки прицепные и самоходные.

Типоразмеры регламентирует: кулачковых прицепных катков ГОСТ 11557-65, прицепных пневмоколесных – ГОСТ 8544-65 и пневмоколесных полуприцепных – ГОСТ 16481-70.

Для укатки связных и несвязных грунтов и любых сыпучих материалов применимы гладкие вальцы, так как поверхность уплотняемого слоя при этом почти не разрыхляется или разрыхляется на глубину (несвязные грунты) 1-3 см.

Ребристыми и кулачковыми вальцами укатывают связные грунты. При этом часть слоя грунта разрыхляется на глубину, равную 1/3-1/2 высоты ребра или кулачка в зависимости от разновидности и состояния грунта. Эти катки неприменимы для несвязных грунтов из-за большой глубины разрыхления грунта поверхности слоя.

Решетчатыми вальцами укатывают комковатые связные грунты, поскольку валец разрыхляет комки и одновременно уплотняет слой рыхлого грунта. С поверхности слой разрыхляется незначительно.

Пневмоколесные катки применимы для укатки любых грунтов, причем слой грунта с поверхности разрыхляется тем меньше, чем мельче рисунок протекторов шин. Толщина уплотняемого слоя выбирается с учетом необходимости проникновения уплотняющего воздействия в зону разрыхления нижележащего слоя грунта. Для отделки поверхности насыпи, укатанной ребристыми, кулачковыми и решетчатыми катками, следует производить прикатку одним-двумя проходами катков с гладкими вальцами.

На рис. 4 показан прицепной каток. Он состоит из гладкого вальца с консольными торцовыми шипами, помещающимися в подшипниках, установленных на прямоугольной раме, охватывающей валец. Рама оснащена дышлом со сцепным устройством для присоединения к буксирной скобе трактора. Для обеспечения челночной работы катка с перецепкой трактора к раме тяжелых катков приваривают (или присоединяют штырями) оппозитные дышла. Чтобы увеличить активную массу катка, валец загружают песком. Налипающий на валец грунт счищается скребком. Гладкий валец может быть превращен в кулачковый путем монтажа на его обечайке полубандажей с приваренными кулачками. Бандажи смещают один относительно другого так, чтобы кулачки располагались в шахматном порядке. Имеются вальцы, кулачки которых приварены к обечайкам. Междурядья кулачков очищаются штырями, приваренными в общей балке, прикрепляемой вместо скребка к поперечной балке рамы. Балластировка вальца осуществляется так же, как для гладкого вальца.

Конструкции ребристых и решетчатых прицепных катков подобны описанным. Рабочая поверхность ребристого катка состоит из нескольких смежных соосных кольцевых бандажей с волнообразными внешними поверхностями, выступы которых располагаются в шахматном порядке.

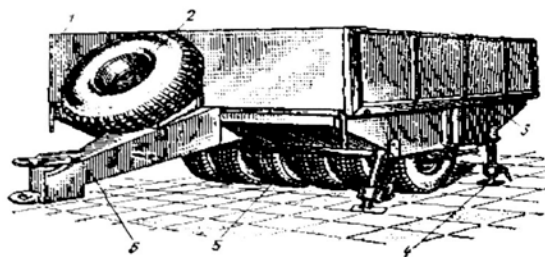


Рис. 4. Прицепной пневмоколесный каток с жестким креплением коленачатых осей:

1 – балластный кузов, 2 – запасное колесо, 3 – рама, 4 – домкрат,  
5 – колесо, 6 – дышло со сцепным устройством



Рис. 5. Прицепной пневмоколесный каток с секционными балластными ящиками:

1 – дышло, 2 и 3 – балластные ящики крайнего и средних колес, 4 – задняя балка, 5 – колесная шина, 6 – рычажная опора

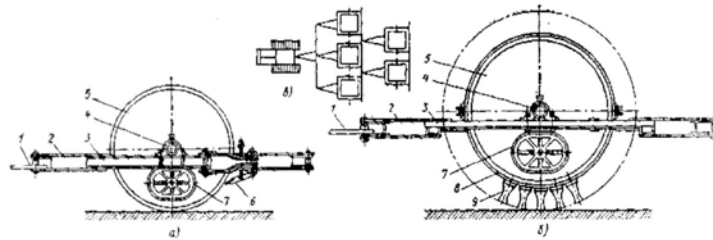


Рис.6. Прицепные катки:

а – с гладким вальцом, б – с кулачковым вальцом, в – схема работы с гусеничным трактором, 1 – сцепное устройство, 2 – дышло, 3 – охватывающая рама,

4 – подшипник, 5 – валец, 6 – скребок, 7 – люк для балластирования, 8 – полубандаж, 9 – бандаж

Конструкции ребристых и решетчатых прицепных катков подобны описанным. Рабочая поверхность ребристого катка состоит из нескольких смежных соосных кольцевых бандажей с волнообразными внешними поверхностями, выступы которых располагаются в шахматном порядке. Обечайка решетчатого вальца выполняется в виде решетки с квадратными ячейками, изготовленной из прутковой стали; эти вальцы обычно не балластируют.

Для укатки обширных площадей используют прицепные катки в сцепках по 2-5 шт. и более. Сцепка осуществляется дополнительными съемными приспособлениями, монтируемыми на рамах и дышлах.

Пневмоколесные прицепные катки выпускают двух типов: с жестким креплением колесных осей к раме и общим балластным кузовом, с балансирным присоединением колесных осей у тяговой рамы и с секционными ящиками.

У катка с общим кузовом к раме снизу жестко посредством рычагов с опорами прикреплены оси колес. Сверху на раме установлен общий балластный кузов. Спереди к раме приварено дышло со сцепным устройством. На дышле укреплено запасное колесо. По углам рамы смонтированы домкраты, служащие для подъема катка при выкатывании колес с осями для замены или ремонта шин.

У катка с балансирным присоединением колес к раме (рис. 159) каждая колесная ось посредством рычагов с опорами, прикреплена жестко к днищу отдельного балластного ящика. Ящики крайних колес жестко соединены спереди и сзади балками. К передней балке приварено дышло, которым каток присоединяется к сцепному устройству тягача. К задней балке балансирно присоединены остальные балластные ящики с колесами.

Имеются пневмоколесные секционные катки, у которых одинаковые балластные ящики с колесами балансирно присоединены к задней оси боковых брусьев тяговой рамы скреперного типа.

У катков с балансирными колесами постоянно обеспечивается контакт всех колес с неровной поверхностью укатки и на грунт все колеса передают заданную нагрузку, обусловленную балластом. Катки с жестким креплением колес этими качествами не обладают, так как при проходе неровностей полосы укатки у отдельных колес может нарушаться контакт с укатываемой поверхностью.

Прицепные катки всех типов различаются конструкцией дышла и сцепки, которая изменяется соответственно сцепному устройству тягача.

Техническая характеристика прицепных катков с кулачковыми вальцами и пневмоколесных приведена в табл.

**Техническая характеристика прицепных катков  
с кулачковыми вальцами**

Показатель	ДУ-26 (Д-614)	ДУ-3Б (Д-220Б)
<b>Ширина уплотняемой полоны, м</b>	1,8	2,7
Количество смежных вальцов	1	2
Диаметр вальца, мм	1400	2400
Число кулачков	160	180
Высота кулачков, мм	200	400
Габаритные размеры, м:		
Длина	4,07	7,81
Ширина	2,22	3,20
Высота	1,73	3,22
Толщина укатываемого слоя, м, до	0,2	0,4
Скорость движения, км/ч до	3	3
Масса катка, т	9 (без балласта)	28 (без балласта)
<b>Тяговый трактор</b>	Т-100 (Т-130)	Т-180

**Вибрационные катки** (виброкатки) предназначены для уплотнения несвязных рыхло отсыпанных грунтов и выпускаются в прицепном исполнении с гладкими вальцами.

Рабочим органом виброкатка является гладкий валец внутри которого смонтирован вал с дебалансами – возбудителями вибраций. Валец размещается внутри охватывающей прямоугольной рамы, оснащенной дышлом со сцепным устройством. На задней поперечине рамы установлен двигатель, приводящий вал дебалансов посредством гибкой (обычно клиноременной) передачи. Для уравнивания двигателя на передней части рамы крепится противовес. Снизу на поперечинах рамы смонтированы подпружиненные скребки, служащие для очистки вальца от грунта.

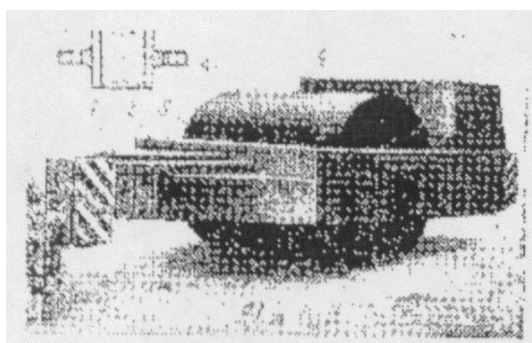


Рис. 7. Прицепной виброкаток с гладкими вальцами  
а– общий вид, б – резинометаллический амортизатор, 1 – дышло,  
2 – охватывающая рама, 3 – валец, 4 – двигатель, 5 – болт амортизатора,  
6 – диск амортизатора, 7 – резиновый элемент амортизатора,  
8 – вариант формы амортизатора

Для защиты рамы и двигателя от вибраций корпуса подшипников вальца и вала дебалансов прикреплены к боковым балкам рамы посредством резинометаллических амортизаторов. Амортизатор состоит из эластичного резинового цилиндра, привулканизированного торцами к дискам болтов крепления. Количество амортизаторов у одного корпуса бывает 3-8 и более, что зависит от возмущающей силы вибраций.

*Техническая характеристика прицепных виброкатков*

Ширина уплотняемой полосы, м	1,4
Количество валцов	1
Диаметр вальца, м	1,2
Мощность двигателя, л.с.	40
Возмущающая сила вибрации, кгс	8000
Частота вибраций в минуту	2000
Скорость движения, км/ч	До 3,0
Глубина уплотнения, м	До 0,6
Габаритные размеры, м	
Длина	3,93
Ширина	1,78
Высота	1,4
Масса катка, т	3,0

Буксирующий трактор            Гусеничный или колесный класса 1,5-3 тс

**Вибрационные поверхностные уплотнители (виброплиты)** предназначены для уплотнения несвязных и слабо связных песчаных грунтов, а также щебня и гравия. Применяются они при ограниченных в плане размерах уплотняемого объекта, например при обратной засыпке траншей и канав, пазух насыпей и т.п.

Рабочим органом виброплиты служит плита, вибрирующая на поверхности уплотняемой среды под действием возмущающих сил, установленным на плите вибратором.

Обычно для виброплит используют двухдебалансные вибраторы. Суммарная возмущающая сила двух дебалансов за каждые пол-оборота изменяется по величине от нуля до конечного значения и при нулевом положении изменяет направление действия на 180°.

При вертикальном направлении возмущающей силы (рис. 8, а) плита вибрирует на месте. При отклонении этой силы от вертикали (рис. 8, б, в) плита

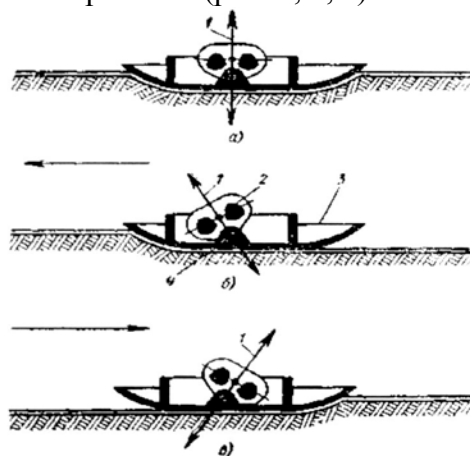


Рис. 8. Схема работы самопередвигающейся виброплиты:

А – при вибрировании на месте, б- при движении вперед, в – при движении назад, 1 – возмущающая сила, 2 – вибратор, 3 – плита, 4 – шарнир.

Горизонтальными стрелками показано направление самопередвижения.

передвигается в прямом или обратном направлении. Угол наклона возмущающей силы к вертикали изменяет оператор с помощью специального механизма; таким образом изменяется скорость самопередвижения виброплит.

Корпус вибратора может быть присоединен к плите посредством жесткого шарнира и наклон к вертикали возмущающей силы устанавливается поворотом корпуса вибратора на шарнире. Известны машины с жестким креплением корпуса вибратора к плите. У таких машин наклон к вертикали возмущающей силы устанавливается изменением соотношения фаз вращения дебалансов с помощью приводного редуктора. Имеются машины с постоянным наклоном возмущающей силы к вертикали. Такие машины самопередвигаются лишь в одном направлении и с постоянной скоростью.

Над плитой на пружинных или резинометаллических амортизаторах устанавливается подрамник несущий двигатель и узлы трансмиссии. Вращение от трансмиссии вибратору передается гибкой передачей, чаще всего клиномеренной.

Оператор управляет машиной с помощью дышла, прикрепленного к плите посредством амортизаторов. На дышле смонтированы рычажки управления двигателем и механизмом «установки» направления возмущающих сил. С помощью дышла оператор может поворачивать плиту в плане для изменения направления ее самопередвижения. Для транспортных передвижений виброплиты оснащаются съемными колесными тележками, на которых буксируются за трактором или автомобилем.

#### **Основные эксплуатационные расчеты**

Производительность машин (в м<sup>3</sup>/смену) непрерывного действия – трамбующей машины, катков, виброкатков и виброплит

$$P_{\text{см}} = \frac{(B-b)v1000hT}{m} R_{\text{и}}$$

где В – ширина полосы уплотнения (катка или сцепа), м; Б – ширина перекрытия смежных полос уплотнения, м; V – средняя рабочая скорость движения, км/ч; h – толщина слоя эффективного уплотнения, м; T – продолжительность смены, ч; R<sub>и</sub> – коэффициент использования времени смены, обычно равный 0,8-0,85; m – необходимое число проходов по одному месту.

Производительность трамбующей плиты (в м<sup>3</sup>/смену)

$$P_{\text{см}} = \frac{60n(a-b)^2 hT}{m} R_{\text{и}}$$

где n – число ударов плиты в минуту, а – размер опорной поверхности плиты, равный стороне квадрата для квадратных плит и диаметру для круглых плит, м; m – число ударов по одному месту, необходимых для уплотнения грунта.

Для всех грунтоуплотняющих машин ширина перекрытия обычно принимается равной 0,1-0,15м.

#### **Техническая характеристика прицепных пневмоколесных катков**

<b>Показатель</b>	<b>ДУ-30 (Д-625)</b>	<b>ДУ-4 (Д-263)</b>	<b>ДУ- 39 (Д-703)</b>	<b>ДУ-16 (Д-551)</b>	<b>ДУ-16Б (Д-551Б)</b>
Тип катка	Секционн ый	С жесткой подвеской	Секцион ный	С жесткой подвеской	
Ширина уплотняемой полосы, м	2,2	2,5	2,64	2,8	
Толщина уплотняемого слоя, м, до	0,25	0,4	0,4	0,45	
Число колесных екций	5	-	5	-	
Число колес	5	6	5	4	
Давление воздуха в шинах, кгс/см <sup>2</sup>	5,6	5,6	4,0	2-4,25	
Скорость движения, км/ч	До 3	5-25	До 5	До 25	
Габаритные размеры, м:					
Длина	5,30	5,70	5,76	9,19 ( с тягачом)	
Ширина	2,34	3,25	3,26	3,23	
Высота	1,82	2,18	2,00	2,92	
Масса катка, т	12,50	25,00	25,00	25,00	
Тягач	Гусеничн ый Т-100	Колесный К-700	Гусеничн ый Т-180	Одноосный	
				МАЗ- 529Е	МАЗ-546П



Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Способы уплотнения грунтов.
2. Машины для уплотнения грунтов (виды, характеристики, устройство, принцип работы).

## Лабораторная работа № 9

### Уплотнение грунтов трамбованием

Цель работы: Изучить процесс уплотнения грунтов трамбованием.

Задание: Опытным путем определить:

1. Зависимость плотности от величины удельного импульса;
2. Зависимость плотности от числа ударов;
3. Зависимость плотности от массы шабота;

Порядок выполнения:

#### **Общие сведения.**

Уплотнение грунтов считается одним из основных элементов технологического процесса проведения земляных работ.

Одним из возможных способов уплотнения грунтов является трамбование. При этом грунт уплотняется массой, которая падая с определенной высоты в момент встречи с грунтовой поверхностью передает свою энергию грунту. Таким образом, трамбование связано с ударом рабочего органа машины о грунт. В процессе уплотнения на грунт рабочий орган машины воздействует аналогично приложением к нему циклической нагрузки, которая для грунтов оптимальной влажности характеризуется следующими основными параметрами:

1. максимальное контактное давление – 0,5-0,9 МПа;
2. скорость изменения напряженного состояния в непосредственной близости от поверхности – 10-800 МПа/с;
3. общее время напряженного состояния за один цикл нагружения – 0,005-0,30 с.

Данные показывают, что трамбование характеризуется напряжениями аналогичными в процессе укладки, но отличаются значительно меньшим временем воздействия.

Деформация, а, следовательно, и эффект уплотнения зависят от скорости изменения напряженного состояния, так и от продолжительности действия нагрузки, а в конечном счете, от числа повторностей её приложения.

Характер взаимодействия рабочих органов с грунтом таков, что он может быть сведен к схеме нагрузки полупространства грунта жестким штампом. Поэтому здесь можно использовать все основные положения, которые получены в результате анализа такого деформирования.

Давление на поверхности контакта рабочего органа с уплотняемым грунтом не должно быть выше предела прочности. Лучший эффект имеет место, когда напряжение на поверхности контакта с рабочим органом уплотняющей машины:

$$\sigma = (0,9 - 1,0)\sigma_{пч} \quad (1)$$

где  $\sigma_{пч}$  - предел прочности грунта, МПа.

Предел прочности грунта  $\sigma$  растет с увеличением скорости изменения напряженного состояния и размеров поверхности контакта рабочего органа машины с уплотняемым

грунтом. Пределы прочности грунтов при оптимальной влажности и плотности  $\delta = 0,95\delta_{\max}$  для трамбуемых машин составляет:

1. малосвязные (песчаные, супесчаные, пылеватые) грунты – 0,3-0,7 МПа;
2. грунты средней связности (суглистые) – 0,7-1,2 МПа;
3. грунты высокой связности (тяжелосуглистые) – 1,2-2,0 МПа;
4. весьма связные (глинистые) грунты – 2,0-2,3 МПа.

Эффективность трамбующих машин зависит от того, насколько правильно выбрана толщина уплотняемого слоя. При больших толщинах слоя требуемой плотности достичь не удастся. При слишком малых толщинах слоев снижается производительность машин и возрастает стоимость работ.

Предельная глубина  $h$  на которую распространяется действие внешней нагрузки, составляет  $3,5d_{\text{ш}}$  ( $d_{\text{ш}}$  – диаметр штампа контакта). В пределах этой зоны следует выделить зону, где в процессе уплотнения грунтов деформация по глубине распределяется почти равномерно. Эту зону называют *активной*, а её глубину – глубиной активной зоны, рис. 1.

Созданию такой зоны способствует наличие более жесткого основания, которым служит ранее уплотненный слой грунта. Жесткое основание приводит к концентрации сжимающих напряжений по оси сосредоточенной нагрузки, а также меньшим перепадам напряжений по глубине.

Глубина активной зоны  $h_0$  зависит от поперечных размеров штампа в плане, величины напряжений, скорости изменения напряженного состояния, вида и влажности грунта.

$$\text{При } W \leq W_0, \quad \sigma \leq \sigma_{\text{пч}},$$
$$h_0 = \alpha V_{\text{min}} (W/W_0) \left(1 - e^{-\frac{\beta\sigma}{\sigma}}\right),$$

где  $V_{\text{min}}$  – минимальный поперечный размер поверхности штампа рабочего органа машины с уплотняемым грунтом, М;

$W$  – влажность уплотняемого грунта, %;

$W_0$  – оптимальная влажность грунта, %;

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от скорости изменения напряженного состояния;

$\beta$  – коэффициент для связных грунтов  $\beta = 3,65$ .

В случае несвязных грунтов глубина активной зоны в 1,2-1,5 раза выше. В пределах активной зоны реализуется около 80% всей деформации грунта, поэтому толщина уплотняемого слоя грунта не может быть выше глубины активной зоны.

Число повторных нагружений, которые необходимо провести для достижения требуемой плотности, зависит от толщины уплотняемого слоя. Эта зависимость представлена на рис. 2, из которой видно, что до некоторого значения толщин уплотняемого слоя необходимое число уплотнений прямопропорционально толщине уплотняемого слоя, а затем прогрессивно растет. После того, как толщина слоя превысит определенное значение, получить требуемую плотность становится невозможным.

Та толщина слоя, при которой удается достичь требуемой плотности грунта, называется предельной толщиной слоя. Максимальная производительность машины при минимальных затратах на уплотнение имеет место при оптимальной толщине слоя  $H_0$ . Оптимальная толщина слоя близка к предельной и в большинстве случаев составляет 80-90% от величины последней. Глубина активной зоны является верхним пределом оптимальных толщин слоев уплотняемого грунта. При  $\delta = 0,95\delta_{\max}$  оптимальная толщина слоя равна глубине активной зоны  $H_0 = h_0$ . При этом не требуется большого числа ударов.

Минимальный размер рабочего органа машины в плане  $V_{\text{min}}$  определяет собой максимальное значение оптимальной толщины слоя грунта, которое может быть реализовано только в том случае, если напряжения на поверхности грунта будут близки к пределу прочности. При меньших значениях напряжений оптимальная толщина слоя снижается.

При высокой требуемой плотности грунта  $\delta = (0,98 - 1,0)\delta_{\text{min}}$  оптимальная толщина уплотняемого слоя  $H_0 = 0,5h_0$ . Такая плотность может быть достигнута и при толщине слоя равной глубине активной зоны, но при этом число ударов должно быть увеличено в 3 раза по

сравнению с тем случаем, когда требуемая плотность равна  $0,95 \delta_{\max}$ . Поэтому уплотнение грунтов при таких больших толщинах слоев становится экономически невыгодным.

Снижение толщины уплотняемого слоя грунта по сравнению с оптимальной величиной при сохранении тех же размеров рабочего органа и той же величины развивающихся на поверхности грунта напряжений, как правило, влечет за собой излишнюю затрату удельной работы.

Анализ формулы (2) показывает, что снижение напряжений до  $(0,5-0,6) \sigma_{\text{пч}}$  грунта практически не влияет на величину глубины активной зоны, а,

следовательно, и на оптимальную толщину уплотняемого слоя. Однако, всякое снижение напряжений приводит к увеличению необходимого числа поверхностей приложения нагрузки.

В результате уплотнения должна быть получена не только требуемая плотность грунта, но и прочная его структура. Это может быть достигнуто лишь при соблюдении определенного режима работы. В первую очередь это относится к контактному давлению, которое должно быть близким к пределу прочности грунта, но не превышать его в течение всего процесса уплотнения. При первых нагружениях будет происходить разрушение структуры, особенно вблизи к поверхности контакта рабочего органа с грунтом.

Это затруднит дальнейшее формирование плотной и прочной структуры грунта, а достигнутые в конечном итоге плотность и прочность будут ниже тех, которые получаются при постепенном возрастании контактного давления.

При трамбовании увеличение контактного напряжения в процессе уплотнения частично поддерживается за счет уменьшения времени удара. Однако, в большинстве, этого не достаточно, и приходится применять машины с регулируемыми параметрами или несколько машин, имеющих различные режимы трамбования.

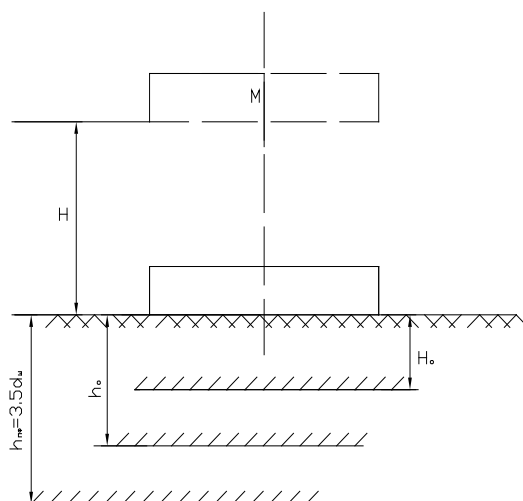


Рис. 1 - Расчетная схема процесса уплотнения грунта при трамбовании.

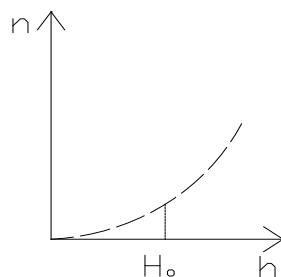


Рис. 2 - Зависимость необходимого числа повторностей приложения нагрузки от толщины уплотняемого слоя.

#### Уплотнение трамбованием

При трамбовании грунту передается энергия падающей массы. Удар наступает после момента соприкосновения массы с грунтом. За весьма короткий промежуток времени

энергия передается грунту, вследствие чего развиваются высокие напряжения контакта трамбовки с грунтом.

При трамбовании имеет место

$$\int_0^{\tau} P dt = M(v_1 - v_2), \quad (3)$$

где  $M$  – масса трамбовки, кг;

$v_1$  – скорость трамбовки после удара, м/с;

$v_2$  – скорость трамбовки до удара, м/с;

$P$  – усилие, передаваемое на грунт, Н;

$\tau$  – время удара, с.

Эффект уплотнения определяется величиной необратимой деформации и распределением этой деформации по толщине уплотняемого слоя. Деформация грунта зависит от величины напряжений, развивающихся в грунте, и времени действия этих напряжений.

Усилие  $P$ , развивающееся в процессе удара, а, следовательно, максимальное давление на поверхности контакта рабочего органа с грунтом, зависит от времени удара  $\tau$  и закона изменения напряжений во времени. Характер изменения напряжений по глубине зависит от характера затухания волны напряжений в грунте.

Скорость  $v_1$  при свободном падении, м/с

$$v_1 = \sqrt{2gH} \quad (4)$$

где  $H$  – высота падения трамбовки, м.

Скорость  $v_2 = 0$ , так как удар трамбовки о грунт может считаться абсолютно неупругим.

Процесс удара начинается с момента начала контакта штампа с грунтом, т.е. с момента возникновения напряженного состояния грунта. После этого скорость движения штампа затухает. Скорость становится равной нулю в момент, когда деформация достигает максимума. После этого за счет упругих сил грунта начинается обратное движение штампа, в конце которого может иметь место даже отрыв его от грунтового полупространства. Это обратное движение является началом колебательного движения поверхности грунта.

Отрезок времени от момента удара до поверхности достижения грунта максимальной деформации является временем удара.

Трамбующие машины характеризуются удельным импульсом,  $\text{к с/м}^2$ .

$$i = \frac{M \cdot v_1}{F} \quad (5)$$

т.е. импульсом, приходящимся на единицу площади  $F$  рабочего органа.

Возникающие на поверхности грунта максимальные контактные напряжения зависят от величины удельного импульса, характера изменения самих напряжений во времени и могут быть определены по формуле

$$\sigma = \frac{a \cdot i}{\tau} \quad (6)$$

где  $a$  – безразмерный коэффициент, учитывающий отставание развития деформации от изменения контактного давления.

Значения коэффициента  $a$  зависят от скорости движения штампа в момент удара и его массы. Численные значения его приведены в табл.1.

Время удара  $\tau$  зависит от величины деформации и скорости её течения. Та деформация, которая успевает развиться за время удара, определяется степенью податливости грунта внешним нагрузкам и зависит от вида и состояния грунта и в первую очередь от его плотности и влажности.

Полученные опытным путем значения времени удара приведены в табл.2.

В случае свободного падения рабочего органа трамбующей машины максимальное контактное давление, Па

$$\sigma = \frac{a \cdot M \sqrt{2gH}}{F \cdot \tau} \quad (7)$$

где М – масса рабочего органа;

Н – высота его падения;

F – площадь контактного давления поверхности рабочего органа, м<sup>2</sup>;

a – коэффициент определяемый по табл.1;

τ – время удара, определяемое по табл.2;

При трамбовании, как и при других способах уплотнения, максимальное напряжение на поверхности грунта не должно превышать пределов прочности. В противном случае верхняя часть слоя грунта будет разрушаться, а активная зона перемещаться в глубину.

Предельное состояние очень часто определяется величиной предельного удельного импульса, величина которого для различных грунтов оптимальной влажности определена опытным путем и приведена в табл. 3.

Таблица 1 - Величина предельного удельного импульса

Скорость в момент удара, v, м/с	Масса штампа, приходящаяся на 1м <sup>2</sup> контактной поверхности, кг/м <sup>2</sup>			
	500	1500	2000	4500
1	1,5	1,3	1,2	1,1
2	1,8	1,5	1,3	1,2
3	2	1,7	1,4	1,7
4	2,5	2	1,7	1,4
10	3	2,5	2	1,7

Таблица 2 - Время удара для грунтов оптимальной влажности, с.

Удельный импульс 10 <sup>4</sup> Н с/м <sup>2</sup>	Относительная плотность грунта, δ/δ <sub>max</sub>				
	0,8	0,85	0,9	0,95	0,98
0,5	0,04	0,03	0,02	0,015	0,01
1	0,07	0,05	0,03	0,02	0,015
1,5	0,09	0,065	0,04	0,025	0,015
2	0,11	0,08	0,05	0,03	0,015
2,5	-	0,095	0,06	0,035	0,021

Таблица 3 - Величина предельного удельного импульса для грунтов оптимальной влажности, Н с/м<sup>2</sup>

Тип грунта	Численное значение
Малосвязные песчаные, супесчаные, пылеватые	0,5-0,8 10 <sup>4</sup>
Средней связности (суглинистые)	0,8-1,5 10 <sup>4</sup>
Высокой связности (тяжелосуглинистые)	1,5-2,2 10 <sup>4</sup>
Весьма связные (глинистые)	2,2-3,0 10 <sup>4</sup>

Трамбованием можно уплотнять как связные, так и несвязные грунты. Преимуществом этого способа является возможность уплотнения грунтов слоями большой толщины, поэтому этот способ уплотнения является наиболее целесообразным при работе в зимних условиях.

Глубина активной зоны при уплотнении связных грунтов из формулы (2) после замены отношения напряжений отношением удельных импульсов

$$h_0 = 1.2 * V_{\min} (W/W_0) (1 - e^{-3.7(i/i_{\text{пр}})}),$$

где i – удельный импульс машины, Н с/м<sup>2</sup>;

i<sub>пр</sub> - предельный удельный импульс, Н с/м<sup>2</sup>;

$V_{\min}$  - минимальный размер рабочего органа в плане, м.

Численное значение удельного предельного импульса для различных грунтов можно определить по графику рис. 3. При этом относительная плотность грунта находится в пределах  $(0,98-1,00) \delta_{\max}$ . График построен для грунтов оптимальной влажности, уплотненных слоями оптимальной толщины. Верхняя кривая соответствует предельным значениям удельных импульсов, выше которых может быть разрушение грунта. Нижняя кривая дает минимальное значение удельного импульса при котором требуемая плотность может быть достигнута только при большом числе ударов по одному месту.

При удельном импульсе  $i$  и контактной поверхности  $F$  общий импульс удара, и с

$$I = iF. \quad (8)$$

С другой стороны

$$I = M\sqrt{2gH}, \quad (9)$$

откуда легко определяется высота падения трамбовки при заданной её массе, м

$$H = \frac{I^2}{2gM^2}. \quad (10)$$

При этом следует убедиться, что напряжение  $\sigma$  не превышает предела прочности грунта.

Необходимое число ударов трамбовки

$$n = \frac{kh}{ih} i_{\text{пр}}, \quad (11)$$

где  $h$  – толщина уплотняемого слоя, м;

$h_0$  – оптимальная толщина слоя, м;

$k$  – коэффициент, зависящий от оптимальной плотности и виде грунта, табл. 4.

Таблица 4- Значение коэффициента  $k$

Требуемая плотность грунта, $\delta/\delta_{\max}$	Связный грунт	Несвязный грунт
0,95	4	2
0,98	7	4
1	14	10

Многие трамбуемые уплотняющие машины имеют шабот. Шабот связан с рамой машины и вместе с ней может перемещаться в горизонтальном направлении. Удар трамбуемого органа осуществляется уже не по грунту, а по шаботу.

Шабот является тем промежуточным телом, которое воспринимает удар от трамбуемого органа и передает его грунту. Он обладает жесткостью и инерцией и поэтому изменяет нормальное течение процесса удара, как правило, снижая его эффективность. Влияние шабота и, в частности, его массы следует учитывать при проектировании машины.

Частично шабот оказывает и положительное влияние. При уплотнении рыхлых грунтов смягчается острота импульса, создаются благоприятные условия для постепенного нарастания плотности грунта. При наличии шабота контактные напряжения распределяются более равномерно, особенно по сравнению с непосредственным ударом трамбовки о грунт при наличии перекоса.

При ударе стальной падающей части о стальной шабот в месте контакта возникают высокие напряжения, которые приводят к быстрому износу машины и к значительному снижению ее надежности.

Применение шабота почти всегда снижает контактные давления, а следовательно, напряжения, которые действуют на различной глубине уплотняемого слоя. Одновременно импульс как на поверхности грунта так и па различных глубинах становится более растянутым. При наличии шабота в пределах активной зоны наблюдается меньшее затухание импульса по глубине по сравнению с непосредственным ударом штампа о грунт.

Величина напряжений на всех глубинах в одинаковых условиях при непосредственном ударе всегда выше, чем при ударе через шабот, поэтому при наличии шабота наблюдается снижение плотности, хотя время напряженного состояния увеличивается. Это можно объяснить тем, что снижение напряжения не компенсируется увеличением времени действия.

Зависимость необходимого удельного импульса удара от содержания в грунте глинистых частиц.

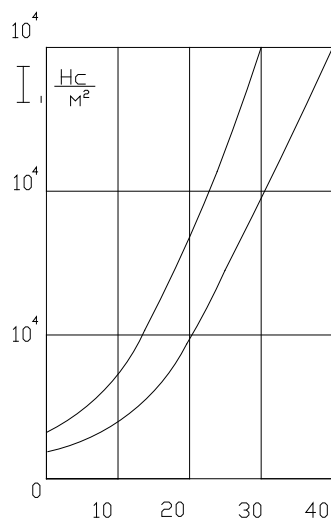


Рис. 3 - Содержание глинистых частиц в %.

Шабот снижает контактные давления из-за потерь, связанных с его инерцией, которые в общем пропорциональны его массе, и потерь связанных с деформацией самого шабота. Влияние этих факторов можно учесть введением поправочного коэффициента  $k_{ш}$  в формулу (6)

$$\sigma_{ш} = k_{ш} \frac{ai}{\tau}, \quad (12)$$

Массу шабота лучше всего выразить в относительных единицах – в долях от массы штампа. Тогда относительная масса шабота

$$m_{шо} = \frac{M_{ш}}{M} \quad (13)$$

Опытами установлено, что  $k_{ш} \leq 1$ . Он уменьшается с ростом относительной массы шабота и зависит от плотности грунта. В конце процесса уплотнения  $k_{ш}$  всегда ниже, чем в его начале.

#### Описание лабораторной установки.

Исследование уплотнения грунта трамбование проводится в специальном приборе, изображенном на рис.4. Прибор из массивной внешней обоймы – 1 диаметром 70мм и высотой 100мм, разрезанной по вертикали на две половины. В обойму снизу вставляется внутреннее кольцо – 2 диаметром 70мм и высотой 40мм. Обойма с кольцом помещена в массивный поддон – 3и сверху на нее надето зажимное кольцо – 4. При помощи болтов – 5 обе половины обоймы прижимаются друг к другу.

Уплотнение производится при помощи устройства, состоящего из диска – 6 и штока, по которому перемещается падающий груз – 7 массой 1 или 2,5 кг. На штоке имеется упор – 8, который фиксируется и определяет высоту груза при уплотнении.

На установке проводятся исследования следующих вопросов:

1. зависимость плотности от величины удельного импульса;
2. зависимость плотности от числа ударов;
3. зависимость плотности от массы шабота.

Исследование зависимости плотности грунта от величины удельного импульса.

Исследуемый грунт уплотняется в приборе заданным числом ударов  $n$  при различных удельных импульсах  $i$ .

Для проведения опытов берется навеска сухого грунта массой  $m_c = 0,400$  кг. При влажности  $W$ , заданной в исходных параметрах табл. 5, определяется количество воды, кг

$$m_b = \frac{W}{100} m_c . \quad (12)$$

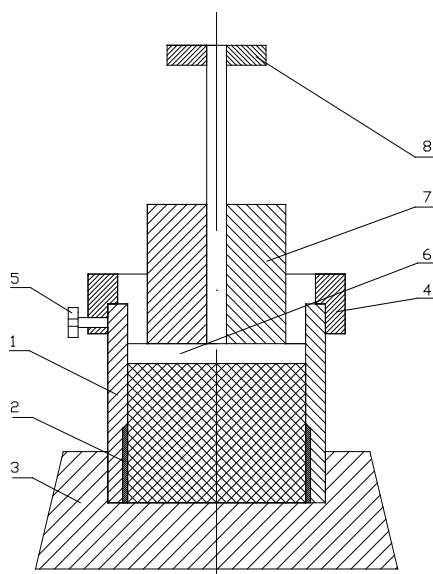


Рис. 4 - Схема прибора для уплотнения грунтов трамбованием.

Вода порциями вливается в грунт. Хорошо перемешанный грунт вливается в прибор и уплотняется заданным числом ударов груза с заданной высотой падения.

Высоту слоя грунта после уплотнения измеряют глубиномером, опуская его на диск трамбовки, поставленный сначала на дне пустого прибора, а затем на поверхность уплотненного грунта.

Грунт высыпают из уплотнителя, размельчают и повторяют опыт при уплотнении трамбованием другим импульсом. Начальные данные и результаты замеров и расчетов заносятся в протокол, приведенный в табл. 6.

При этом величина импульса, н с

$$I = M \sqrt{2gH} \quad (13)$$

Удельный импульс, н с/м<sup>2</sup>

$$i = \frac{I}{F} \quad (14)$$

Высота слоя грунта после уплотнения, м

$$h = h_0 - h_1 \quad (15)$$

Объем грунта, м<sup>3</sup>

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h \quad (16)$$

Масса влажного грунта, кг

$$m_r = m_c + m_b \quad (17)$$

Плотность грунта, кг/м<sup>3</sup>

$$\delta = \frac{1}{V} m_r \quad (18)$$

Плотность скелета грунта, кг/м<sup>3</sup>

$$\delta_o = \frac{\delta}{1 + W/100} \quad (19)$$

В результате опытов строится график зависимости плотности грунта от величины удельного импульса. При наличии точки перегиба определяется максимальный импульс  $i_{max}$  при данном числе ударов и влажности грунта.



Таблица 5 - Исходные данные по исследованию зависимости плотности от величины удельного импульса.

Вариант	Шифр грунта	Влажность W, %	Число ударов	Высота падения (см) груза 2,5 кг
1	0	10	5	5 10 15 20 25 30
2	3	12,5	10	
3	6	15	15	
4	9	17,5	5	
5	12	10	10	
6	15	12,5	15	
7	18	15	5	
8	21	17,5	10	
9	24	10	15	
10	27	12,5	5	
11	30	15	10	
12	33	17,5	15	

Таблица 6 - Протокол исследования зависимости плотности от удельного импульса при постоянном числе ударов и влажности грунта

Наименование параметра	Численные значения					
	Масса падающего груза	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Высота падения H, м	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Импульс i, Н с						
Удельный импульс I, Н с/м <sup>2</sup>						
Уровень диска h, мм						
Высота слоя грунта h, мм						
Объем грунта, кг/м						
Плотность грунта, кг/м						
Плотность скелета грунта						
$\delta_o$ , кг/м <sup>3</sup>						

Грунт \_\_\_\_\_

Влажность W =        %

Масса грунта  $m_r$  =        кг

Число ударов n =

Диаметр обоймы d =        мм

Площадь штампа F =        м<sup>2</sup>

### Результаты опытов

Зависимость плотности от числа ударов.

Исследуемый грунт заданной влажности уплотняется в приборе при постоянном удельном импульсе различным числом ударов. Рекомендуются следующие числа ударов n: 1, 2, 4, 8, 16, 32. Проведение опыта аналогично предыдущему. Исходные параметры опыта приведены в табл. 7.

Исходные данные и результаты замеров и расчетов заносятся в протокол, форма которого приведена в табл. 8. По результатам опытов строится график зависимости плотности грунта от числа ударов  $n_3$ , для данного грунта при заданном импульсе удара и плотности грунта.

Таблица 7 - Исходные данные по исследованию зависимости плотности грунта от числа ударов при трамбовании.

№ варианта	Шифр грунта	Влажность W, %	Масса груза М, кг	Высота падения Н, м
1	0	10	2,5	0,1
2	3	12,5	2,5	0,1
3	6	15	2,5	0,1
4	9	17,5	2,5	0,1
5	12	10	2,5	0,2
6	15	12,5	2,5	0,2
7	18	15	2,5	0,2
8	21	17,5	2,5	0,2
9	24	10	2,5	0,3
10	27	12,5	2,5	0,3
11	30	15	2,5	0,3
12	33	17,5	2,5	0,3

Таблица 8 - Протокол исследования зависимости плотности грунта от числа ударов при трамбовании с постоянным удельным импульсом

Наименование параметра	Численные значения					
	1	2	4	8	16	32
Число ударов n						
Уровень диска h <sub>0</sub> , мм						
Уровень диска h <sub>1</sub> , мм						
Высота слоя грунта h, см						
Объем грунта V, м <sup>3</sup>						
Плотность грунта δ, кг/м <sup>3</sup>						
Плотность скелета грунта δ <sub>0</sub> , кг/м <sup>3</sup>						

Зависимость плотности грунта при трамбовании от массы шавота.

Заданный исследуемый грунт уплотняется в приборе при постоянной влажности и постоянном удельном импульсе и числе ударов. Рекомендуются следующие значения относительной массы шавота m<sub>шо</sub>: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0. После каждого опыта грунт перемешивается, процесс проведения опыта и его обработка аналогичны предыдущему. Исходные параметры опытов приведены в табл. 9.

Исходные данные и результаты замеров и расчетов заносятся в протокол, форма которого приведена в табл. 10. Влияние шавота лучше всего можно характеризовать относительной плотностью δ – отношение плотности грунта при данном значении m<sub>ш</sub> к плотности при m<sub>шо</sub> = 0.

По результатам опытов строится график зависимости относительной плотности грунта от относительной массы шавота.

Таблица 9- Исходные параметры опытов

№ варианта	Шифр грунта	Влажность W, %	Масса груза М, кг	Высота падения Н, м	Число ударов
1	0	10	2,5	0,1	2
2	3	12,5	2,5	0,1	4
3	6	15	2,5	0,1	6
4	9	17,5	2,5	0,1	8
5	12	10	2,5	0,2	2
6	15	12,5	2,5	0,2	4
7	18	15	2,5	0,2	6
8	21	17,5	2,5	0,2	8
9	24	10	2,5	0,3	2
10	27	12,5	2,5	0,3	4
11	30	15	2,5	0,3	6
12	33	17,5	2,5	0,3	8

Таблица 10 - Протокол исследования зависимости плотности грунта от величины относительной массы шабота при трамбовании с постоянными параметрами

Наименование параметра	Численные значения
Масса шабота $M_{ш}$ , кг	
Относительная масса $m_{шо}$	0 0,25 0,5 0,75 1,0
Уровень диска $h_0$ , мм	
Уровень диска $h_1$ , мм	
Высота слоя грунта $h$ , см	
Объем грунта $V$ , см <sup>3</sup>	
Плотность грунта $\delta$ , кг/см <sup>3</sup>	
Плотность скелета грунта $\delta_o$ , кг/см <sup>3</sup>	
Относительная плотность $\delta_{ш}$	1

Грунт \_\_\_\_\_

Влажность  $W =$  %

Масса грунта  $m_r =$  кг

Диаметр обоймы  $d =$  мм

Площадь штампа  $F =$  м<sup>2</sup>

Масса груза  $M =$  кг

Высота падения  $H =$  м

Импульс  $I$

Число ударов  $n =$

Удельный импульс  $i$  Н с/м<sup>3</sup>

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Процесс уплотнения грунта трамбованием?
2. Какие грунты можно уплотнять трамбованием?
3. От каких параметров зависит эффект уплотнения?
4. Зависимость плотности от величины удельного импульса;
5. Зависимость плотности от числа ударов;
6. Зависимость плотности от массы шавота.

### Практическое занятие №1.

Тема: Физические характеристики грунтов.

Цель работы: Изучить свойства грунтов, определить физические характеристики.

Задание: Определить физические характеристики грунта.

Различные машины, применяемые для производства земляных работ, разрабатывают грунт, отделяя его гусеницами или колесами, а грунтозацепы на гусеницах или протекторы на колесах также взаимодействуют с грунтом, способствуя повышению тягового усилия машины по сцепному весу.

Придерживаясь представления о грунте как объекте строительных работ, можно остановиться на следующем определении: грунтами называются рыхлые горные породы современной коры выветривания, включающие почву как верхнележащий слой.

#### Компоненты грунта.

Грунт состоит из трех основных частей (фаз): минеральных частиц, образующих грунтовой скелет (твердая фаза); воды, частично или полностью заполняющей поры грунта (жидкая фаза) и воздуха (газообразная фаза).

При промерзании к этим основным трем частям, образующим грунт, добавляется еще лед, в который частично или полностью превращается вода, наполняющая крупные и средние поры грунта.

Грунт является гидроскопическим материалом и в естественных условиях всегда поглощает воду из паров воздуха.

Основными компонентами грунта являются песок и глина. Пески образуются путем механического разрушения основных пород, а глина является продуктом химического разрушения основных пород. Пески малосвязаны, водопроницаемы, малосжимаемы, непластичны при высыхании, не уменьшаются в объеме и легко размываются. Глины же обладают противоположными по сравнению с песками свойствами.

В природе, кроме песков и глин, имеются промежуточные грунты смешанного происхождения, именуемые супесями (супесками) и суглинками. Для этих грунтов перечисленные свойства принимают промежуточный характер.

Пылевые частицы, так же как и песчаные, образуются в результате физического выветривания горных пород и по этому, их минералогический состав не отличается от материнской породы.

#### Классификация минеральных частиц по крупности.

Частицы грунта принято характеризовать по их крупности в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

№ п\п	Наименование частиц	Размер частиц, мм.
1.	Галька (окатанные частицы) и щебень (угловатые частицы)	Более 20
2.	Гравий и дресва	20-2
3.	Песчаные частицы	2-0,05
4.	Пылеватые частицы	0,05-0,005
5.	Глинистые частицы	Менее 0,005

Все качественные различия свойств грунтов, помимо различия в размерах и форме образующих их частиц, зависят также от объема пор, влажности и температуры грунта.

Влажность. Измеряется отношением массы воды в грунте к массе высушенного грунта.

Профессор А.Ф. Лебедев разделяет воду, находящуюся в грунтах на парообразную, твердую (лед), кристаллизационную и химически связанную в составе минералов: гигроскопичная (пленочная) и свободная.

Парообразная вода содержится в порах и пустотах, не заполненных водой.

Гигроскопическая (пленочная) вода находится на поверхности грунтовых частиц, причем силы ее молекулярных связей с частицами столь значительны, что она не может передвигаться под действием силы тяжести.

Свободная вода заполняет поры грунта и подразделяется на гравитационную и капиллярную в зависимости от характера ее перемещения. Взаимодействия твердых частиц грунта с водой на поверхности их контакта обусловлено величиной молекулярных сил (рисунки 1).

Минеральные частицы грунтов заряжены отрицательно, а молекулы воды представляют диполи, заряженные положительно на одном и отрицательно на другом конце. При соприкосновении твердой минеральной частицы с водой возникают молекулярные силы взаимодействия, которые притягивают диполи воды к поверхности частиц с большой силой. Для первого ряда связанных молекул воды они составляют величину порядка нескольких тысяч кгс/см<sup>2</sup>.

Чем больше удельная поверхность частиц, тем больше молекул воды находится в связанном состоянии.

Один – три слоя молекул воды вокруг наиболее прочно связаны с ней и образуют прочно связанную (абсорбированную) воду, которую не удастся удалить не внешним давлением в несколько кгс/см<sup>2</sup>, ни действием напора воды.

Следующие слои молекул воды связываются менее прочно.

На расстоянии около 0,5 мкм связывающие силы становятся близкими к нулю. Эти молекулы образуют слой рыхло-связанной воды (лиосорбированной), которые поддаются выдавливанием до нескольких кгс/см<sup>2</sup>.

Молекулы воды находящиеся вне действия молекулярных сил взаимодействия с поверхностью минеральной частицы, образуют свободную воду. Движение свободной происходит под действием разности напора.

Пористостью грунтов называется отношение объема пор к общему объему грунта, выраженное в процентах. Пористостью характеризуют плотность слежения грунта. Для учета пористости принята величина **E**, названная коэффициентом пористости.

$$E = V / A ,$$

где **V** – объем пор,

**A** - объем занятый частицами грунта.

Величина **E** может быть целым или дробным числом.

Если **E = 1**, это значит, что 50% объема занято порами и 50% скелетом грунта. В песке **E** не бывает больше 1, а в глинах может доходить до **E = 16**.

Объемная масса Есть отношение массы грунта  $g$  при естественной влажности к его объему

$$\gamma = g / V , \text{ кг/м}^2$$

Объемная масса грунтов, разрабатываемая землеройными машинами, обычно колеблется в пределах  $1,5 - 2,0 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> в зависимости от минералогического состава, пористости и влажности.

Следует отметить, что объемная масса разрыхленных грунтов, будь то песок или глина, равен  $\gamma = 1300 - 1600$  кг/м<sup>3</sup>.

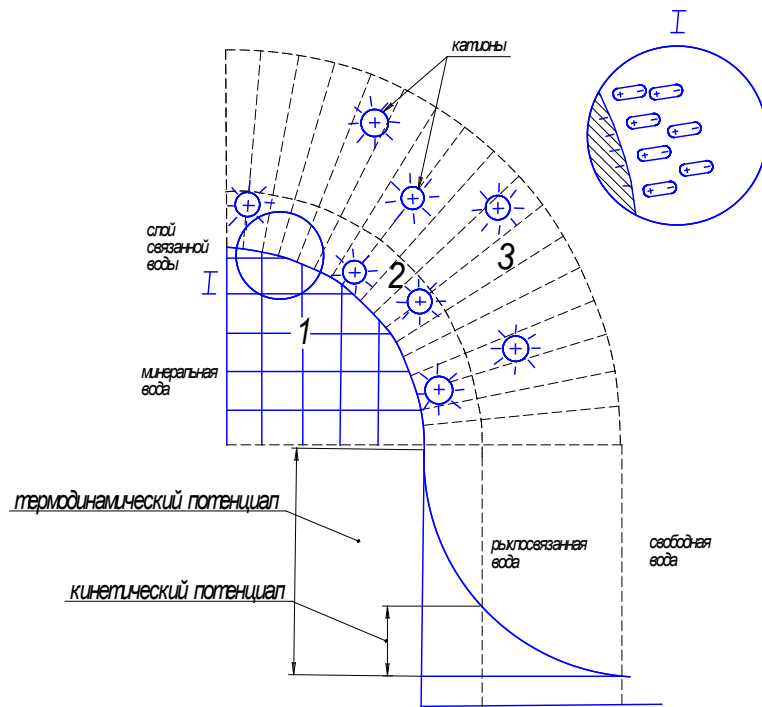


Рисунок 1 - Схема электромолекулярного взаимодействия поверхности минеральной частицы с водой:

1 - минеральная частица, 2 - вода связанная, 3- вода рыхлосвязанная.

Плотность большинства минералов, входящих в состав грунта колеблется от 2 до 2,8 г/м<sup>3</sup> (удельный вес железосодержащих минералов достигает 4 г/м<sup>3</sup>, а органических веществ 1,2г/м<sup>3</sup>-1,4 г/м<sup>3</sup>).

Липкость – свойство грунта прилипать к различным материалам – она свойственна большинству пластичных грунтов при достаточной влажности и малом содержании песка, т.е. для супеси, суглинков и глин. Величина усилий, затрачиваемое на преодоление налипания грунта на режущий орган,

$$P_{л} = p_{л} F, \text{ кгс}$$

где  $P_{л}$  - сила налипания,

$p_{л}$  - величина удельного налипания :  $p_{л}$  - 700 -800 кгс/м<sup>2</sup> для глин и 500 -700 кгс/м<sup>2</sup> для суглинков.

$F$  - площадь, поверхности соприкосновения рабочего органа машины с грунтом, м<sup>2</sup>

Следует избегать разработки пластичных грунтов при влажности, когда грунты становятся липкими, а если это не возможно, то надо дополнительно учитывать величину усилий, затрачиваемое на преодоление налипания грунта на рабочий орган в соответствии с формулой (3).

Разрыхляемость – способность грунта увеличиваться в объеме при разработке. При разрыхлении соответственно уменьшается объемный вес грунта. Коэффициент разрыхления характеризует отношение объема разрыхленного грунта к объему, который он занимал в естественном залегании. С течением времени или под воздействием уплотняющих машин разрыхленный грунт уплотняется.

Средние значение коэффициента разрыхления  $k_p$  колеблются в пределах 1,08-1,35, а коэффициент остаточного разрыхления в пределах 1,01-1,09. Большие значения относятся к тяжелым грунтам. При разработки мерзлых грунтов коэффициент разрыхления возрастает в 1,5-2,5 раза.

Коэффициенты трения грунта о сталь и грунта по грунту.

Величины коэффициентов трения грунта по грунту ( $\mu_1$ ) и коэффициентов трения грунта по стали ( $\mu_2$ ) приведены в таблице 2.

### Угол естественного откоса.

Углом естественного откоса называется максимальный угол между горизонтом и поверхностью свободного откоса песчаного грунта, при котором песок еще сохраняет равновесие.

### Прочностные характеристики грунтов.

Прочность- способность грунтов сопротивляться внешним нагрузкам. Разрушаемость грунтов во многом зависит от их прочности. Различают сопротивляемость грунтов разрушению при различных элементарных и сложных видах деформации: при одноосном сжатии, разрыве, сдвиге, изгибе, вдавливании и резании.

Основными из элементарных деформаций, от которых происходит собственно разрушение грунта, являются разрыв и сдвиг.

Считается, что не мерзлые грунты вообще не сопротивляются разрыву, поэтому при механических способах разрушения грунтов следует применять такие методы и такие рабочие органы, при которых основной деформацией является разрыв, т.е. отрыв грунта от массива.

Сдвиг. При сдвиге разрушение происходит по плоскости скольжения в результате воздействия касательных напряжений (формула Кулона).

$$\tau = C_0 + \sigma \mu_3,$$

где  $\tau$  – разрушающее касательное напряжение, кг/см<sup>2</sup>,

$C_0$ - сцепление грунта при сдвиге, величина  $C_0$  соответствует чистому сдвигу при  $\sigma = 0$ ,

$\sigma$  - нормальное напряжение – сжатие или растяжение, действующие перпендикулярно к площадке сдвига, кг/см<sup>2</sup>,

$\mu_3$  - коэффициент внутреннего трения.

Для сыпучих грунтов, у которых отсутствует сцепление ( $C_0$ ), величина

$$\tau = \sigma \mu_3$$

т.е. сопротивление сдвигу определяется только их трением.

### Классификация грунтов по трудности их разработки.

Существующие классификации грунтов Госстроя, проф. Прогодькова и другие классифицируют грунты по трудности разработки на ряд групп грунта. Но практически один и тот же грунт в зависимости от его влажности и другим факторам может быть слабым, средним или крепким. Более того глины относятся к 3-4 группам, а при повышенной влажности разрабатываются более легко, чем сухие грунты 1-2 групп.

Поэтому экскаватор, работающий нВ более “легких” условиях, например, на сухой супеси может не выполнять план, экскаватор, работающий на так называемом “тяжелом” грунте, например, влажной глине, может перевыполнять свое задание.

Новая классификационная шкала применительно к работе одноковшовых универсальных экскаваторах была утверждена ГОСТом 9698-67 и введена с января 1968 года для обязательного применения при производстве земляных работ.

Определение группы грунтов по методу доктора технических наук А.Н. Зеленина, принятое в этом стандарте представлено в таблице 3.

В ней в основу классификации грунтов по их сопротивляемости резанию экскаваторными машинами принято число ударов динамического плотномера.

Группа грунта	1	2	3	4	5	6	7	8
С- число ударов динамического плотномера (ударник ДорНИИ)	1...4	5...8	9... ...16	16.... ...34	35... ....70	70.... ....140	140.... ....280	280... ...550

Динамический плотномер (ударник ДорНИИ ) получил применение в дорожном деле для оценки несущей способности грунтовых дорог. Груз весом 2,5 кгс падает с высоты 40 см на буртик, производя за каждый удар работу 10 кДж (рис. 2).

Число ударов характеризует грунт, при погружении наконечника. Наконечник сделан в виде цилиндрического стержня высотой (длиной) 100 мм с площадью поперечного сечения, равной  $1 \text{ см}^2$ .

Приведенная классификация справедлива для всех грунтов от песков до тяжелых глин включительно. При разработке землеройными машинами не грунтов, а редко встречающихся других материалов (строит. мусор, щебень) следует пользоваться классификацией ГОССТРОЯ.

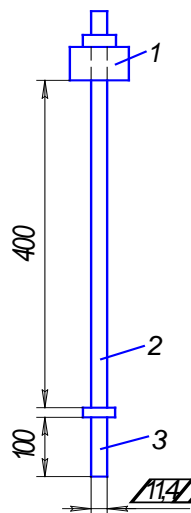


Рисунок 2 - Динамический плотномер :

1 – груз, 2 – рабочий стержень, 3 – наконечник.

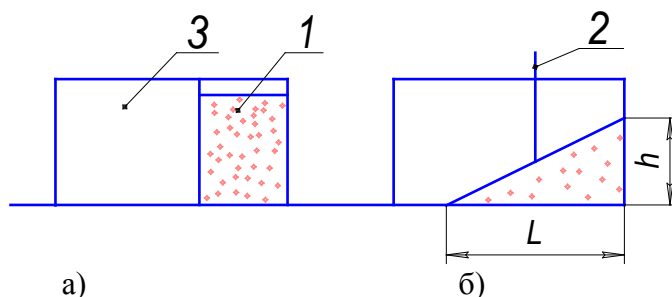


Рисунок 3 - Прибор Литвинова для определения угла естественного откоса песка.

1 – малый отсек, 2 – задвижка, 3 – большой отсек.

Величина  $C$  определяется как среднеарифметическое из пяти измерений на квадрате со стороной 1 м.

Рассмотренная классификация сопротивляемости резанию мерзлых и немерзлых грунтов соответствует физической сущности процесса резания и достаточно точна, т.к. определяется большим численным диапазоном значений  $C$ , позволяем быстро определить место грунта внутри шкалы при помощи динамического плотномера и дает возможность более точно установить границу применения практикуемой машины, а также определить нормы выработки для землеройных машин в конкретных условиях разработок.

Последовательность определения угла естественного откоса.

Воздушно-сухой песок:

1. В малый отсек 1 прибора Литвинова засыпать песок до черной отметки (см. рис.3а).



2. Прибор ставим на горизонтальную поверхность и плавным движением (без рывков) выдвигаем задвижку 2, песок сыпается, образуя угол естественного откоса (рис. 3б).

3. По вертикальной стенке находим высоту откоса **h**.  
По горизонтальной стенке находим основание откоса **l**.

$$\operatorname{tg} \alpha = h / l$$

По значению  $\operatorname{tg} \alpha$  находим углы естественного откоса  $\alpha$ , которые приведены на боковых стенках прибора.

4. Опыт повторяется три раза. Расхождения между повторными определениями не должно превышать  $2^\circ$ .

5. За углом естественного откоса принимается среднеарифметическое значение, выраженное в целых градусах.

Водонасыщенный песок:

1. В малый отсек прибора засыпать песок в воздушно – сухом состоянии, в большой отсек 3 (рис.3а) налить воды при закрытой задвижке. Воду наливать до черной отметки.

2. Задвижку приоткрыть на 1-2 мм и подождать до полного насыщения песка водой.

3. Далее опыт проводится аналогично вышеописанному с сухим песком.

Сухой песок			Водонасыщенный песок		
№ Определения	Угол в градусах	Среднее значение угла $\alpha$	№ Определения	Угол в градусах	Среднее значение угла $\alpha$
1			1		
2			2		
3			3		

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Компоненты грунта.
2. Определение влажности грунта.
3. Определение пористости грунта.
4. Объемная масса грунта.
5. Липкость грунта.

**Практическое занятие №2.**

Тема: Транспортные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные машины для разработки и перемещения грунта

Цель работы: Ознакомление с транспортными, транспортирующими и погрузочно-разгрузочными машинами для разработки и перемещения грунта.

Задание: На примере заданной машины ознакомиться с назначением, принципом работы, основными характеристиками.

Бульдозерные работы.

Бульдозером называют самоходную землеройную машину, представляющую собой гусеничный или колесный трактор, тягач или другую самоходную машину с навешенным с

помощью рамы или брусьев рабочим органом – отвалом криволинейного профиля, расположенным вне базы ходовой части. Чаще всего отвал располагают криволинейной отвальной поверхностью в сторону от базовой машины, габарит которой по ширине он полностью перекрывает.

Бульдозер служит для послойного копания, планировки и перемещения на расстоянии до 60 – 150 м грунтов, полезных ископаемых, рудных, строительных и других материалов при строительстве и ремонте дорог, каналов, дамб, котлованов и других строительных гидротехнических, мелиоративных, ирригационных земляных сооружений.

В зависимости от мощности и конструкции бульдозеры могут работать на самых разнообразных грунтах и материалах: от болотистых и песчаных до разборных, взорванных или разрыхленных скальных пород и руд. Экономически выгодная дальность перемещения грунта бульдозером зависит от его тягового класса, вида, прочности грунта и эксплуатационных условий.

По назначению различаются бульдозеры общего назначения и специальные.

Бульдозеры общего назначения выполняют послойное резание, набор и перемещение грунтов и материалов наиболее часто встречающихся в средних грунтовых и климатических условиях. За такие средние условия принимают супесчаные, суглинистые и глинистые грунты и их разновидности, легкие скальные породы типа трещиноватых сланцев, известняков, мергелей, а за наиболее часто встречающиеся климатические условия – условия умеренного климата с температурой от  $-40$  до  $+40$   $^{\circ}\text{C}$ .

Специальные бульдозеры предназначены либо для выполнения отдельных видов работ (например, прокладки путей, толкания скреперов, сгребания торфов, разравнивания карьеров, подземной разработки материалов), либо для работы при особых климатических условиях (например, при низких отрицательных температурах до  $-60$   $^{\circ}\text{C}$ , при тропической влажности и температурах до  $+60$   $^{\circ}\text{C}$ ).

Для выполнения отдельных видов работ используются отдельные виды отвалов:

- сферические, которые состоят из 3-5 частей, установленных под углом около  $15$  (один к другому, для работы на кусковых и сыпучих материалах;
- с челюстным гидроуправляемым захватом – для перемещения сыпучих материалов на большие расстояния или под водой;
- с двумя отвальными поверхностями – для работы передним и задним ходом;
- с отвальной поверхностью в сторону машины – для работы от стенки («на себя»);
- переворачиваемые – для работы «на себя» и «от себя».

С целью расширения области применения бульдозеры общего назначения и специальные снабжают дополнительным быстросъемным сменным оборудованием: рыхлительными зубьями, откосниками, открьлками, уширителями, удлинителями, канавными наставками, лыжами, вилами, кусторезными наставками.

По типу ходовой части различают гусеничные и колесные бульдозеры.

По номинальному тяговому усилию бульдозеры подразделяют на сверхтяжелые – с номинальным тяговым усилием свыше 30 т.с. ( мощностью более 400 л.с.), тяжелые – от 20-30 т.с. (250-400 л.с.), средние – от 13,5-20 т.с. (160-249 л.с.), легкие – от 2,5 до 13,5 т.с. ( 60-159 л.с.), малогабаритные – менее 2,5 т.с. ( меньше 60 л.с.).

По конструктивным признакам различают бульдозеры:

- с неповоротным отвалом (их называют просто бульдозерами), у которых отвал установлен перпендикулярно продольной оси машины и не может поворачиваться в плане;
- с поворотным отвалом (или англдозеры), у которых отвал можно устанавливать под углом в обе стороны от продольной оси машины или перпендикулярно ей;
- универсальные (или путепрокладчики) с шарнирно-сочлененным отвалом из двух половин, которые по отдельности или вместе могут быть установлены в горизонтальной плоскости под углом к продольной оси машины или перпендикулярно ей.

Отвалы бульдозеров всех типов могут быть снабжены механизмом перекоса в поперечной плоскости для облегчения разработки тяжелых грунтов и материалов. В отвалах

первых двух типов можно регулировать угол резания за счет поворота (наклона) отвала вперед и назад.

По типу механизма управления различают бульдозеры с гидравлическим и канатно-блочным управлением.

Наиболее широко используют гусеничные бульдозеры общего назначения с неповоротным и реже с поворотным отвалами. Бульдозеры на тракторах класса 10 т.с. и выше чаще всего применяют одновременно с навешенным рыхлительным оборудованием.

### **Конструкция бульдозеров**

Выпускают бульдозеры на гусеничных тракторах тяговых классах 3, 4(6); (10); (15) и (25) т.с., на колесных – классов 0,9; 1,4; 5 т.с.

Наиболее массовыми являются бульдозеры с неповоротным отвалом на гусеничных тракторах классов 3 (моделей Т-74, ДТ-75 и ДТ-75М) и 10 т.с. (моделей Т-100 МЗПП и Т-130.1Т-1), а также на колесных тракторах класса 1,4 т.с. (моделей МТЗ-50/52 и МТЗ-80/82). Рабочее оборудование подавляющего большинства бульдозеров на тракторах класса 1,4 т.с. выпускают в виде рабочего оборудования к экскаваторам.

Бульдозеры на тракторах класса 10 т.с. и выше приспособлены для работы как в условиях умеренного климата, так и при низких отрицательных температурах. Металлоконструкции бульдозеров, используемых в последних условиях, изготавливают из низколегированных сталей, не являющихся хладноломкими. Из бульдозеров с поворотным отвалом наиболее распространены агрегируемые с тракторами класса 10 т.с. На колесных тракторах и тягачах бульдозеры с поворотным отвалом не выпускают.

### **Гусеничные бульдозеры с неповоротным отвалом**

Бульдозер ДЗ-29 (рис.1) с гидроуправлением является типовой конструкцией на базе которой унифицированы все модели бульдозеров на тракторах этого класса. Основными сборочными единицами бульдозерного оборудования является отвал 1 с толкающими брусьями 10, козырьком 3, лыжами 12 и ножами 13; гидроцилиндр 4, кронштейн 5 и поперечная балка 9.

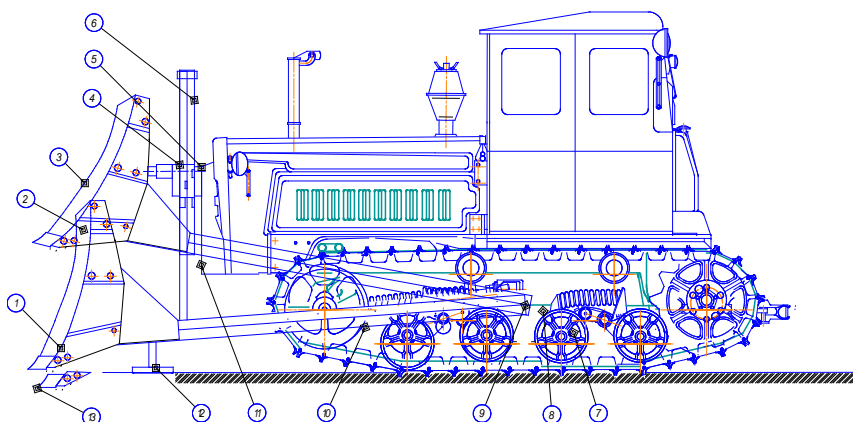
Отвал 1 представляет собой сварную коробчатую металлоконструкцию с криволинейным лобовым листом, позволяющим формировать и подавать вверх стружку грунта при копании. Сзади к лобовому листу приварены две листовые коробки, связанные между собой дополнительным листом, а сверху – козырек, укрепленный ребрами. Козырек препятствует пересыпанию грунта через отвал на подъемах и при толчках. В месте установки ножей (снизу) лобовой лист усилен ребрами. Спереди к отвалу болтами с потайными головками прикреплены три ножа. Ножи с двумя режущими кромками при изнашивании можно переворачивать. Ножи с двумя рядами отверстиями при изнашивании сдвигают вниз и закрепляют болтами в верхних рядах отверстий.

На боковых щеках отвала выполнено несколько отверстий для крепления уширителей 2 отвала, которые устанавливают под углом 30° (к отвальной поверхности, или открылков, закрепляемых перпендикулярно ей). Уширители используют при работе в легких условиях для увеличения объема перемещаемого грунта, а открылки с этой же целью – при работе на сыпучих и кусковых материалах. Благодаря соединению уширителей с отвалом без уступов нет значительного залипания при работе даже на влажных грунтах. Уширители 2 выполнен в виде сварной конструкции, состоящей из криволинейного лобового листа, щеки и ребер. Снизу уширитель снабжен ножом. Открылки представляют собой толстые листы с отверстиями для крепления к отвалу. С наружной стороны они укреплены уголками. Сзади, в середине, к отвалу приварен кронштейн для шарнирного соединения со штоком гидроцилиндра, головка которого снабжена шаровым подшипником. Некоторые бульдозеры снабжают двумя гидроцилиндрами.

Толкающие брусья коробчатого сечения передними концами приварены к отвалу, а противоположными – к вильчатым ловителям, снабженным термообработанными вкладышами. Этими вильчатыми ловителями и штырями толкающие брусья шарнирно соединены с цилиндрическими цапфами на концах поперечной балки.

Лыжи облегчают планировочные работы, работы на бульжных мостовых и в других подобных случаях, когда необходимо ограничить возможность заглобления отвала. Они

установлены в вертикальных цилиндрических стойках, закрепленных стопорными болтами в отверстиях коробок жесткости, которые укрепляют места соединения толкающих брусьев с отвалом. Лыжи тарельчатой формы соединены со стойками шарнирно. Их положение по высоте можно регулировать смещением стоек в отверстиях и последующей фиксацией их стопорными болтами. Высоту их расположения выбирают на уровне режущей кромки ножей или немного (1-2см) ниже нее.



1-отвал;2-уширитель отвала; 3-козырек;4-гидроцилиндр;5- кронштейн гидроцилиндра; 6-гибкий рукав;7- упор;8-стремянка;9-поперечная балка;10-толкающий брус;11-транспортная подвеска;12- лыжа;13-нож

Рисунок 1 - Бульдозер ДЗ-29.

Поперечная балка 9 – трапециевидного сечения. В ее концы вварены цилиндрические цапфы с квадратными головками. При работе в них через вильчатые ловители упираются толкающие брусья. Поперечную балку крепят в середине трактора к лонжеронам его рамы двумя стремлянками 8 и упорами 7, препятствующими ее смещению в продольном направлении.

Часть бульдозеров этого типа снабжена поперечной балкой, закрепляемой одной стремлянкой с каждой стороны. Лонжероны рам тракторов у этих бульдозеров оборудованы приклепанными кронштейнами с пазами, в которые устанавливают поперечную балку.

Гидроцилиндр двустороннего действия обеспечивает подъем, опускание отвала, его фиксацию в необходимом положении и «плавающее» положение отвала. В этом случае он может под действием силы тяжести занимать любое положение, опираясь ножами на поверхность грунта.

Управляют гидроцилиндром из кабины с помощью гидрораспределителя гидросистемы трактора, с которой он соединен гибкими рукавами 6.

При длительных переездах гидроцилиндр может разгружаться с помощью транспортной подвески 11, которая представляет собой скобу, шарнирно закрепленную на кронштейне гидроцилиндра. На кронштейне отвала, используемом для соединения со штоком гидроцилиндра, снизу сделан выступ, на который при транспортном положении отвала надевают скобу.

Кронштейн гидроцилиндра выполнен сварным в виде двух продольных балок, соединенных спереди стойками и поперечиной с кронштейном в середине. Продольные балки снабжены упорами и плитами с отверстиями для крепления к переднему брусу рамы трактора. В кронштейне на поперечине выполнены отверстия с втулками для установки рамы крепления гидроцилиндра. Для соединения с рамой на гильзе гидроцилиндра приварены цапфы, которые входят во втулки, помещающиеся в отверстиях рамки.

Шарнирные соединения гидроцилиндра с рамкой и рамки с кронштейном расположены взаимно перпендикулярных плоскостях и вместе образуют универсальный шарнир, позволяющий гидроцилиндру качаться в продольном и поперечном направлениях. Благодаря такому креплению гидроцилиндр разгружен от каких-либо поперечных нагрузок, которые могли бы возникнуть из-за неточности и внецентренных нагрузок на отвал.

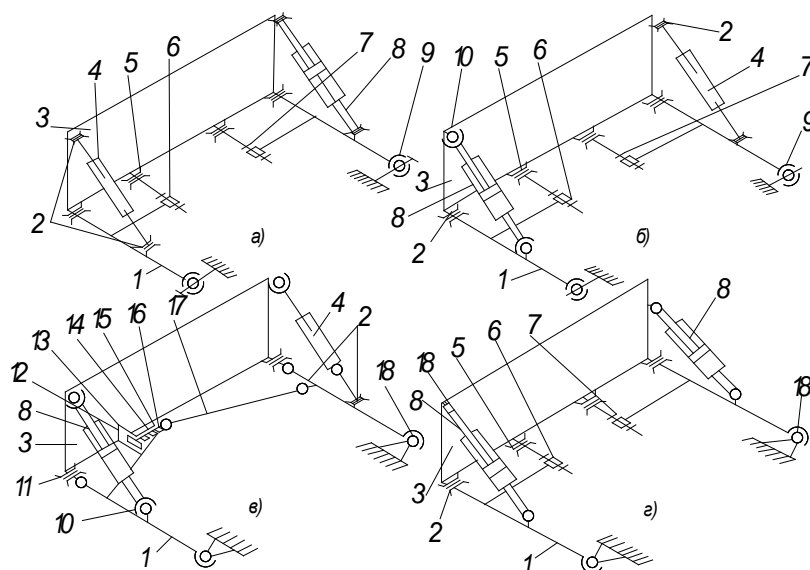
Бульдозер ДЗ-42А с гидроуправлением унифицирован с бульдозером ДЗ-29. Они в основном различаются креплением поперечной балки и кронштейна гидроцилиндра, а также расположением толкающих брусьев относительно отвала. Эти несущественные отличия объясняются различием в привязочных местах тракторов.

Бульдозер ДЗ-101 с гидроуправлением унифицирован с бульдозерами ДЗ-54 (см.ниже).

Особенность бульдозера ДЗ-101 – использование гидрофицированного механизма перекоса отвала, управляемого из кабины (рисунок 2, а). При перекосе отвала с помощью винтовых раскосов его конструкция подвергается определенной деформации, поскольку зазоры в шарнирных соединениях не полностью компенсируют необходимые при этом перемещения шарниров. Чтобы исключить нагружение отвала при его перекосе, шарнирные соединения этого бульдозера отличаются от шарнирных соединений модели ДЗ-54.

Толкающие брусья 1 сзади снабжены шаровыми опорами 9 со сферическими втулками, с помощью которых брусья соединены с трактором, а спереди – пальцевыми шарнирами 2, расположенными соосно с пальцами 5 винта 6. Отвал 3 сверху с одной стороны поддерживается винтовым раскосом 4, а с другой – гидроцилиндром перекоса 8, также снабженным пальцевыми шарнирами со сферическими втулками. С помощью упорных шайб 7 и гайки на конце винта 6 зазор пальца 5 можно регулировать.

Взаимно перпендикулярное расположение пальца 5, установленного в кронштейне на отвале, и винта 6, помещенного на конце жесткого кронштейна толкающего бруса 1, радиальные и соевые зазоры пальца 5, возможность различного поворота толкающих брусьев 1. В шаровых опорах 9 и их некоторого осевого смещения позволяют исключать деформации отвала и толкающих брусьев как при перекосе отвала, так и при взаимном смещении шаровых опор 9 в вертикальном направлении. Смещение наблюдается из-за качения гусениц относительно остова трактора при переезде через неровности. Гидроцилиндром перекоса управляют с помощью отдельной секции распределителя гидросистемы трактора. Винтовой раскос используют для изменения угла резания отвала.

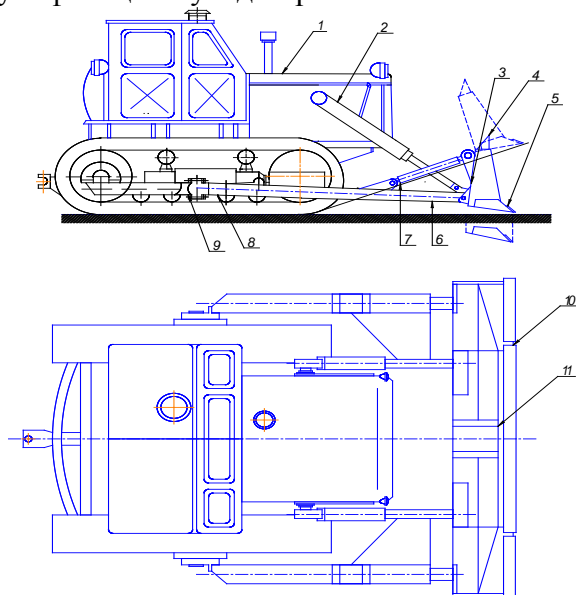


а- ДЗ-101; б-ДЗ-110; в-ДЗ-110А и ДЗ-118 (у последней модели гидроцилиндр перекоса расположен справа), г- ДЗ-35Б; 1- толкающий брус; 2-вертикальный палец; 3-отвал; 4-винтовой раскос; 5,16- пальцы; 6-винт; 7-упорная шайба; 8- гидроцилиндр перекоса; 9- шаровая опора со сферической втулкой; 10-сферический шарнир; 11- шарнир с двумя взаимоперпендикулярными пальцами; 12-направляющая скоба на отвале; 13- опорная шайба; 14-винт с головкой; 15- кронштейн бруса со втулкой; 17-растяжка; 18-шаровая опора без сферической втулки.

Рисунок 2. Схемы гидравлических механизмов перекоса отвала бульдозеров.

Бульдозер ДЗ-101А по основным элементам толкающих брусьев и отвала унифицирован с бульдозером ДЗ-101.

Дополнительно бульдозер ДЗ-101А снабжен гидроцилиндром изменения угла резания, который установлен в верхней части отвала и через двуплечие рычаги и тяги может наклонять отвал вперед и назад, действуя независимо от механизма перекоса этого бульдозера шарнирно соединены с двуплечими рычагами, которые при перекосе отвала работают как жесткие элементы. Бульдозер ДЗ-54 с гидроуправлением (рисунок 3) является базой унификации бульдозеров такого типа на всех гусеничных тракторах класса 10 т.с.



1-базовый трактор;2- гидроцилиндры;3- отвал;4- козырек;5-ножи;6-толкаящие;7-раскос;8-опорный шарнир;9-плита с пальцами;10-шарнирный палец;11- проушина обоймы блоков.

Рисунок 3 - Бульдозер ДЗ-54.

На базовом тракторе 1, снабженном гидросистемой и гидроцилиндрами 2, с помощью опорных шарниров 8 установлен отвал 3 с козырьком 4, ножами 5 и толкающими брусьями 6. Верхняя часть отвала соединена с толкающими брусьями винтовыми раскосами 7, обеспечивающими возможность поперечного перекоса и изменения его угла резания в небольших пределах.

Для соединения с толкающими брусьями на рамах гусеничных тележек установлены плиты 9 с опорными пальцами. Соединение штоков гидроцилиндров с проушинами на отвале снабжено шаровыми подшипниками.

В опорных шарнирах брусьев предусмотрен определенный зазор. Благодаря такому соединению толкающих брусьев и штоков гидроцилиндров обеспечивается не только нормальная работа отвала при качании гусениц, но также возможность перекоса в поперечной плоскости за счет определенной свободы в шарнирах и некоторого изгиба отвала. Шарнирные пальцы 10 при перекосе отвала могут поворачиваться, уменьшая тем самым напряженное состояние конструкции отвала. В середине отвала снабжен проушиной // обоймы блоков, которая используется при канатно-блочном управлении.

Отвал 13 (рисунок 4, а) в нижней части снабжен тремя ножами: средним 14, левым 15 и правым. В последнее время отвалы оборудуют двумя средними ножами.

Криволинейный лобовой лист 5 отвала сзади укреплен верхней коробкой 10 и нижней коробкой, состоящей из задней стенки 6, днища 2 и диафрагмы 3. Соединение боковин 7 с лобовым листом укреплено сегментными пластинами. Снаружи боковины снабжены износными пластинами 17. Нижняя часть отвала укреплена ребрами 16 и пластиной 4, а верхняя снабжена козырьком 9. Сзади отвал укреплен коробками 11 и снабжен проушинами / для соединения со штоками гидроцилиндров, проушинами 12 и 18 – для соединения с толкающими брусьями и проушинами 8 – с раскосами.

Толкающий брус (рис. 4, б) коробчатого сечения. Спереди он снабжен проушиной 23 и кронштейном 19, на конце которого во втулке установлен поворотный шарнирный палец 20. С помощью гаек 22, шайбы 21 и регулировочных шайб 25 положение этого пальца можно регулировать так, чтобы оси втулок 24 в проушине 23 и пальца 20 совпали. Такое регулирование необходимо для того, чтобы обеспечить возможность поворота отвала вокруг этой оси при изменении угла резания или перекоса отвала.

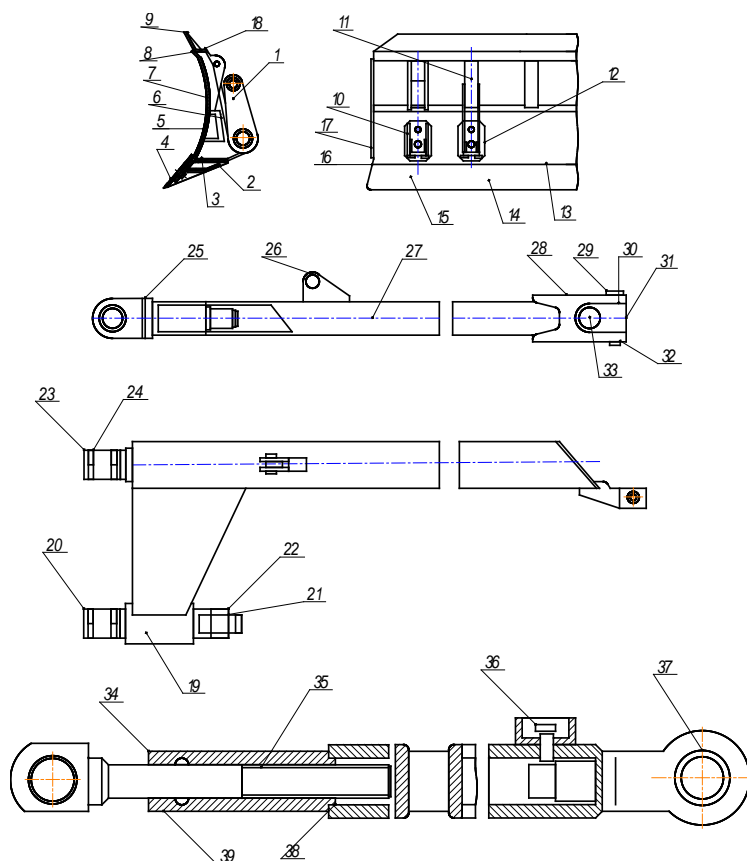
Для соединения с винтовым раскосом толкающий брус сверху снабжен кронштейном 26. В проушине 28 опорного шарнира установлен вкладыш 33, который при изнашивании можно заменять. Шарнирное соединение этой проушины с пальцем на плите, укрепленной на гусеничной тележке, осуществляется с помощью сухаря 31 и пальца 32, закрепляемого в кольце 29 штифтом 30.

Раскос (рисунок 4, в) состоит из винта 35 с проушиной и собственно раскоса 34 с проушиной 37 и трубой, в которую вварен цилиндрический вкладыш с внутренней резьбой. Внутренняя часть винта смазывается через масленку 38. Вытеканию смазочного материала из внутренней полости препятствует уплотнение 39.

В средней части трубы раскоса сделаны отверстия, с помощью которых ее можно поворачивать рычагом или ломиком. Изменением длины раскосов в одну сторону регулируют угол резания отвала, а в разные – его перекос в ту или другую сторону. От произвольного развинчивания раскос фиксируется стопорным болтом 36.

Управляют отвалом на бульдозерах ДЗ – 54 с помощью гидросистемы и передней навесной системы трактора. Как и на всех бульдозерах, золотник гидрораспределителя, кроме положений подъема, опускания и нейтрального может занимать «плавающее» положение.

Часть бульдозеров под маркой ДЗ – 54А снабжена системой автоматического управления «Автоплан-1», улучшающей планирующие свойства машин и защищающей двигатель трактора от недопустимого снижения частоты вращения. Система обеспечивает автоматическую стабилизацию угла наклона толкающего бруса и положения отвала и автоматический контроль режима двигателя по его частоте вращения.

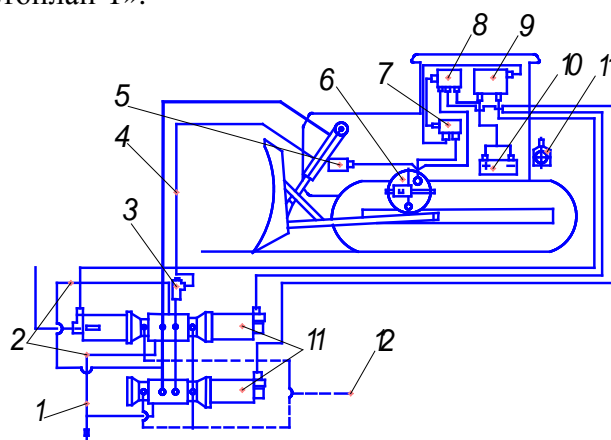


а - отвал; б - толкающий брус; в - винтовой раскос;

1, 23, 37-проушины; 2-днище коробки; 3-диафрагма; 4-пластина; 5-лобовой лист; 6- задняя стенка коробки; 7- боковина; 8-проушина раскоса; 9-козырек; 10-верхняя коробка; 11-коробка; 12, 18-внутренняя и наружная проушины; 13-отвал; 14, 15-средний и левый ножи; 16-ребро; 17-износная пластина; 19, 26-кронштейны; 20-шарнирный палец; 21, 26- шайбы; 22-гайка; 24-втулка; 27-брус; 28- проушина опорного шарнира; 29-кольцо; 30-штифт; 31-сухарь; 32- палец; 33-вкладыш; 34-раскос; 35-винт; 36- стопорный болт; 38-масленка; 39-уплотнение.

Рисунок 4 - Сборочные единицы бульдозера ДЗ-54.

В систему автоматического управления (рис.5) входят маятниковый преобразователь углового положения 6, установленный на одном из толкающих брусьев вблизи его опорного шарнира; преобразователь 5 частоты вращения двигателя (тахогенератор), приводимый от работомера; пульт управления 7, блок перегрузки 8, блок управления 9, аккумуляторы 10 напряжением 12 В, установленные в кабине; реверсивные золотники 11 с электрическим управлением, обратный клапан 3 с дросселем и предохранительный клапан, смонтированные на корпусе заднего моста трактора. Гидросистема базового трактора изменена для соединения с системой «Автоплан-1».



1 – трубопровод слива в бак, 2 – трубопроводы подвода жидкости под давлением, 3 – обратный клапан с дросселем, 4 - трубопровод подачи жидкости под давлением, 5 - преобразователь частоты вращения двигателя, 6 - маятниковый преобразователь углового положения, 7 - пульт управления, 8 - блок перегрузки, 9 - блок управления, 10 - аккумулятор, 11 - реверсивные золотники, 12 - дренажный трубопровод.

Рисунок 5 - Схема системы автоматического управления отвалом бульдозера ДЗ-54А «Автоплан-1».

Систему используют только при выполнении чистовых планировочных работ на поверхности без резких изменений уклона. В зависимости от уклона поверхности на пульте управления 7 задают угол наклона толкающего бруса, соответствующий положению режущей кромки ножей на уровне опорной поверхности гусениц.

При прохождении гусениц через неровности положение толкающего бруса и угол его наклона изменяться в ту или другую сторону. Маятниковый преобразователь 6 углового положения при изменении угла наклона толкающего бруса подает электрический сигнал в блок управления 9. Этот сигнал преобразуется, и ток подается в соответствующий соленоид золотника 11. Соленоид перемещает золотник в нужное положение, который подает рабочую жидкость в соответствующую полость гидроцилиндров подъема и опускания отвала. Принцип работы усовершенствованной системы «Автоплан» с преобразователем второго поколения аналогичен описанному.

Система автоматического управления работает только в том случае, если частота вращения двигателя находится в допускаемых пределах. При возрастании усилий на отвале до величин, вызывающих недопустимое снижение частоты вращения двигателя, система контроля отключает автоматическую систему управления, одновременно подавая сигнал на выглубление отвала.



После восстановления частоты вращения до нормальной работа системы восстанавливается. Обратный клапан 3 с дросселем регулирует скорость опускания отвала при работе системы. В электрической схеме системы предусмотрено получение повышенной скорости выглубления рабочего органа при перегрузке двигателя. Большая часть бульдозеров выпускается без приборов, обеспечивающих стабилизацию частоты вращения двигателя, так как потребность в них сравнительно редка. При отключении системы отвалом бульдозера управляют обычным путем. Во время работы на автоматическом режиме объем грунта перед отвалом рекомендуется поддерживать не более  $\frac{3}{4}$  от его наибольшего значения.

Бульдозеры ДЗ – 110А и ДЗ – 110АХЛ также оборудованы гидравлическим управлением. Последнюю модель изготавливают из сталей, рассчитанных на работу при низких температурах, и комплектуют соответствующим трактором.

Отвал и толкающие брусья обеих машин существенно отличаются от этих сборочных единиц бульдозеров ДЗ-54, ДЗ-110 и ДЗ-110ХЛ, что вызвано вдвое большим углом перекоса отвала и необходимостью в связи с этим упрочнения конструкции. Кинематически механизм перекоса также устроен иначе.

Толкающие брусья 1 соединены с трактором шарровыми опорами 18, конструкция которых не обеспечивает возможности их осевого смещения. Передние концы брусьев снабжены шарнирами 11 с двумя взаимно перпендикулярными пальцами. Гидроцилиндр перекоса 8 связан с отвалом 3 и толкающим бруском 1 шарнирами 10 со сферическими втулками. Винтовой раскос 4 снабжен таким шарниром только в соединении с отвалом, его второй шарнир выполнен в виде пальца 2.

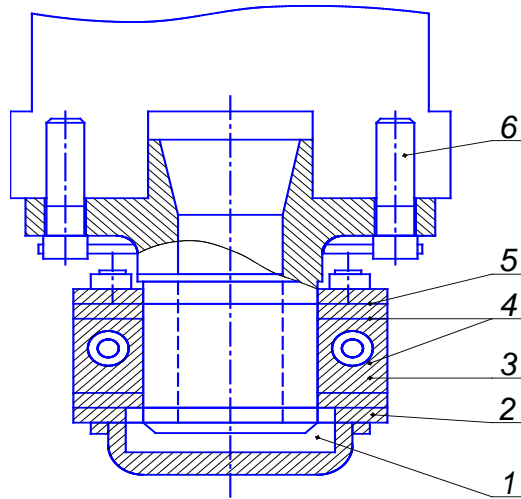
В кронштейне 15 на левом толкающем брусе установлена втулка, в которой помещен винт 14 с головкой. Винт 14 может проворачиваться во втулке кронштейна 15. От осевого смещения винт удерживается гайкой и опорной шайбой 13, которая входит в направляющую скобу 12, жестко укрепленную на отвале. Головкой винт 14 соединен с помощью пальца 16 с растяжкой 17, другой конец которой вертикальным пальцем 2 укреплен на правом толкающем брусе. От вертикального смещения вниз и вверх растяжка 17 и винт 14, а от осевого поворота левый и правый толкающие брусья 1 удерживаются направляющей скобой 1, обеспечивающей в этом соединении определенные зазоры. Оси всех шарниров внизу отвала расположены на одной линии.

При сборе механизма необходимое положение винта 14 создают упорными шайбами, которые устанавливают с обеих сторон опорной шайбы, и гайкой на конце винта.

Универсальные шарниры сферического и пальцевого (с двумя взаимно перпендикулярными осями) типов позволяют перекашивать отвал на большой угол без его деформации. Отвал и толкающие брусья не скручиваются также при разноименном перемещении шаровых опор вследствие качания гусениц относительно оси ведущих звездочек во время перехода через неровности. Расположенный с правой стороны винтовой раскос используют, если необходимо изменить угол резания отвала.

Бульдозер ДЗ –35 с гидроуправлением отличается следующими конструктивными особенностями:

- для соединения толкающих брусьев с отвалом, кроме проушин, используют регулируемые и нерегулируемые по длине диагональные раскосы, устанавливаемые в горизонтальной плоскости;
- отвал снабжен неуправляемыми уширителями, установленными под углом 30° к режущей кромке ножей и закрепленными к боковинам отвала болтами;
- опорные шарниры толкающих брусьев (рис. 9) выполнены закрытыми, что позволяет сохранить их смазочный материал.
-



1 – опорный палец, 2 - крышка, 3- проушина толкающего бруса ,4- прокладка, 5 – крышка с уплотнением, 6 – крепежный болт.

Рис. 9 . Опорные шарниры толкающих брусьев бульдозера ДЗ-35

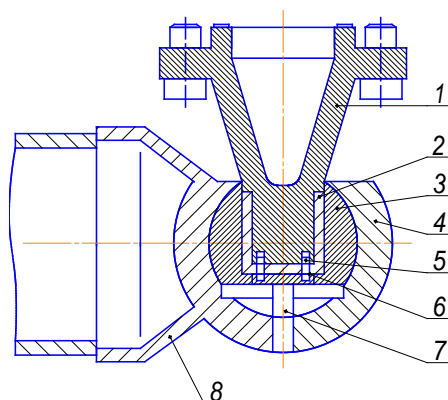
Взамен одного из раскосов бульдозер снабжен гидроцилиндром, с помощью которого производится перекося отвала.

Схема механизма перекося такая же, как у модели ДЗ-35Б (см. рис. 2,г), но у бульдозера ДЗ-35 при регулировании угла резания отвала применен винтовой раскос и гидроцилиндр перекося, а у модели ДЗ-35Б эта операция полностью гидрофицирована.

Бульдозер ДЗ-35Б с гидравлическим управлением унифицирован с моделью ДЗ-35 и другими бульдозерами на тракторах такого же класса. Его отличительная особенность – использование двух отдельно управляемых гидроцилиндров перекося, с помощью которых можно не только перекашивать в обе стороны, но также наклонять его вперед или назад и изменять тем самым угол резания отвала. Последняя операция необходима при разработке различных видов грунта и перемещения его отвалом в «плавающем» положении с повышенной скоростью движения.

**В бульдозере ДЗ-4С** с гидроуправлением толкающие брусья снабжены сферическими опорными шарнирами (рис. 10). Перекося отвала и изменение угла резания осуществляются винтовыми раскосами.

Рабочая жидкость для подъема и опускания отвала на тракторе подается через опорные цапфы гидроцилиндров, которые снабжены подвижными герметизированными соединениями. От этих соединений рабочая жидкость подается в верхние и нижние полости гидроцилиндров по металлическим трубопроводам.



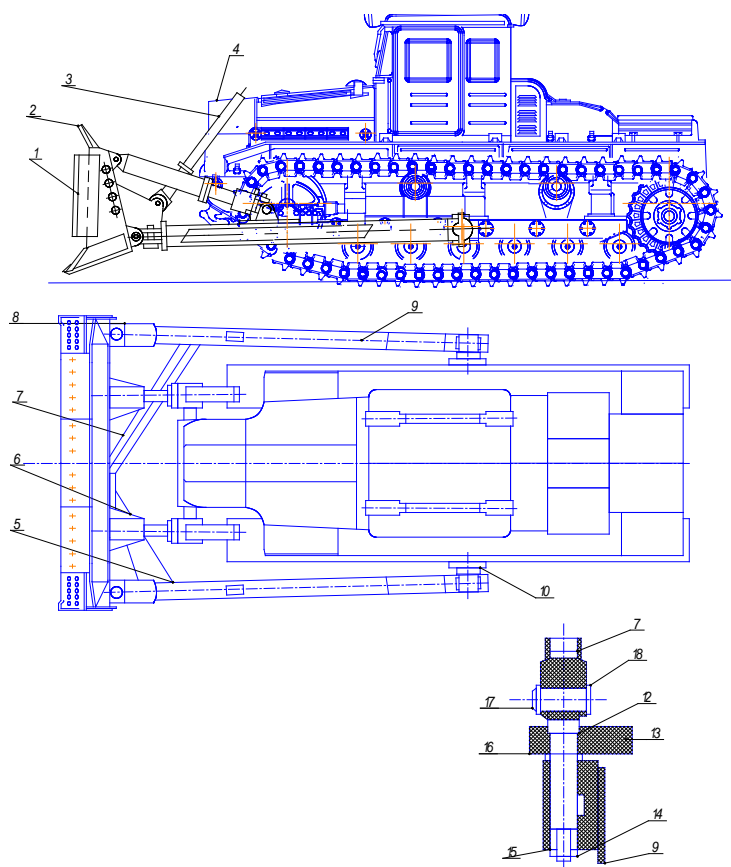
1 - опорный палец, 2 - втулка, 3 – сферическая втулка, 4 – сферическая крышка, 5 – болт, 6 – шайба, 7 – регулировочные прокладки, 8 – сферическая опора.

Рис. 10. Опорные шарниры толкающих брусьев бульдозера ДЗ-34С.

**Бульдозер ДЗ-118** с гидроуправлением унифицирован с моделью ДЗ-34С. Его отличительная особенность – использование гидравлического механизма перекоса отвала (см. рис.2, в).

Отвал 1 бульдозера ДЗ-118 (рис.11) снабжен грунтоотбойными уголками 2, которые уменьшают попадание грунта на штоки гидроцилиндров 3 подъема – опускания отвала при его пересыпании через верхнюю кромку козырька. Его лобовая поверхность состыкована с боковыми щеками с помощью установленных под углом сегментных пластин, что уменьшает залипание грунта в этих местах. В середине отвала установлено три средних ножа с двумя рядами отверстий, благодаря которым при изнашивании ножи переставляют на верхний ряд отверстий. Тем самым удлиняется продолжительность работы ножей.

Правый 9 и левый 6 толкающие брусья соединены с трактором 4 шаровыми опорами 10, а с отвалом – двумя взаимно перпендикулярными пальцами каждый. Правый брус с внутренней стороны снабжен проушиной для соединения вертикальным пальцем с растяжкой 7, а левый – жестким кронштейном со втулкой для установки винта 11. Последний пальцем 18, закрепленным штифтом 17 и шплинтом, связывает брусья.



1 – отвал, 2 – грунтоотбойный уголок, 3 – гидроцилиндр подъема-опускания, 4 – трактор, 5 – винтовой раскос, 6,9 – левый и правый брусья, 7 – растяжка, 8 – гидроцилиндр перекоса, 10 – шаровая опора, 11 – винт, 12 – упорные шайбы, 13 – направляющая скоба, 14 – гайка, 15 – шайба, 16 – ползун, 17 – штифт, 18 – палец.

Рис.11. Бульдозер ДЗ-118

Необходимая установка винта достигается упорными шайбами 12 и гайкой 14, стопорящейся шайбой 15. Ползун 16, помещающийся в направляющей скобе 13 на отвале, ограничивает возможность смещения соединительного узла вверх и вниз, а также поворота толкающих брусьев вокруг их продольных осей. При перекосе этот соединительный узел воспринимает скручивающие усилия, освобождая от них металлоконструкцию отвала. Оси всех шарниров внизу отвала находятся на одной линии.

Гидроцилиндр перекоса 8, помещенный на правом бруссе, соединен с отвалом и брусом с помощью пальцев со сферическими втулками, а с гидросистемой трактора – трубопроводами, проложенными на правом бруссе, и гибким металлорукавом вблизи правой

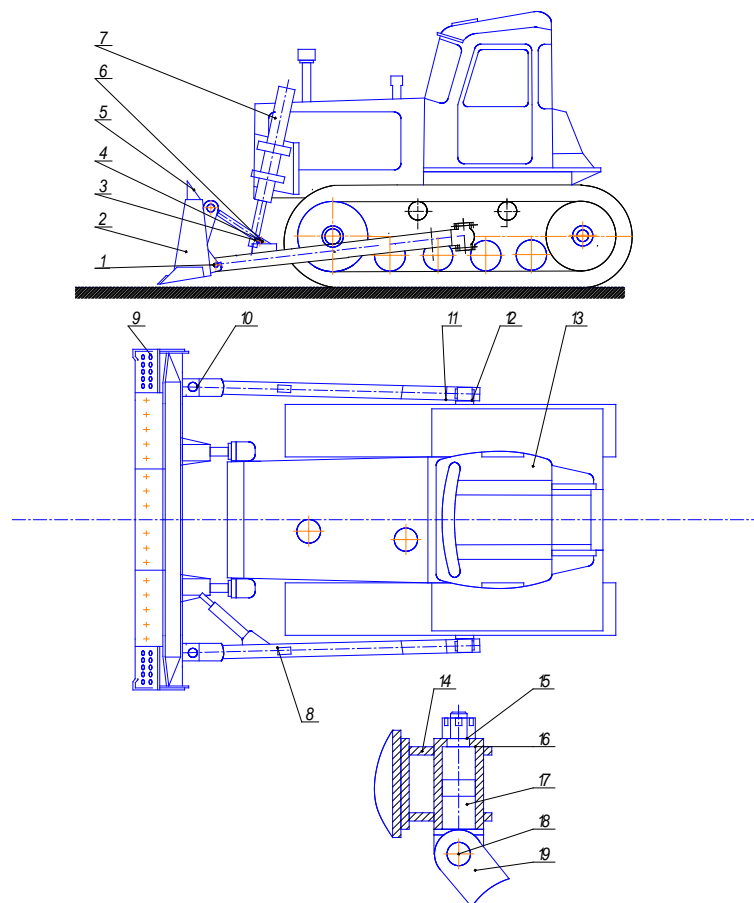
шаровой опоры 10. Управляют гидроцилиндром от отдельной секции гидрораспределителя в кабине.

С помощью винтового раскоса 5, установленного на пальцах со сферическим втулками, изменяют угол резания отвала. Металлоконструкции бульдозера изготовлены из низколегированных сталей, приспособленных для работы при низких температурах.

Бульдозер ДЗ-128 унифицирован с бульдозерами на тракторах такого же класса ДЗ-29, ДЗ-42А по отдельным деталям отвала и толкающих брусьев.

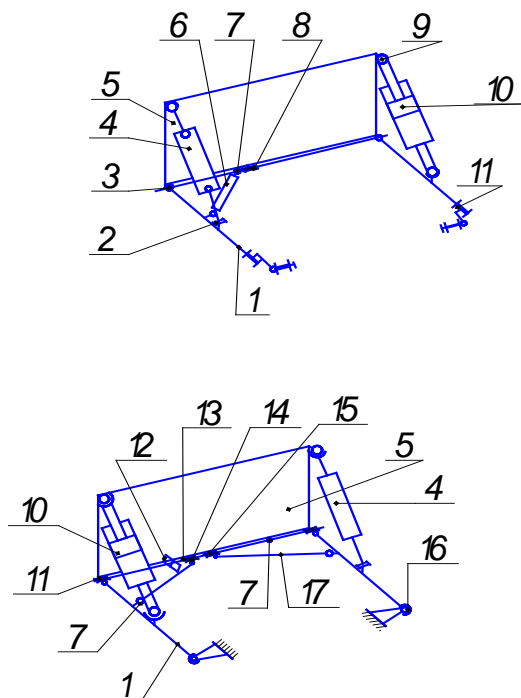
**Бульдозер ДЗ-128** (рис. 12) отличается от бульдозеров, указанных выше, применением износных накладок 3 с наружной стороны толкающих брусьев 1 и отбойных пластин 8 – с внутренней, открывков 2 и козырька на отвале 5, поворотных продольных пальцев 11 с ловителями, поперечной балки 12 с цапфами для установки толкающих брусьев, кронштейна 6 с двумя отверстиями для увеличения диапазона регулирования угла резания отвала, трех одинаковых ножей 9 с двумя рядами отверстий для их перестановки при изнашивании, двух гидроцилиндров 7 подъема – опускания отвала.

Поперечную балку 12 устанавливают в пазы пластин, прикрепленных к лонжеронам рамы трактора 13. Осевое смещение пальца 17 ограничено корончатой гайкой 15, устанавливаемой на шайбу 16 и стопорящейся шплинтом. Кронштейн 14 со втулкой, в которой помещен палец 17, приварен к отвалу 5. Использование винтовой стяжки 19 облегчает соединение элементов металлоконструкции бульдозера. Рабочая жидкость подается к гидроцилиндру перекоса гибкими маталлорукавами от передка трактора, на котором смонтирован кронштейн для установки двух гидроцилиндров 7 подъема- опускания отвала.



1 – толкающий брус, 2 – открывок, 3 – износная накладка, 4 – винтовой раскос, 5 – отвал с козырьком, 6 – кронштейн регулирования угла резания отвала, 7 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала, 8 – отбойная пластина, 9 – нож, 10 – гидроцилиндр перекоса отвала, 11 - продольный палец с ловителем, 12 – поперечная балка с цапфами, 13 – трактор, 14 – кронштейн со втулкой, 15 – корончатая гайка, 16 – шайба, 17 – горизонтальный палец с проушиной, 18 – вертикальный палец, 19 – винтовая стяжка.

Рис. 12. Бульдозер ДЗ-128.



а - ДЗ-128, б - ДЗ-59; 1 - толкающий брус, 2 – пальцевый шарнир, 3 – пальцевый шарнир со сферическими втулками, 4 – винтовой раскос, 5 – отвал, 6 – винтовая стяжка, 7 – вертикальные пальцы, 8 – горизонтальный палец с проушиной, 9 – сферический шарнир, 10 – гидроцилиндр перекоса, 11 – опора с двумя взаимно перпендикулярными пальцами, 12 – направляющая скоба на отвале, 13 – ползун, 14 – втулка с проушиной, 15 – скалка, 16 – шаровая опора со сферической втулкой, 17 – подкос.

**Рис. 13. Схемы гидравлического механизма перекоса отвала бульдозеров.**

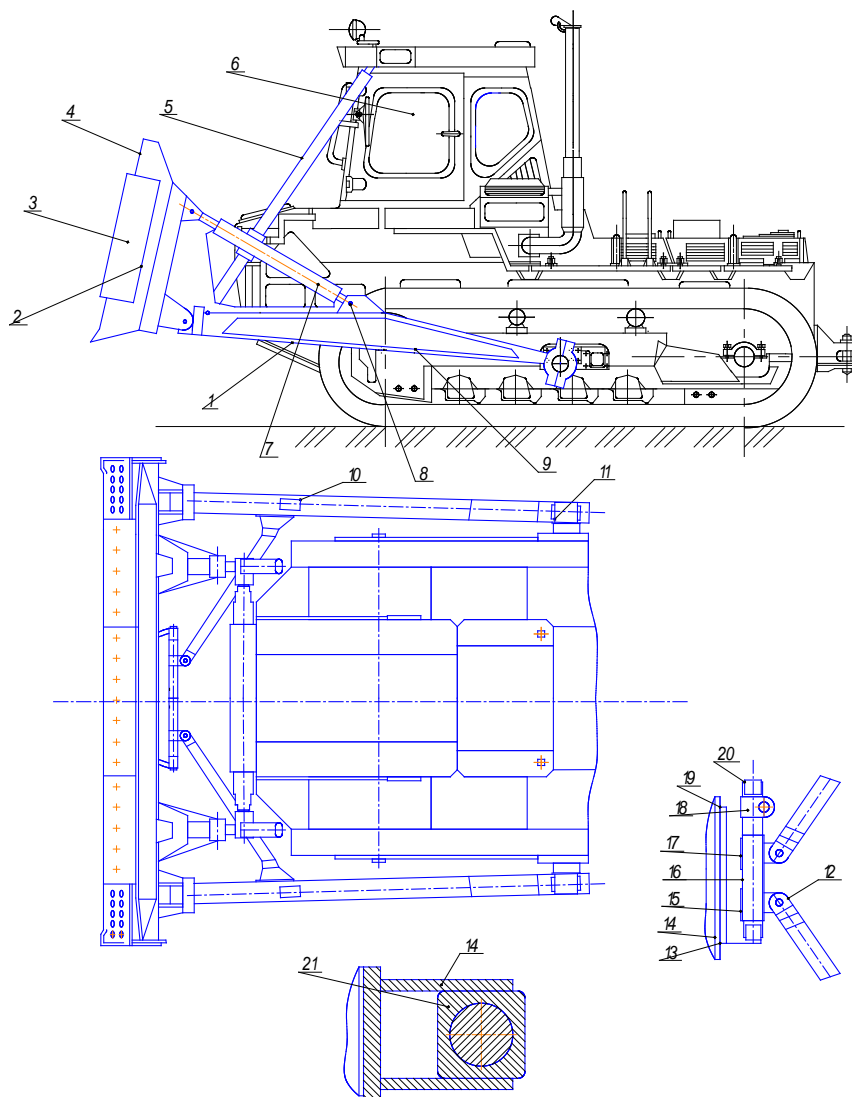
Схема гидравлического механизма перекоса показана на рис. 13,а.

Толкающие брусья 1 бульдозера снабжены опорами 11 с двумя взаимно перпендикулярными пальцами. Брусья 1 соединены с отвалом 5 пальцевыми шарнирами 3 со сферическими втулками. Такое же устройство у шарниров 9 гидроцилиндра 10 перекоса отвала и крепления винтового раскоса 4 к отвалу. С брусом раскос 4 соединен пальцевым шарниром 2. На тыльной стороне отвала 5 со стороны размещения винтового раскоса предусмотрен жесткий кронштейн со втулкой, в которой помещен горизонтальный палец 8 с проушиной. Винтовая стяжка 6 с помощью вертикальных пальцев 7 связывает этот палец с кронштейном на внутренней стороне левого толкающего бруса. Оси шарниров 3 и пальца 8 расположены на одной линии.

Благодаря повороту толкающих брусьев 1 и горизонтального пальца 8 относительно их продольных осей и использованию самоустанавливающихся сферических втулок в шарнирах обеспечиваются необходимые перемещения всех звеньев при перекосе и исключаются скручивающие усилия на отвале.

**Бульдозер ДЗ-59** (рис.14) рассчитан на работу в тяжелых условиях, в том числе на скальных породах в условиях холодного климата. Толкающие брусья 1 имеют равнопрочное сечение по длине. С наружной стороны они усилены износными накладками 7. Шаровые опоры 11 со сферическими втулками – быстроразборной конструкции с крышкой, закрепляемой двумя парами болтов и гайками, которые во избежание отворачивания расположены в углублениях.

Отвал 2 укреплен накладками 3 и сегментными косынками, приваренными к лобовому листу и боковинами. Сверху отвал снабжен прочным козырьком 4 и грунтоотражателями, защищающими штоки гидроцилиндров 5 подъема – опускания отвала от падения на них разрабатываемого материала, пересыпающегося через верхнюю кромку. Гидроцилиндр 8 перекоса отвала оборудован щитком 9. С гидросистемой трактора 6 гидроцилиндр соединен трубопроводом, проложенным по верху толкающего бруса и защищенным уголком, и гибким металлорукавом, проходящим вблизи опоры 11.



1 – толкающий брус, 2 – отвал, 3,7 - накладки, 4 – козырек, 5 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала, 6 – трактор, 8 – гидроцилиндр перекоса отвала, 9 – щиток, 10 – винтовой раскос, 11 – шаровая опора со сферической втулкой, 12 – вертикальный палец, 13 – подкос, 14 – направляющая скоба, 15 – прокладка, 16 – распорная втулка, 17 – втулка с проушиной, 18 – скалка, 19 – вертикальный палец со сферической втулкой, 20 – гайка, 21 – ползун.

Рис. 14. Бульдозер ДЗ-59

Подкосы 13 вертикальными пальцами 12 и втулками 17 с проушинами связывают толкающие брусья со скалкой 18, установленной с помощью вертикального пальца 19 со сферической втулкой и направляющей скобы 14 в кронштейне, приваренном к тыльной стороне отвала 2. Необходимое положение втулок 17 и скалки 18 создается распорной втулкой 16, прокладкой 15 и гайками 20. Ползун 21 на скалке 18 при перекосе отвала может сдвигаться в направляющей скобе 14, которая ограничивает его перемещение вверх и вниз. При этом подкосы 13 могут поворачиваться благодаря угловому повороту втулок 17. При сравнительно невысокой точности изготовления конструкция позволяет избежать скручивающих усилий на отвале во время его перекоса.

**Бульдозер ДЗ-59** снабжен механизмом перекоса, позволяющим поворачивать отвал на большой угол. Его толкающие брусья 1 соединены с трактором шаровыми опорами 16 со сферическими втулками, а с отвалом 5 – опорами 11 с двумя взаимно перпендикулярными пальцами. В гидроцилиндре 10 перекоса отвала и винтовом раскосе 4 использованы пальцевые шарниры 3 со сферическими втулками. На тыльной стороне отвала с помощью вертикального пальца 7 со сферической втулкой помещена скалка 15, конец которой снабжен ползуном 13, входящим в направляющую скобу 12, жестко укрепленную на отвале. С помощью втулок 14 с проушинами и подкосов 17, соединенных между собой вертикальными

пальцами 7, скалка связана жесткими кронштейнами на внутренних сторонах толкающих брусьев.

Бульдозер ДЗ-124ХЛ отличается от бульдозера ДЗ-59 размерами и конструкцией отвала, который выполнен полусферической формы благодаря установке под небольшим углом в плане сегментных косынок в местах стыка бокового листа и боковин отвала. Кроме того, бульдозер снабжен сменным отвалом сферической формы, боковые секции которого расположены под углом примерно 15 к средней секции. Этот отвал предназначен главным образом для разработки кусковых материалов, разборных и разрыхленных легких скальных пород и сыпучих несвязных грунтов. Конструкция механизма перекоса отвала такая же, как у модели ДЗ-59. Бульдозер приспособлен для работы при низких отрицательных температурах.

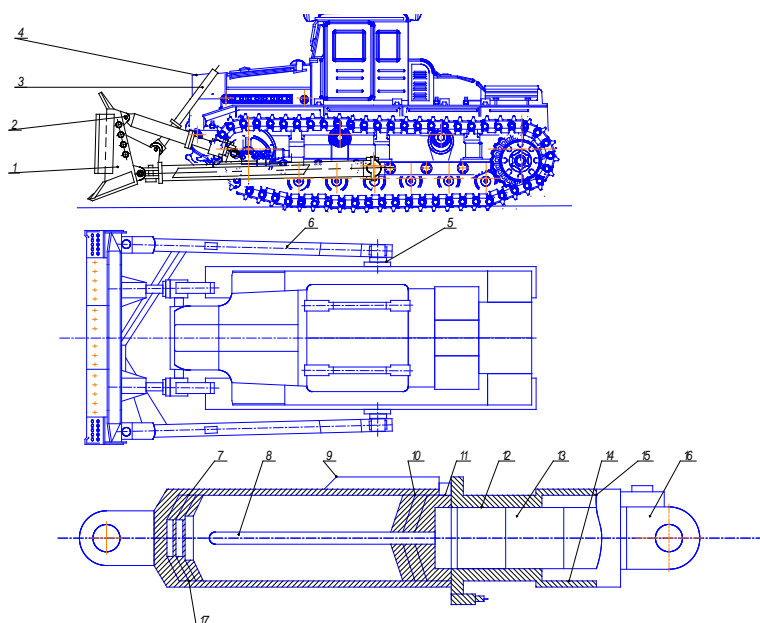
#### Гусеничные бульдозеры-толкачи.

Бульдозеры-толкачи предназначены для толкания группы скреперов из 2-4 шт., а также для вспомогательных земляных работ по выравниванию забоя и подъездных путей. Эти машины являются модификациями бульдозеров общего назначения с неповоротным отвалом и отличаются от них использованием амортизирующих устройств, уменьшающих силу удара на скрепер и ускорения при контакте толкающей плиты бульдозера с буфером скрепера, действующего на машиниста.

Такие устройства позволяют бульдозеру-толкачу подходить к скреперу на повышенной скорости (до 5-6 км/ч).

Бульдозер-толкач ДЗ-120 с гидроуправлением создан на базе бульдозера ДЗ-110АХЛ.

Конструкция толкающих брусьев и их соединений с трактором и отвалом почти полностью сохранена. Взамен винтового раскоса и гидроцилиндра перекоса установлены амортизаторы с коническими резинометаллическими элементами, общий упругий ход которых составляет 150 мм. Усилие одного амортизатора в конце сжатия близко к 9 т.с. Благодаря этому общее усилие толкания составляет около 33 т.с., что в два раза превышает массу машины.



1 – отвал, 2 – амортизатор, 3 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала, 4 – трактор, 5 – шаровая опора со сферической втулкой, 6 – толкающий брус, 7 – резинометаллический элемент, 8 – направляющий стержень, 9 – щиток, 10 – упор с резьбовым хвостовиком, 11 – штифт, 12 – крышка, 13 – резьбовая втулка, 14 – сальник, 15 – чехол, 16 – пружина с резьбовым хвостовиком, 17 – труба.

Рис. 15. Бульдозер-толкач ДЗ-121.

Колесные бульдозеры с неповоротным отвалом

Бульдозер ДЗ-37 с гидроуправлением снабжен задними откидными рыхлительными зубьями, которые при рабочем ходе вперед волочатся тыльной стороной по грунту, а при

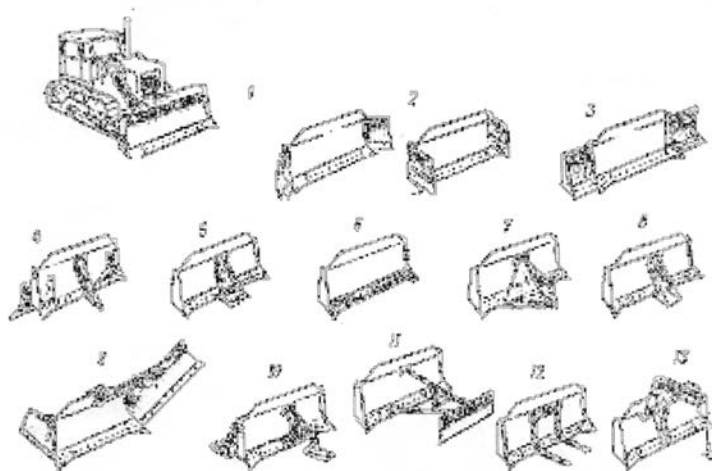
обратном ходе могут рыхлить грунт. Зубья прикреплены к задней стенке коробки жесткости отвала на пальцах и при необходимости могут быть закреплены в поднятом положении. Отвал бульдозера можно оборудовать по бокам уширителями, а в середине киркой для взламывания асфальтового покрытия. Кирку закрепляют болтами внизу ук отвалу. Управляется отвал гидроцилиндрами от гидросистемы трактора.

**Бульдозер ДЗ-102** с гидроуправлением полностью унифицирован с моделью ДЗ-37 по деталям отвала и толкающих брусьев. Конструкция бульдозера проще благодаря исключению части сменного оборудования из комплекта обязательной поставки.

**Бульдозер ДЗ-48** с гидроуправлением снабжен отвалом от бульдозера ДЗ-54. Для установки на этот бульдозер отвал снабжают удлинительными наставками, перекрывающими габарит машины по ширине.

Вместо одного из раскосов можно устанавливать гидроцилиндр механизма перекоса. Поперечную балку, с которой шарнирно соединены толкающие брусья, закрепляют на передней полураме трактора под сцепным шарниром. Опорные шарниры толкающих брусьев снабжены сферическими втулками.

На рис. 16 приведены основные виды сменного оборудования, которым оснащают бульдозеры с неповоротным отвалом на гусеничном и колесном ходовом устройстве.



1 – неподвижные или гидроуправляемые уширители, 2 – открывки, 3 – удлинители, 4 – передние и задние рыхлительные зубья, 5 – кирка для взламывания асфальтовых покрытий, 6 – ножи для мерзлых грунтов, 7 – кусторезный нож, 8 – канавная наставка, 9 – откосник с жестким креплением и гидроуправляемый откосник-планировщик, 10 – передние и задние лыжи, 11 – отвальная приставка для работы от стенки, 12 – грузовые вилы, 13 – подъемный крюк.

Рис. 16. Основные виды дополнительного сменного оборудования к бульдозерам с неповоротным отвалом

#### **Гусеничные бульдозеры с поворотным отвалом**

**Бульдозер ДЗ-43** с гидроуправлением не имеет особых отличий. Исключение составляет поперечная балка, которая стремянками и упорами крепится к раме трактора и используется для крепления опорных цапф. На них устанавливают универсальную раму. Конструкция поперечной балки такая же, как на бульдозере ДЗ-29. Положение отвала в плане у этого бульдозера изменяют вручную.

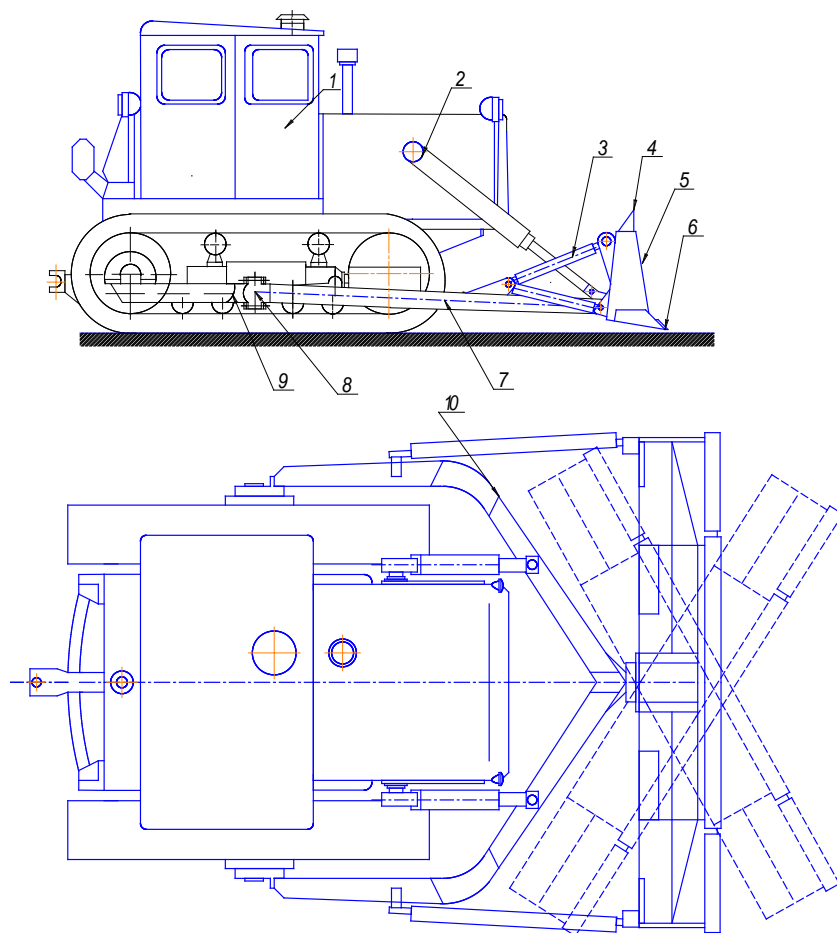
**Бульдозер ДЗ-104** с гидроуправлением по конструкции аналогичен модели ДЗ-18, с которым он унифицирован по отдельным элементам.

**Бульдозер ДЗ-18** с гидроуправлением (рис. 17) является базой для унификации всех бульдозеров такого типа на тракторах класса 10т.с. Основные сборочные единицы бульдозерного оборудования – универсальная рама 7 и отвал 5. Рама 7 опорными шарнирами 8 и опорами 9 соединена с рамами гусеничных тележек базового трактора 1, а через кронштейны в ее передней части – с головками штоков гидроцилиндров 2. Отвал 5 с козырьком 4 и ножами 6 соединен с рамой 7 толкателями 3 и шаровым гнездом 10.



Универсальная рама (рис. 18,а) представляет собой сварную подковообразную конструкцию из двух согнутых брусьев коробчатого сечения, сваренных из швеллеров и листов или уголков. Универсальной рама называется потому, что ее используют не только для бульдозеров с гидравлическим и канатно-блочным управлением, но также для других видов навесного оборудования (кусторезов, корчевателей, снегоочистителей) с обоими типами управления.

Рама состоит из двух полурам 1и 5, скрепленных между собой листом и шаровой головкой 4. Для соединения рамы со штоками гидроцилиндров сверху на полурамах приварены проушины 2. Проушина 3 связывает раму с обоймой блоков. Головки штоков гидроцилиндров снабжены шаровыми подшипниками и соединены с проушинами 2 с помощью пальцев 6 и корончатых гаек 7.



1 – трактор, 2 – гидроцилиндр, 3 – толкатель, 4 – козырек, 5 – отвал, 6 – нож, 7 – универсальная рама, 8 – опорный шарнир, 9 – опора, 10 – шаровое гнездо.

Рис. 17. Бульдозер ДЗ-18

Для крепления рамы к толкателям используют кронштейны 8. С опорами 10, приваренными к рамам гусеничных тележек, рама соединена проушинами и пальцами 12. Для облегчения разборки применяют пальцы с различными диаметрами посадочных поверхностей. В пальцах выполнены резьбовые отверстия (для съемника) на торцах. Пальцы фиксируют в опорах шпильками 11. В проушины 9 рамы запрессованы втулки 13, которые при изнашивании можно заменять.

Для соединения рамы с трактором можно использовать опорные шарниры, как у бульдозеров ДЗ-54. Эти шарниры облегчают разборку.

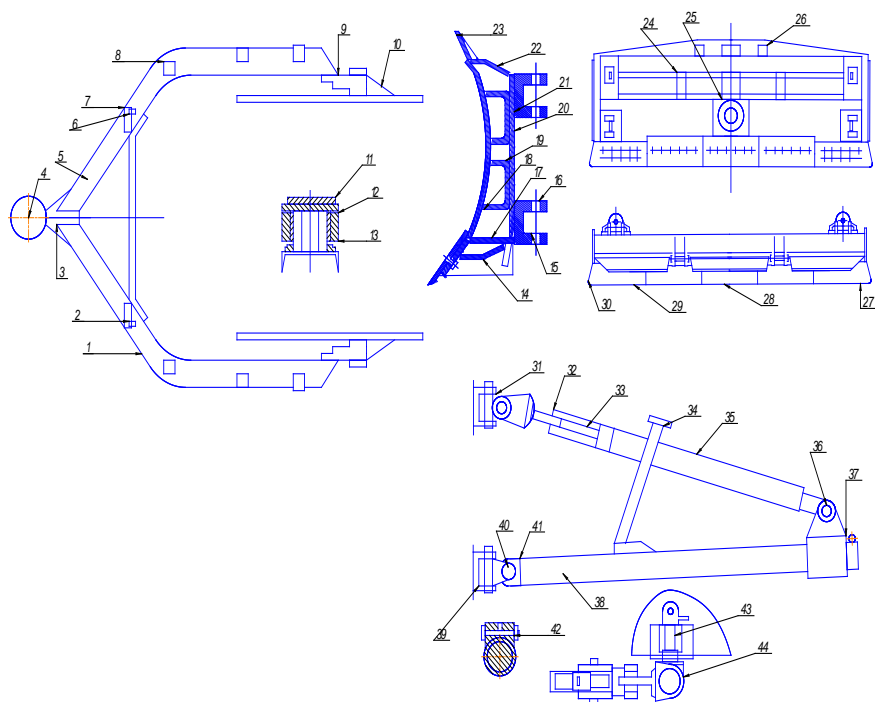
Отвал (рис. 18,б) представляет собой сварную коробчатую конструкцию с криволинейным лобовым листом 21. Сзади внизу лист укреплен коробкой, состоящей из днища 14, задней стенки 19 и диафрагмы 18. В середине отвала в эту коробку вварено шаровое гнездо 17, снабженное пластиной 25 для соединения с шаровой головкой универсальной рамы. Сверху лобовой лист усилен верхней коробкой 22 и вертикальными

коробками 24. Козырек 23 укреплен ребрами 26. По бокам к лобовому листу 21 приварены боковины 20 с износными пластинами 30.

Для соединения отвала с толкателями в них выполнены проушины 16 с пальцами 15. Внизу к лобовому листу болтами закреплены правый 27, средний 28 и левый 29 ножи. В этом месте лобовой лист усилен планкой. Средний нож имеет две режущие кромки: при изнашивании одной кромки его переворачивают.

Толкатели (рис.18) служат для крепления отвала к раме и изменения его положения при работе. Они выполнены в виде брусьев коробчатого или трубчатого сечения и винтовых раскосов. Раскосы связаны между собой шарнирными соединениями, которые позволяют изменять расстояние между местами крепления к раме и отвалу.

Толкатели соединены с проушинами на отвале пальцами и крестовинами 31 и 39. В трубу 35 раскоса спереди вварен вкладыш 32 с внутренней резьбой, а сзади - втулка с проушиной. Проушина, которая может поворачиваться во втулке, от осевого смещения удерживается буртиком на ее конце.



а – универсальная рама, б – отвал, в – толкатель; 1,5 правая и левая полурамы, 2,3,9,16,36 – проушины, 4 – шаровая головка, 6,15 – пальцы, 7 – гайка, 8 – кронштейн, 10 – опора, 11 – шпилька, 12 – опорный палец, 13 – втулка, 14 – днище коробки, 17 - шаровое гнездо, 18 – диафрагма, 19 – задняя стенка коробки, 20 – боковина, 21 – лобовой лист, 22 – верхняя коробка, 23 – козырек, 24 – вертикальная коробка, 25 – пластина крепления рамы, 26 – ребро, 27,28,29 – правый и левый ножи, 30 – износная пластина, 31,39 - крестовины,32 – вкладыш, 33 – винт раскоса, 34 – рукоятка, 35 – труба раскоса,37 – винт бруса, 38 – брус, 40 – соединительный палец, 41 – вилка, 42 – стяжной болт, 43 – шкворень, 44 – вилка винта.

Рис. 18. Сборочные единицы бульдозера ДЗ-18

В середине через трубу раскоса проходит рукоятка 34, с помощью которой изменяют длину раскоса. Резьбовая часть винта 33 раскоса защищена от пыли уплотнением во вкладыше.

Брус 38 спереди соединен с крестовиной 39 с помощью вваренной в него вилки 41 и соединительного пальца 40. Сзади к брусу приварена проушина 36 для соединения с раскосом. Винтом 37 с вилкой 44 брус соединен со шкворнем 43, укрепленным в кронштейне на раме. Во избежание самопроизвольного отворачивания винта 37 резьбовое соединение зажимают стяжным болтом 42. Смазывают винты и шарниры толкателей через масленки.

Изменяют угол резания и перекос в ту или иную сторону регулированием длины раскосов толкателей, а угол в плане – перестановкой шкворней 43 толкателей в различные кронштейны на раме.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

### **Практическое занятие №3.**

Тема: Определение производительности и тяговый расчет бульдозера.

Цель работы: Научиться производить расчеты по определению производительности и тягового расчета бульдозера.

Задание: Изучение устройства бульдозера; ознакомление с ходовым оборудованием базовых тракторов; проведение тягового расчёта машин циклического действия на примере бульдозеров; выявление пригодности данных машин в конкретных эксплуатационных (грунтовых) условиях; определение производительности бульдозеров при разработке и перемещении грунта.

Варианты заданий выдаются преподавателем, исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ задания	$B$ , мм	$H$ , мм	$L$ , м	Грунт (категория)	Марка трактора	$G_{\Sigma}$ , кг
1	2280	800	20	I	ДТ-75	8450
2	2280	850	25	II	ДТ-75	8490
3	2280	900	30	I	ДТ-75	8500
4	2280	1000	35	II	ДТ-75	8520
5	3030	1100	35	II	Т-100М	13400
6	3030	1150	40	II	Т-100М	13500
7	3030	1050	45	II	Т-100М	13300
8	3030	1200	50	II	Т-100М	13600
9	3900	1450	40	II	ДЭТ-250	28500
10	3900	1500	45	III	ДЭТ-250	28650
11	3900	1550	35	I	ДЭТ-250	28700
12	3900	1400	50	IV	ДЭТ-250	28400
13	2950	1200	50	IV	Т-100М	13600
14	2950	1150	60	III	Т-100М	13500
15	2950	1250	45	I	Т-100М	13700
16	2950	1200	30	II	Т-100М	13600
17	3180	1350	45	IV	Т-140	17700
18	3180	1300	50	IV	Т-140	17600
19	3180	1360	55	IV	Т-130	14800
20	3180	1380	60	IV	Т-130	14900
21	3360	1400	20	I	Т-180	17000
22	3370	1390	30	IV	Т-180	16850
23	3400	1380	40	II	Т-130	15200
24	3350	1390	50	I	Т-130	14300
25	3300	1400	60	IV	Т-130	15000

где  $B$  – ширина отвала;  $H$  – высота отвала;  $L$  – дальность перемещения;  $G_{\Sigma}$  – масса трактора с навесным оборудованием.

Справочные данные, используемые при расчете, приведены в таблице 2 и 3.

Таблица 2 – Параметры грунтов

Категория грунта	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$K_p$	$K$ , кг/м <sup>2</sup>	$X$
I	1300 - 1600	1,05 - 1,1	2000 - 4000	0,23 - 0,31
II	1500 - 1800	1,16 - 1,25	9500 - 18000	0,37 - 0,39
III	1600 - 1900	1,2 - 1,3	17000 – 29000	0,39 - 0,41
IV	1900 - 2000	1,25 - 1,35	32000 – 49000	0,46 - 0,5

где  $\gamma$  - объемная масса;  $K_p$  – коэффициент разрыхления;  $K$  – удельное сопротивление резанию;  $X$  – коэффициент, учитывающий внутреннее трение при перемещении.

Таблица 3 – Параметры тракторов

Марка	$N$ , л.с.	$G_{св}$ , кг.	Скорости, км/ч*					
			I	II	III	IV	V	3X
ДТ-54	54	5000	3,6	4,6	5,4	6,3	7,9	5,2
ДТ-75	75	5600	5,0	5,3	6,2	6,9	7,7	5,6
Т-100М	108	11000	2,4	3,8	4,5	6,4	10,1	5,4
Т-130	130	13000	3,2	3,8	4,6	5,2	6,4	6,0**
Т-140	140	14000	2,4	4,2	5,8	7,9	10,9	6,5
Т180	180	16000	2,9	4,6	6,4	8,7	12,0	7,7
ДЭТ-250	310	25000	2	2,3	-	-	12,5	6,7
Т-330	330	37000	-	-	-	-	13,0	10,7

где  $N$  – номинальная мощность трактора;  $G$  – масса трактора.

Примечание: \* - без учета буксования; \*\* - у трактора Т-130 – 8 передач.

#### Методика и последовательность выполнения работы

Начертить схему бульдозера в соответствии с заданием.

Определить суммарное сопротивление, возникающее при работе бульдозера, кг:

$$W_{\Sigma} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4.$$

Сопротивление грунта резанию:

$$W_1 = B \cdot \sin \alpha \cdot h \cdot K,$$

где

$\alpha$  – угол установки отвала в плане (угол захвата), принимаемый равным  $90^0$ ;

$h$  – толщина срезаемого слоя (принимается равной 0,1 с последующим уточнением);

$K$  – удельное сопротивление грунта резанию (см. таблицу2).

Сопротивление перемещению призмы волочения:

$$W_2 = 0,5H \cdot \frac{H}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot B \cdot \sin \alpha \cdot \gamma(\mu \pm i),$$

где

$\varphi_1$  – угол естественного откоса в движении (принимается равным  $45^0$ );

$\gamma$  – объемная масса грунта (таблица 1.2);

$\mu$  – коэффициент трения грунта по грунту, возрастающий с уменьшением связности ( $\mu = 0,4 \div 0,8$ );

$i$  – уклон пути передвижения (принимаем  $i = 0$ ).

Сопротивление от внутреннего трения грунта перед отвалом:

$$W_3 = B \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot X,$$

где

$X$  – коэффициент, учитывающий влияние рода грунта (таблица 2).

Сопротивление передвижению трактора с бульдозером:

$$W_4 = G_{\Sigma} \cdot (f \pm i).$$

где

$f$  – коэффициент сопротивления передвижению гусеничного хода ( $f = 0,1 - 0,15$ ), зависящий от конструкции гусеничного хода, типа и состояния грунта.

По вычисленным составляющим определяется суммарное сопротивление, возникающее при разработке и перемещении грунта бульдозером.

#### **Тяговый расчёт бульдозера.**

Определение тягового усилия, развиваемого трактором на первой передаче (по мощности), кг.

$$T_1 = P_{окр1} - W_{вн1} = 0,9 \cdot P_{окр1},$$

где

$W_{вн1}$  - сопротивление, возникающее в ходовой системе гусеничного трактора;

$P_{окр1}$  - окружное усилие на ведущей звёздочке гусеничного хода на I передаче, кг.

$$P_{окр1} = \frac{270N}{V_1},$$

где

$N$  – номинальная мощность двигателя трактора (таблица 1.3), л.с.;

$V_1$  – расчетная скорость передвижения на I-ой передаче без учета буксования (таблица 3), км/ч.

Проверка возможности реализации найденного тягового усилия по сцеплению:

$$T_{сц} = G_{сц} \cdot \varphi_{сц},$$

где

$G_{сц}$  - масса всего оборудования, приходящаяся на движитель, кг;

$\varphi_{сц}$  - коэффициент сцепления (для гусенич. тракторов  $\varphi_{сц} = 0,7 - 0,9$ ).

В дальнейшем принимаем меньшее из двух полученных тяговых усилий ( $T_1$  или  $T_{сц}$ ).

Определение необходимого тягового усилия при резании грунта:

$$T_{рез} = T_1 - (W_2 + W_3 + W_4).$$

Если  $T_{рез} < 0$  или  $T_1 < W_2 + W_3 + W_4$ , то бульдозер не может разрабатывать данный грунт (расчет продолжаем условно).

Если  $T_{рез} \geq 0$  или  $T_1 \geq W_2 + W_3 + W_4$ , а  $T_{рез} < W_1$ , то бульдозер может работать в данных грунтовых условиях, но с толщиной стружки, меньше принятой.

Если  $T_{рез} \geq 0$  или  $T_1 \geq W_2 + W_3 + W_4$ , а  $T_{рез} > W_1$ , то бульдозер может работать в данных грунтовых условиях с толщиной стружки, равной или больше принятой.

В последних двух случаях производится определение допустимой толщины срезаемого слоя.

Определение средней толщины стружки в процессе резания, м.

$$h_{ср} = \frac{h_1 + h_2}{2},$$

где 
$$h_1 = \frac{T_1 - W_4}{B \cdot K \cdot \sin \alpha};$$

$h_1$  - толщина стружки в процессе резания в начальный момент (см. рисунок 1);

$$h_2 = \frac{T_{рез}}{B \cdot K \cdot \sin \alpha};$$

$h_2$  - толщина стружки в конце резания.

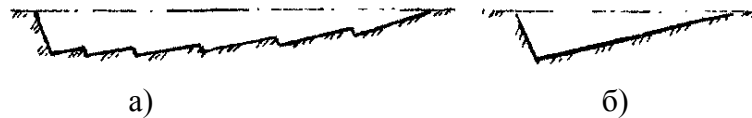


Рисунок 1 – Схемы копания грунта отвалом бульдозера:  
а – действительная, б – расчетная

Практически набор грунта в призму волочения производится по ступенчатой схеме (рисунок 1а). Для примерного расчета используется схема 1б.

**Определение технической производительности бульдозера, м<sup>3</sup>/ч:**

$$П_m = V \cdot n \cdot \frac{\psi}{k_p} = 3600 \cdot \frac{V}{T_u} \cdot \frac{\psi}{k_p},$$

где

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта (см. таблица 2);

$\psi = 1 - 0,005 \cdot L$  - коэффициент учета потерь при перемещении грунта.

Определение приближенного объема призмы волочения, м<sup>3</sup>:

$$V = 0,5 \cdot H \cdot \frac{H}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot B \cdot \sin \alpha.$$

Определение длины участка резания, м:

$$l_1 = \frac{V}{F \cdot k_p} = \frac{V}{B \cdot h_{cp} \cdot k_p},$$

где

$F$  – средняя площадь поперечного сечения срезаемого слоя, м<sup>2</sup>.

Определение числа циклов работы бульдозера в час:

$$n = \frac{3600}{T_u},$$

где

$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$  - время цикла, с:

$t_1 = \frac{l_1}{V_1}$  – время резания грунта, с;

$t_2 = \frac{L}{V_2}$  – время перемещения грунта, с;

$t_3 = \frac{l_1 + L}{V_{3x}}$  – время обратного хода, с;

$t_4 = 20$  – время вспомогательных операций, с.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

#### Практическое занятие №4.

Тема: Определение производительности и тяговый расчёт прицепного скрепера

Цель работы: Научить учащихся проводить расчет производительности и тяговый расчёт прицепного скрепера.

Задание: Изучение устройства скреперов, проведение тягового расчёта ЗТМ на примере прицепного скрепера: выявление возможностей использования агрегатов в конкретных эксплуатационных (грунтовых) условиях, определение производительности скрепера.

Варианты заданий выдаются преподавателем, исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ задания	$q, \text{ м}^3$	Грунт	$L, \text{ м}$	$B, \text{ мм}$	$G_{скр}, \text{ кг}$	Марка трактора
1	1,5	I	200	1020	1350	ДТ-54
2	1,5	II	300	1000	1350	ДТ-54
3	1,5	IV	400	1030	1350	ДТ-54
4	1,5	I	600	1100	1350	ДТ-54
5	2,25	II	200	1650	1850	ДТ-75
6	2,25	IV	400	1600	1850	ДТ-75
7	2,25	I	600	1700	1850	ДТ-75
8	2,25	III	800	1630	1850	ДТ-75
9	6,0	IV	200	2590	3600	T-100M
10	6,0	I	300	2580	3600	T-100M
11	6,0	II	600	2600	3600	T-100M
12	6,0	IV	700	2650	3600	T-100M
13	6,5	I	200	2590	3600	T-130
14	6,5	III	300	2530	3600	T-130
15	6,5	II	400	2600	3600	T-130
16	6,5	I	500	2650	3600	T-130
17	10,0	II	400	2320	3500	T-130
18	10,0	III	600	2820	3500	T-130
19	10,0	I	700	2840	3500	T-130
20	10,0	II	300	2850	3500	T-130
21	15,0	I	200	3200	9800	ДЭТ-250
22	15,0	II	300	3250	9800	ДЭТ-250
23	15,0	III	400	3150	10000	ДЭТ-250
24	15,0	I	500	3240	10000	ДЭТ-250
25	15,0	II	600	3200	9900	ДЭТ-250
26	16,0	I	200	3600	17000	T-330
27	16,0	II	300	3650	17000	T-330
28	16,0	III	400	3600	17000	T-330
29	16,0	IV	500	3650	17000	T-330
30	16,0	IV	600	3500	17000	T-330

где  $q$  – геометрическая емкость ковша;  $L$  – дальность возки;

$B$  – ширина ковша;

$G_{скр}$  – масса скрепера.

Справочные данные, используемые при расчете, приведены в таблице 2 и 3.

Таблица 2 – Параметры грунтов

Категория грунта	$\gamma, \text{ кг/м}^3$	$K_p$	$K, \text{ кг/м}^2$	$X$
I	1300 - 1600	1,05 - 1,1	2000 - 4000	0,23 - 0,31
II	1500 - 1800	1,16 - 1,25	9500 - 18000	0,37 - 0,39
III	1600 - 1900	1,2 - 1,3	17000 - 29000	0,39 - 0,41
IV	1900 - 2000	1,25 - 1,35	32000 - 49000	0,46 - 0,5

где  $\gamma$  - объемная масса;  $K_p$  – коэффициент разрыхления;  $K$  – удельное сопротивление резанию;  $X$  – коэффициент, учитывающий внутреннее трение при перемещении.

Таблица 3 – Параметры тракторов

Марка	N, л.с.	G, кг.	Скорости, км/ч*					
			I	II	III	IV	V	3X
ДТ-54	54	5000	3,6	4,6	5,4	6,3	7,9	5,2
ДТ-75	75	5600	5,0	5,3	6,2	6,9	7,7	5,6
Т-100М	108	11000	2,4	3,8	4,5	6,4	10,1	5,4
Т-130	130	13000	3,2	3,8	4,6	5,2	6,4*	6,0
Т-140	140	14000	2,4	4,2	5,8	7,9	10,9	6,5
Т180	180	16000	2,9	4,6	6,4	8,7	12,0	7,7
ДЭТ-250	310	25000	2	2,3	-	-	12,5	6,7
Т-330	330	37000	-	-	-	-	13,0	10,7

где  $N$  – номинальная мощность трактора;  $G$  – масса трактора.

Примечание: \* - у трактора Т-130 – 8 передач.

### Методика и последовательность выполнения работы

Начертить схему скрепера в соответствии с заданием преподавателя.

Определение суммарного сопротивления, возникающее при работе скрепера:

$$W_{\Sigma} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5.$$

Сопротивление грунта резанию:  $W_1 = k \cdot B \cdot h$ ,

где

$B$  – ширина ковша, м;

$K$  – удельное сопротивление резанию, кг/м<sup>2</sup> (таблица 2.2);

$h$  – толщина срезаемого слоя, принимается в первом приближении 0,08 - 0,1м.

Сопротивление перемещению призмы волочения перед ковшом скрепера:

$$W_2 = \varphi \cdot B \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot (\mu \pm i),$$

где

$\varphi$  - коэффициент учитывающий отношение высоты призмы волочения к высоте грунта в ковше ( $H$ ), принимаемый равным 0,5 – 0,7;

$\mu$  – коэффициент трения грунта по грунту, возрастающий с уменьшением связности ( $\mu = 0,4 - 0,8$ );

$\gamma$  - объемная масса, кг/м<sup>3</sup> (таблица 2.2);

$H$  – высота грунта в ковше, зависящая от ёмкости ковша (таблица 2.4);

$i$  – уклон пути передвижения (принимается  $i = 0$ ).

Таблица 4

$Q$	м <sup>3</sup>	1,5	2,5	5 - 7	8 - 15
$H$	м	1	1,2	1,3 – 1,5	1,6 – 2,4

Сопротивление возникающее в результате подъёма стружки в ковше:

$$W_3 = B \cdot h \cdot H \cdot \gamma.$$

Сопротивление возникающее от трения грунта при движении его внутри ковша:

$$W_4 = B \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot X$$

где

$X$  – коэффициент учитывающий внутреннее трение грунта при перемещении (таблица 2).

Сопротивление перемещению скрепера:

$$W_5 = (G_{скр} + G_{мп}) \cdot (f \pm i),$$

где



$f$  – коэффициент сопротивления передвижению пневмоколесного хода ( $f = 0,1$ );

$$G_{mp} = \frac{q \cdot \gamma \cdot k_H}{k_p} \text{ – масса грунта в ковше;}$$

$k_H$  – коэффициент наполнения (таблица 5),

$k_p$  – коэффициент разрыхления;

$f$  – коэффициент сопротивления передвижению пневмоколесного хода ( $0,1 - 0,11$ ).

Зависимость коэффициента наполнения от типа грунта

Таблица 5

Категория грунта	I	II	III-IV
$k_H$	0,8	1,0	1,2

По вычисленным составляющим определяем суммарное сопротивление, возникающее при разработке и перемещении грунта скрепером.

#### Тяговый расчёт скрепера.

Определяем тяговое усилие на крюке тягача развиваемого на первой передаче:

$$T_{kp1} = 0,9 \cdot P_{okp1} - G_{zp} \cdot f_{zyc},$$

$$P_{okp} = \frac{270N}{V_1},$$

где

$f_{zyc}$  – коэффициент сопротивления передвижению гусеничного хода ( $f_{гус}=0,1 - 0,15$ );  $P_{okp1}$  – окружное усилие на ведущей звёздочке;  $V_1$  – скорость на первой передаче;  $N$  – номинальная мощность.

Проверка возможности реализации найденного тягового усилия по сцеплению:

$$T_{cy} = G_{cy} \cdot \varphi_{cy},$$

где  $G_{cy}$  – масса трактора, кг;  $\varphi_{cy}$  – коэффициент сцепления (для гусеничных тракторов  $\varphi_{cy} = 0,7 \div 0,9$ ).

В дальнейшем принимаем наименьшее из двух полученных тяговых усилий  $T_{kp1}$  и  $T_{cy}$ .

Определение пригодности применяемого трактора для проведения работ в заданных грунтовых условиях:

$$\frac{T_{kp1}}{W_{\Sigma}} = A,$$

Если  $A \geq 1$ , то трактор пригоден для использования в данных условиях без толкача.

Если  $A < 1$ , то выполнение данного вида работ принятым трактором возможно с использованием толкача (в этом случае дальнейший расчет проводим условно).

Определение скорости транспортирования грунта (по тяговым условиям)

$$T_{kp4} = 0,9 \cdot P_{okp4},$$

$$P_{okp4} = \frac{270 \cdot N}{V_4},$$

$$W_{mp} = W_5 + G_{mp} \cdot f,$$

где  $W_{mp}$  – сопротивление перемещению трактора со скрепером при транспортировании грунта.

Здесь также следует провести проверку по сцеплению.

Если  $\frac{T_{кр4}}{W_{mp}} \geq 1$ , то транспортировка может осуществляться на IV передаче.

Если  $\frac{T_{кр4}}{W_{mp}} < 1$ , то необходимо провести аналогичную проверку возможности

транспортировки на III передаче.

**Определение производительности скрепера, м<sup>3</sup>/ч:**

$$П_m = q \cdot n \cdot (K_n / K_p).$$

Определение длины участка набора, м:

$$l_1 = \frac{q \cdot K_n \cdot K_n}{K_p \cdot K_{нсп} \cdot B \cdot h},$$

где  $K_n$  – коэффициент потери грунта при закрытии заслонки (1,1 – 1,2), зависящий от связности грунта;  $K_{нсп}$  – коэффициент, учитывающий неравномерность толщины срезаемой стружки (0,7).

Определение числа циклов работы скрепера в час:

$$n = \frac{3600}{T_u},$$

где  $T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$  – время цикла, с;  $t_1 = l_1 / V_1$  – время резания грунта;  $t_2 = L / V_{mp}$  – время транспортировки грунта, с;  $V_{mp}$  – скорость транспортировки грунта;  $t_3 = l_2 / V_2$  – время загрузки, с;  $l_2 = 10 \dots 15$  м;  $t_4 = (l_1 + L + l_2) / V_{хх}$  – время холостого хода, с;  $t_5 = 60$  – время на вспомогательные операции, с.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

### **Практическое занятие №5.**

Тема: Определение тягово-скоростных свойств автогрейдера

Цель работы: Определение величин рациональных параметров рабочего процесса автогрейдера.

Задание: Получение навыков теоретического определения сопротивления копанию и производительности на примере автогрейдера. Определение величин рациональных параметров рабочего процесса автогрейдера.

Варианты заданий выдаются преподавателем, исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1.

№ задан ия	Тип автогрейде ра	Передаточные числа трансмиссии				Ради ус колес а $r_0$ , м	Номинальное число оборотов коленчатого вала $n$ , об/мин		
		I	II	III	IV		I	II	III
		Передачи							
1	легкий	78,4	60,0	50,0	-	0,56	1680	1400	1180
2		89,0	54,0	34,0	-	0,56	1680	1400	1180
3			58,0	39,0	-	0,56	1680	1400	1180
4			68,0	51,0	38,0	0,56	1680	1400	1180
5				66,0	44,0	34,0	0,56	1680	1400
6	средний	67,0	48,7	40,0	-	0,612	1050	900	810
7		68,0	42,0	23,0	-	0,612	1050	900	810
8		69,0	57,0	43,0	40,0	0,612	1050	900	810
9		68,0	49,0	39,0	30,0	0,612	1050	900	810
10		67,0	48,0	41,0	-	0,612	1050	900	810
11		67,0	55,0	45,0	30,0	0,612	1050	900	810
12	тяжелый	58,0	46,0	34,0	-	0,653	1240	930	890
13		64,0	52,0	33,0	-	0,653	1240	930	890
14		59,0	47,0	36,0	-	0,653	1240	930	890
15		58,0	43,0	31,0	-	0,653	1240	930	890
16		63,0	49,0	39,0	-	0,653	1240	930	890
17		64,0	53,0	42,0	-	0,653	1240	930	890

Методика и последовательность выполнения работы.

На основе данных зависимости коэффициента буксования от тягового усилия на ведущих колёсах, приведенных в табл.2, производим построение зависимости  $\delta = f(T)$  на I передаче.

Данные зависимости коэффициента буксования ( $\delta$ ) от тягового усилия на ведущих колесах автогрейdera (Т)

Таблица 2.

Передачи	Легкий автогрейдер		Средний автогрейдер		Тяжелый автогрейдер	
	$\delta$ , %	T, кгс	$\delta$ , %	T, кгс	$\delta$ , %	T, кгс
I	30	3600	30	5400	30	10300
	21	3560	21	5150	21	10400
	15	3400	15	4600	15	9360
	10	1840	10	3900	10	7200
II	Определяется из	2380	Определяется из графика	4900	Определяется из графика	9300
	графика $\delta = f(T)$	2350	$\delta = f(T)$	4400	$\delta = f(T)$	8800
		2240		3400		6300
		2190		2400		4800
III	Определяется из графика $\delta = f(T)$	1380	Определяется из графика $\delta = f(T)$	2400	Определяется из графика $\delta = f(T)$	4800
		1370		2150		4300
		1280		1520		3040
		1240		1300		2600

Определение скоростного радиуса качения колеса автогрейдера на трёх рабочих передачах, м:

$$r_k = r_0 \cdot (1 - \delta / 100),$$

где  $r_0$  - геометрический радиус колеса;  $\delta$  - коэффициент буксования;  $r_k$  - скоростной радиус колеса.

Значения геометрического радиуса ведущего колеса приведены в табл. 3.1. Значения коэффициента буксования принимают из табл. 3.2. усредненное для каждой передачи.

Определяем теоретическую скорость движения автогрейдера на I, II, III, передачах по формуле, км/ч:

$$Vm = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_{\text{ов}}}{i_{mp}},$$

где  $i_{mp}$  - общее передаточное отношение трансмиссии;  $n_{\text{ов}}$  - частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Значения  $r_0$ ,  $i_{mp}$ ,  $n_{\text{ов}}$ , для легких, средних и тяжелых автогрейдеров приводятся в табл.1.

Определяем рабочие скорости, развиваемые автогрейдером на I, II, III передачах для соответствующих значений тягового усилия по формуле:

$$Vp = Vm \cdot (1 - \delta / 100),$$

Значения буксования снимаются с графиков  $\delta = f(T)$  (не менее 4-х точек для каждой передачи).

Результаты расчётов представляем в виде зависимости  $Vp = f(T)$  на двух кратном графике (рис. 1).

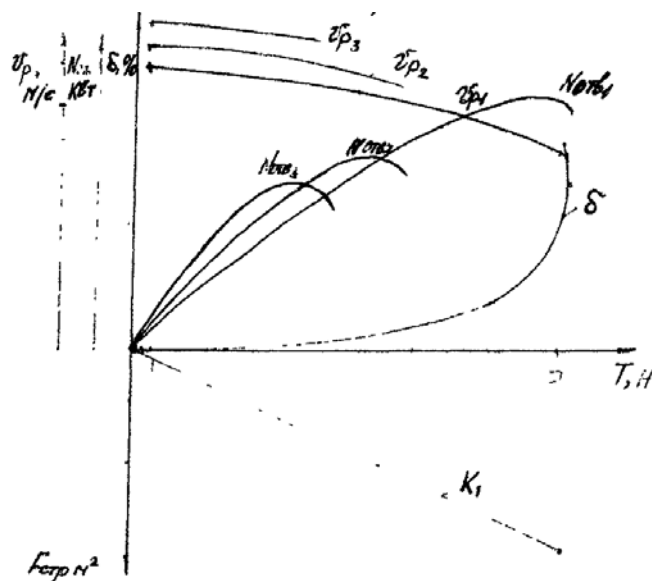


Рис. 1.

Определяем тяговую мощность на рабочем органе автогрейдера на I, II, III, IV передачах по формуле, л.с.:

$$N_{\text{омс}} = \frac{T \cdot Vp}{270};$$

где  $T$  - кгс;  $Vp$  - км/ч;

либо  $N_{\text{омс}} = T \cdot Vp$ , кВт,

где  $T$  - кН;  $Vp$  - м/с.

Для этого используют значения рабочих скоростей и соответствующие им значения тяговых усилий на ведущих колесах. Результаты расчётов представляются в виде зависимости  $N_{\text{отв}} = f(T)$  на соответствующих передачах.

Определяем площадь стружки, вырезания автогрейдером, по формуле:

$$F_{сmp} = \frac{T}{K_I},$$

где  $K_I$  - удельное сопротивление копанью грунта отвалом автогрейдера, зависит от вида грунта и изменяется в пределах от 4000 кгс/м<sup>2</sup> до 12000 кгс/м<sup>2</sup>. Значения  $T$  выбирают произвольно в пределах оси графика (рис. 1).

Графическое изображение  $F_{сmp}$  имеет вид луча, исходящего из начала координат.

Задавшись значениями  $K_I=4000, 8000$  и  $12000$  кгс/м<sup>2</sup> для легкого, среднего и тяжелого типа автогрейдера соответственно, построим в нижнем квадрате лучевую диаграмму зависимости площади вырезаемой стружки от усилия копания  $T$ .

Определяем конструктивную производительность по формуле:

$$P_k = 1000 \cdot F_{сmp} \cdot V_p,$$

где  $F_{стр}$  и  $V_p$  определяются, исходя из двухкватратного графика (рис. 1), на каждой из трёх передач при максимальном значении тяговой мощности.

По результатам вычислений строятся двукратный график зависимостей  $V_p = f(T)$ ;  $N_{отв} = f(T)$ ;  $\delta = f(T)$ ;  $F_{сmp} = f(T)$  на трёх передачах.

Построенный график даёт возможность определить параметры копания грунта отвалом автогрейдера из условия максимального использования тяговой мощности. Полученные параметры заносятся в табл. 3.

Таблица 3

Рабочая передача	T, кг	N <sub>отв</sub> , л.с	δ, %	V <sub>p</sub> , км/ч	F <sub>стр</sub> , м <sup>3</sup>	П <sub>к</sub> , м <sup>3</sup> /ч
I						
II						
III						

На основе полученной таблицы выбираются рациональные параметры рабочего процесса автогрейдера. Рациональными называется такое сочетание параметров, при котором достигается максимальное значение производительности машин.

Определение оптимальных параметров рабочего процесса землеройно-транспортной машины ( на примере автогрейдера)

Содержание работы

Получение навыков определения оптимальных параметров рабочего процесса землеройно-транспортной машины (на примере автогрейдера), с учетом рациональных параметров рабочего процесса и экономических показателей.

Варианты заданий

Варианты заданий берутся из работы № 3, исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип Авто-грейдера	Оптов-отпуск. цена $C_0$ , тыс.руб	Количество смен работы машины $n_{ом}$ , см/г	Зарплата машиниста руб/см $C_3$	$C_1$		$C_2$
				Амортиз. отчисления, % $S_{ам}$	$S_{тр}+S_{мд}$ , руб\см	$S_{то}+S_{изм}$ , руб\см
Легкий	800	318	575	19,9	86,85	746,1
Средний	1200	318	648	19,2	82,40	725,55
Тяжелый	1400	318	648	19,2	82,40	725,55

Таблица 2

Основные характеристики двигателя и расход топлива автогрейдера

Тип автогрейдера	Тип двигателя	Мощность л.с.	Весовой расход топлива, кг\ч
Легкий	А-41	90	22,0
Средний	А-01МД	120	22,0
Тяжелый	ВИД-602	160	25,0

Примечание: Для расчетов используется варианты работы “Определение тягово-скоростных свойств автогрейдера” и соответствующие им значения производительности.

Методика выполнения работы

Основной для определения оптимальных параметров рабочего процесса автогрейдеров служат результаты расчетов производительности автогрейдеров на трех рабочих передачах, приведенных в работе “Определение тягово-скоростных свойств автогрейдера”.

Переход от часовой конструктивной производительности к сменной эксплуатационной может быть осуществлен по формуле, м<sup>3</sup>/ч:

$$P_{э.см} = 8,2P_k K_v K_{пер},$$

где 8,2 – число часов в смене;

$K_{пер}$  – Коэффициент перехода от конструктивной производительности к эксплуатационной (определяет соотношение между конструктивной производительностью и сменной нормой),  $K_{пер}=1,2$ .

$K_v$  – коэффициент использования машины по времени;  $K_v = 0,6$

Расчеты выполняются для I, II, III передач. Результаты приведенных расчетов вводятся в табл. 3.

Таблица 3

Передача	I	II	III
$P_k, м^3/ч$			
$P_{э, м^3/ч}$			

$$E_n \cdot K_{уд} = \frac{E_n \cdot C_0 \cdot \alpha}{n_{см} \cdot P_{э.см}}$$

где  $E_n \cdot K_{уд}$  - удельные капитальные затраты труда на изготовление (в виде стоимости, приходящейся на единицу выработки);

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ( $E_n = 0,12$ );

$C_0$  - оптово – отпускная цена машин, руб. (табл. 1);

$\alpha$  - коэффициент учитывающий расходы по первоначальной поставке машины ( $\alpha = 1,07$ );

$n_{см}$  - количество смен работы машины в году (табл.1);

$P_{э.см}$  - эксплуатационная сменная производительность машины, м<sup>3</sup>/см.

Значение оптово-отпускной цены машины и количество смен работы машины в году определяется по табл. 1. Эксплуатационная сменная производительность берется по значениям, приведенным в табл. 1.

Определяем удельный расход топлива по формуле, кг\м<sup>3</sup>:

$$g_T = \frac{1000G_T}{P_k},$$

где  $G_T$  - весовой расход топлива, кг\ч.

Значение  $G_T$  берутся для соответствующего типа автогрейдера из табл.2.

Стоимость топлива, входящую в собственность машиниста, определим, исходя из сменной эксплуатационной производительности по формуле, руб.:

$$S_{топл} = -\frac{1}{1000} \cdot g_T \cdot P_{э.см} \cdot C_{топл}$$

где  $C_{топл}$  - стоимость дизельного топлива, принимается равной 18,0 руб\кг.

Отдельные виды затрат на эксплуатацию машины могут определены, руб\см:

$C_1 = S_{ам} + S_{тр} + S_{мд}$  - как зависящие от годового режима,

$C_2 = S_{то} + S_{изм} + S_{топл}$  - как зависящие от сменного режима,

где  $S_{ам}$  - амортизационные отчисления;

$S_{тр}$  - перебазировку машины с объекта на объект и внутри объекта;

$S_{мд}$  - монтаж и демонтаж машины при перебазировке;

$S_{изм}$  – износ и сменную оснастку;

$S_{топл}$  – энергоресурсы, смазку и обтирочные материалы.

Затраты на амортизационные отчисления определяются как процент от стоимости машины (табл. 1.). Затраты на текущий ремонт, монтаж-демонтаж, техническое обслуживание и ремонт оснастки (в руб.), отнесенные к смене, предоставлены в табл. 1.

Определяем себестоимость машино-смены работы автогрейдера по формуле, руб/см:

$$C_{м.см.} = C_1 + C_2 + C_3$$

Определяем эксплуатационные затраты на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта путем деления себестоимости машино-смены на эксплуатационную сменную производительность собственно на I, II, III передачах.

Комплексная оценка параметров рабочего процесса автогрейдера проводится на основе показателя удельных приведенных затрат:

$$z_{уд} = E_n \cdot K_{уд} + \frac{C_1 + C_2 + C_3}{P_{э.см.}}$$

На основе имеющихся зависимостей рассчитываются экономические показатели использования автогрейдера определенного типа на каждой из трех передач. В результате определяется показатель удельных приведенных затрат. Последний определяет оптимальные параметры рабочего процесса автогрейдера. В качестве оптимальных выбираются параметры, обеспечивающие минимальное значение удельных приведенных затрат.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

## **Практическое занятие №6.**

Тема: Сравнительный анализ двух способов копания одноковшовым экскаватором с гидроприводом.

Цель работы: Научить учащихся проводить сравнительный анализ двух способов копания одноковшовым экскаватором с гидроприводом.

Задание: Изучить теоретические основы рабочего процесса копания одноковшового экскаватора с оборудованием обратной лопаты; получить практические навыки по расчету усилия копания, энергоемкости и производительности; провести на их основе сравнительную оценку двух способов разработки грунта экскаватором с гидроприводом: поворотом рукоятки и поворотом ковша относительно рукоятки.

Выпуск одноковшовых экскаваторов с гидроприводом непрерывно увеличивается и значительно превышает выпуск экскаваторов с механическим приводом.

К основным конструктивным преимуществам экскаваторов с гидравлическим приводом следует отнести: возможность реализации больших передаточных чисел от ведущего звена источника энергии к рабочим органам экскаватора при сравнительно простой кинематике рабочего оборудования; значительно простой кинематике рабочего оборудования; значительное расширение номенклатуры рабочего оборудования (телескопическое оборудование двухчелюстной ковш, напорный грейфер, рыхлитель, планировщик, крановое оборудование и т.д.) достаточно простыми средствами; выполнение независимого бесступенчатого регулирования в широком диапазоне скоростей рабочих

движений, совмещаемых по времени, что улучшает использование мощности двигателя и повышает производительность экскаватора; расширение возможности применения автоматизированного управления, использование которого улучшает условия труда оператора и повышает качество выполняемых работ.

Применение гидропривода на экскаваторах расширяет их технологические возможности: например, при оборудовании обратной лопаты достигается увеличение заполнения ковша при копании на значительной глубине за счет реализации больших усилий копания (так как сопротивление грунта копанию воспринимается через стрелоподъемные гидроцилиндры массой всего экскаватора), появляется возможность копания только посредством поворота ковша при неподвижной относительно стрелы рукоятки, что позволяет выполнять работы в непосредственной близости от подземных коммуникаций, где требования к безопасности ведения работ часто вынуждают использовать ручной труд и т.д.

Экономические преимущества экскаваторов с гидроприводом вытекают из конструктивных и технологических преимуществ, которые в итоге позволяют снизить стоимость и ускорить производство, высвободить большое количество рабочих. Одноковшовые экскаваторы выполняют более 40% всех земляных работ в строительстве. В ходе выполнения данной работы студенты практически сравнивают два способа копания: поворотом рукоятки и поворотом ковша относительно рукоятки экскаватора на основе выполненных расчетов.

Расчет момента силы копания

Ширина ковша при заданной его емкости  $q$  для одноковшовых экскаваторов определяется по формуле, м:

$$l = 1,8 \cdot \sqrt[3]{q} - 0,57$$

Радиус ковша определяем, исходя из условия равенства объема вырезаемого грунта и емкости ковша (рис.5.1.):

$$V = q = \frac{lR^2}{2}(2\varphi - \sin 2\varphi).$$

Отсюда радиус ковша, м:

$$R = \sqrt{\frac{2q}{l(2\varphi - \sin 2\varphi)}},$$

где  $2\varphi$  - полный угол поворота ковша в грунте

Значение  $l$  выбирается из табл. 1 исходных данных. Далее определяем угол поворота  $2\varphi$  при копании поворотной рукоятки и вырезании объема  $V = q$  (рис.5.2).

Для упрощения расчетов угол  $2\varphi$  берется из табл.2. Максимальная глубина при копании поворотом рукоятки, м:

$$h_{\max} = (R + l' p)(1 - \cos \Psi)$$

Определяем максимальную силу копания поворотом рукоятки по эмпирической формуле А.Н. Зеленина, кг:

$$P_{к.р.} = c(1 + 2,6l) \cdot (1 + 0,007\alpha) \cdot z \cdot h_{\max}^{1,35} + F \cdot R_{сж},$$

где  $c$  - число ударов динамического плотномера;

$l$  - длина горизонтальной режущей кромки (ширина ковша), м;

$\alpha$  - угол резания, град.  $\alpha = 35^0$ ;

$z$  - коэффициент влияния зубьев,  $z = 1,0$ ;

$h_{\max}$  - глубина резания при копании поворотом рукоятки, см;

$F - lh_{\max}$  - площадь поперечного сечения стружки, см<sup>2</sup>;

$R_{сж}$  - удельное сопротивление стружки продольному сжатию, кг\см<sup>2</sup>.(табл. 3).

Тогда момент копания, Нм;

рукоятью

$$M_{к.р.} = 10 \cdot P_{к.р.} \cdot (R + l' p);$$

поворотом ковша



$$M_{к.к.} = (1,2 \div 1,3) \cdot M_{к.р.}$$

Расчет энергоемкости копания

Энергоемкость копания рукоятью определяем по формуле,  $\frac{Hm}{M^2}$  :

$$E_p = \frac{K}{l} [\Delta_1 + (R + l' p) \Delta_2],$$

где  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  зависит только от угла  $2\varphi$ .

$$\Delta_1 = 167, \Delta_2 = 311, K = C(1 + 2,6l) \cdot (1 + 0,0075\alpha)z$$

Энергоемкость копания поворотом ковша определяем по формуле

$$E_p = \frac{K}{l} [\Delta_1 + R\Delta_2],$$

$$\Delta_1 = 167, \Delta_2 = 311, \text{ при } 2\varphi = 120^\circ$$

Расчет производительности

производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле,  $m \setminus \varphi^3$  :

$$\Pi = \frac{q \cdot K_u}{T_u \cdot K_p} \cdot 3600.$$

При наполнении ковша с шапкой примем  $K_u = K_p = 1,2$ . Время цикла  $T_u$  складывается из следующих составляющих:

$$T_u = t_{\text{коп}} + t_{\text{подъема}} + t_{\text{нов}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{возвр}}.$$

Примем

$$\sum t = t_{\text{подъема}} + t_{\text{нов}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{возвр}} = 15 \text{ с.}$$

Тогда при копании рукоятью

$$\Pi_p = \frac{q \cdot 3600}{\sum t + t_{к.р.}} \quad (1)$$

где  $t_{к.р.}$  - время копания рукоятью, с.

При копании ковшем

$$\Pi_k = \frac{q \cdot 3600}{\sum t + t_{к.к.}} \quad (2)$$

Для расчета времени копания определим усилия в гидроцилиндрах. Примем, что плечо силы в гидроцилиндре как ковша, так и рукояти составляет 0,3 от радиуса копания, т.е (рис 3.)

$$Y_p \approx 0,3(R + l' p), \text{ м:}$$

$$Y_k \approx 0,3R, \text{ м.}$$

Усилие в гидроцилиндре рукояти, Н

$$P_p = \frac{M_{к.р.}}{0,3(R + l' p)}.$$

Усилие в гидроцилиндре ковша, Н

$$P_k = \frac{M_{к.к.}}{0,3R}.$$

Площадь поршня гидроцилиндров,  $m^2$ :

Рукояти 
$$S_p = \frac{P_p}{P};$$

Ковша 
$$S_k = \frac{P_k}{P}.$$

Ход штоков, м:

Рукояти  $X_p = 2 \cdot 0,3(R + l' p) \operatorname{tg} \varphi$ ;

Ковша  $X_k = 2 \cdot 0,3R \operatorname{tg} \varphi$ .

Скорость движения штока гидроцилиндра, исходя из заданного времени копания поворотом рукояти, м\с:

$$V_p = X_p \setminus t_{к.р.},$$

где  $t_{к.р.} = 5$  с.

Подача насоса, м<sup>3</sup>\с:

$$v = S_p \cdot V_p$$

Время копания поворотом ковша (подачу насоса считаем постоянной),с:

$$t_{к.к.} = \frac{S_k \cdot x_k}{v}.$$

Далее по формулам (1) и (2) определяем производительность экскаватора при двух способах копания.

По результатам расчета привести сравнение двух способов копания по численным значениям момента силы копания, энергоемкости и производительности. Оформить отчет о выполнении работе.

Таблица 1

№ Задания	Размерная группа	Емкость ковша $q, \text{м}^3$	Грунт (число С)	Длина рукояти, $l' p, \text{м}$	Давление в гидросистеме $p, \text{МПа}$	Угол поворота ковша $2\varphi, \text{град}$
1	I	0,15	6	1,5	7,5	120
2			10			
3			16			
4	II	0,25	30	1,5	10,0	
5			6			
6			10			
7	III	0,4	16	1,5	10,0	
8			30			
9			6			
10	IV	0,65	10	1,5	10,0	
11			16			
12			30			
13	V	1,0	6	1,5	16,0	
14			10			
15			6			
16	VI	1,6	30	1,5	20,0	
17			6			
18			10			
19	VII	2,5	16		20,0	
20			30			

Таблица 2

№ Задания	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20
$2\psi - \sin \psi$	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,35	0,4	0,45
$2\psi$	60	62	64	66	68	70	72	76	80	84

Таблица 3

с	6	10	16	30
$K_{сж}, \text{кг/см}^2$	0,4	0,75	1,0	2,0

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4-7] из раздела 7.

**9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта**

Выполнение обучающимися курсового проекта производится с целью:

- 1) систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;
- 2) углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- 3) формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- 4) формирования умений использовать справочную, нормативную документацию;
- 5) развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

Тематика курсовых проектов разрабатывается преподавателем.

Курсовой проект носит практический характер, который состоит из:

- 1) введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
- 3) основной части, которая обычно состоит из двух разделов: в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемого приложения; вторым разделом является практическая часть, которая представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами, формами и т.п.;
- 4) заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;
- 5) списка используемой литературы;
- б) приложения.

Во введении (объемом 2-3 страницы) раскрывается актуальность и новизна темы, ее научная и практическая значимость, основные направления исследования, формулируются цели и задачи исследования, указываются предмет и объект исследования, а также характеризуются источники и материалы, использованные в процессе исследования.

Основная часть проекта, как правило, состоит из теоретического и практического разделов. Основная часть должна содержать данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненного исследования:

- выбор направления исследования, включающий обоснование принятого направления исследования, метода решения задач и их сравнительную оценку, разработку общей методики исследования;
- теоретические и (или) экспериментальные исследования, включающие определение характера и содержания теоретических исследований, методов исследований;
- обобщения и оценку результатов исследования, включающие оценку полноты решения поставленной задачи

Основную часть курсового проекта следует делить на разделы. Разделы основной части могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты. Каждый подпункт должен содержать законченную информацию.

Заключение (объемом не менее 2 страниц) должно содержать итоги проекта, выводы, полученные в ходе работы, разработку рекомендаций по конкретному использованию результатов курсового проекта. Заключение должно быть кратким, обстоятельным и соответствовать поставленным целям и задачам.

Оформление курсового проекта: объем отчёта должен составлять 30-50 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титальном) листе номер не ставится. Графическая часть проекта – 3 листа формата А1.

Курсовой проект должен быть правильно оформлен, написан грамотно и аккуратно. Начинать работу нужно с тщательного изучения дисциплины в объеме программы. Далее необходимо подобрать соответствующий литературный и практический материал. В процессе написания можно привлечь дополнительную литературу. Не возбраняется использование переработанных данных электронных ресурсов. Работа должна быть логичной, научной по своему содержанию; в ней в систематизированной форме должны быть изложены материалы проведенного исследования и его результаты.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

- Microsoft Imagine Premium (OC Windows 7 Professional);
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
- КОМПАС-3D V13;
- APM WinMachine.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
ЛР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 9

ПЗ	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 6
КП	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	-
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Учебная мебель, проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	-
СР	ЧЗ-1	Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	1. Тематическое содержание дисциплины. Характеристика и условия применения машин для земляных работ.	Вопросы к зачету 1-10
2. Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.		Вопросы к зачету 11-19	
3. Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.		Вопросы к зачету 20-42	
4. Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.		Вопросы к зачету 43-51	
5. Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения. Основы устройства одноковшовых экскаваторов.		Вопросы к зачету 52-61	
6. Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.		Экзаменационные вопросы 1-25	
7. Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры. Скреперы. Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.		Экзаменационные вопросы 26-53	
8. Машины для подготовительных работ. Рыхлители.		Экзаменационные вопросы 53-58	
9. Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.		Экзаменационные вопросы 59-63	
10. Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.		Экзаменационные вопросы 64-94	
ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ		

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности процесса производства земляных работ.</li> <li>2. Значение механизации земляных работ.</li> <li>3. Общие сведения о земляных работах и сооружениях.</li> <li>4. Состав и особенность процесса производства земляных работ.</li> <li>5. Примеры технологических схем производства.</li> <li>6. Общая характеристика машин для земляных работ.</li> <li>7. Классификация МЗР.</li> <li>8. Условия работы МЗР.</li> <li>9. Требования к МЗР.</li> <li>10. Направление развития МЗР.</li> </ol>	<p>1. Тематическое содержание дисциплины. Характеристика и условия применения машин для земляных работ.</p>
2.	ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Физические характеристики грунтов.</li> <li>12. Классификация грунтов по происхождению, состоянию и механической прочности.</li> <li>13. Физические характеристики: гранулометрический состав, пористость, трехфазное строение, влажность, сжимаемость, пластичность, консистенция, липкость, плотность, разрыхляемость.</li> <li>14. Прочностные свойства грунтов.</li> <li>15. Особенности свойств замерзших грунтов.</li> <li>16. Сопротивление грунта сдвигу, внешнему трению, абразивность.</li> <li>17. Общая характеристика взаимодействия рабочих органов с грунтом.</li> <li>18. Способ разрушения грунтов.</li> <li>19. Требования к рабочим органам технологическое соответствие, минимальная энергоемкость, прочность, долговечность, рациональность конструкции.</li> <li>20. Колебание сил резания. Теория копания грунта Н.Г.Домбровского.</li> <li>21. Теория резания академика В.П.Горячкина. Факторы влияющие на процесс копания.</li> <li>22. Теория резания А.Н.Зеленина.</li> <li>23. Влияние глубины резания, толщины режущих стенок и угла резания на усилие резания.</li> <li>24. Зависимость сопротивления грунта резанию от влажности и сопротивления вдавливанию.</li> </ol>	<p>2. Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.</p> <p>3. Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.</p>

		<p><b>25.</b> Теория резания Ю.А.Ветрова.</p> <p><b>26.</b> Сила резания грунта простым острым ножом, пространственность разрушения грунта, использование понятия удельного сопротивления резанию.</p> <p><b>27.</b> Упрощенный способ расчета силы резания.</p> <p><b>28.</b> Двигатели внутреннего сгорания СДМ.</p> <p><b>29.</b> Приспособленность ДВС к работе на машинах для земляных работ.</p> <p><b>30.</b> Режимы работы ДВС на МЗР.</p> <p><b>31.</b> Требования к ДВС для строительных машин. Оценка выпускаемых двигателей.</p> <p><b>32.</b> Понятие трансмиссии, назначение, основные составляющие части.</p> <p><b>33.</b> Классификация понятия «идеальной» прогрессивной трансмиссии.</p> <p><b>34.</b> Гидродинамическая муфта. Назначение, параметры, принципиальная схема, особенности конструкции, рабочий процесс, характеристики, достоинства, недостатки.</p> <p><b>35.</b> Гидродинамический трансформатор. Назначения, параметры, принципиальная схема, особенности конструкции, рабочий процесс, характеристики, достоинства и недостатки.</p> <p><b>36.</b> Механическая трансмиссия.</p> <p><b>37.</b> Механическая тяговая трансмиссия, назначение, параметры, принципиальная схема, передаточное число, окружное усилие на колесе, скорость движения, определение движущей силы.</p> <p><b>38.</b> Механическая силовая трансмиссия, назначение, параметры, структурные особенности, принципиальная схема.</p> <p><b>39.</b> Гидростатическая трансмиссия (гидрообъемный привод). Назначения, основные параметры, классификация, конструктивные особенности, рабочий процесс, требования к гидроприводу, основы расчета, достоинства и недостатки.</p> <p><b>40.</b> Особенности электрических приводов строительных машин.</p> <p><b>41.</b> Особенности пневматических приводов строительных машин. Назначение, основные параметры, классификация.</p> <p><b>42.</b> Особенности комбинированных приводов. Назначения, классификация, достоинства, недостатки.</p> <p><b>43.</b> Назначение, показатели, требования, классификация ходового оборудования.</p> <p><b>44.</b> Пневматическое ходовое оборудование. Общая характеристика пневмоколесного ходового оборудования.</p>	<p><b>4.</b>Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.</p>
--	--	--	---



		<p><b>45.</b> Пневмошины СДМ, требования к шинам, последовательность выбора шин.</p> <p><b>46.</b> Сопротивление качению и сцепление пневматического колеса с грунтом.</p> <p><b>47.</b> Зависимость коэффициента сопротивления качения от давления воздуха в шине и состояние грунта.</p> <p><b>48.</b> Влияние колесной схемы и режима движения на коэффициент сопротивления перекачивания.</p> <p><b>49.</b> Общая характеристика гусеничного ходового оборудования. Назначение, параметры, классификация, взаимодействие гусеницы с грунтом.</p> <p><b>50.</b> Конструктивные особенности гусеничных ходовых устройств, достоинства, недостатки.</p> <p><b>51.</b> Особенности шагающего ХО, область применения, классификация, принцип действия. Особенности прочих видов ХО.</p> <p><b>52.</b> Определение, назначение, основные параметры, классификация одноковшовых экскаваторов.</p> <p><b>53.</b> Прямая лопата. Конструктивная схема, рабочий процесс, требования к рабочим механизмам.</p> <p><b>54.</b> Напорная прямая лопата, конструктивная схема.</p> <p><b>55.</b> Рабочий процесс, операции рабочего цикла, их продолжительность, скорости рабочих движений и их взаимосвязь.</p> <p><b>56.</b> Обратная лопата. Конструктивная схема, рабочий процесс.</p> <p><b>57.</b> Драглайн. Конструктивная схема, рабочий процесс.</p> <p><b>58.</b> Струг, грейфер, засыпатель, корчеватель, копер, трамбовка. Конструктивная схема, рабочий процесс.</p> <p><b>59.</b> Напорные механизмы ЭО. Зависимый, независимый и комбинированные напоры.</p> <p><b>60.</b> Принципиальные схемы, работа, достоинства и недостатки.</p> <p><b>61.</b> Особенности конструктивных элементов ЭО. Стрела, рукоять, ковш, поворотная платформа, опорно-поворотное устройство, двуногая стойка.</p>	<p><b>5.</b> Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения. Основы устройства одноковшовых экскаваторов.</p>
--	--	---	---

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<p><b>1.</b> Предварительное определение основных параметров и расчет главной рабочей нагрузки одноковшовых экскаваторов (ЭО).</p> <p><b>2.</b> Определение параметров, основных размеров и масс экскаватора (выбор и обоснование конструктивной схемы, использование теории подобия, опытных данных, прогноза).</p> <p><b>3.</b> Расчет усилия копания и его составляющие для ЭО.</p> <p><b>4.</b> Определение расчетных усилий подъема и напора прямой лопаты.</p> <p><b>5.</b> Усилие подъема, основные расчетные положения, метод расчета.</p> <p><b>6.</b> Усилие напора, понятие активного и пассивного усилия напора, основные расчетные положения, метод расчета.</p> <p><b>7.</b> Расчет силовых и кинематических параметров механизмов ЭО на примере прямой лопаты.</p> <p><b>8.</b> Механизм подъема, исходные предпосылки, особенности определения максимального подъемного усилия для разных типов привода.</p> <p><b>9.</b> Механизм напора, определение мощности независимого напора, скоростей напора и возврата рукояти.</p> <p><b>10.</b> Определение передаточного числа трансмиссии, подбор каната, определение диаметра и частоты вращения барабана напора.</p> <p><b>11.</b> Особенности расчета драглайна и обратной лопаты.</p> <p><b>12.</b> Определение расчетной нагрузки драглайна усилие тяги и усилие подъема.</p> <p><b>13.</b> Определение размеров рабочего оборудования обратной лопаты.</p> <p><b>14.</b> Расчет силовых параметров обратной лопаты.</p> <p><b>15.</b> Особенности расчета гидравлических экскаваторов. Состав расчета, специфика расчета прямой лопаты, определение усилия на кромке ковша обратной лопаты.</p> <p><b>16.</b> Общий расчет поворотного механизма ЭО. Общая характеристика поворотного движения и его значимость.</p> <p><b>17.</b> Расчет механизма поворота, задачи расчета, сводные предпосылки.</p>	<p><b>6.</b> Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.</p>
2.	ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ		

			<p><b>18.</b> Определение максимального ускорения поворота, времени разгона и торможения времени равномерного движения.</p> <p><b>19.</b> Кинематический расчет ходового механизма ЭО. Задачи расчета, исходные предпосылки, определение передаточного числа и скорости для максимальной и номинальной силы тяги.</p> <p><b>20.</b> Удельное давление на грунт ходового оборудования ЭО.</p> <p><b>21.</b> Понятие среднего удельного давления на грунт, причины неравномерного давления, приближенное определение максимально удельного давления.</p> <p><b>22.</b> Фактические удельные давления при работе ЭО.</p> <p><b>23.</b> Задачи статистического расчета ЭО, определение веса противовеса.</p> <p><b>24.</b> Расчет устойчивости прямой лопаты при работе и передвижении.</p> <p><b>25.</b> Особенности расчета устойчивости с рабочим оборудованием драглайна и обратной лопаты.</p> <p><b>26.</b> Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс бульдозеров.</p> <p><b>27.</b> Назначение, параметры, классификация.</p> <p><b>28.</b> Конструктивные особенности бульдозеров с поворотным и неповоротным отвалом и установочные рабочие движения.</p> <p><b>29.</b> Рабочий процесс, производительность и пути повышения производительности бульдозеров.</p> <p><b>30.</b> Определение параметров бульдозера.</p> <p><b>31.</b> Расчет сопротивления грунта копанию бульдозером.</p> <p><b>32.</b> Сопротивление резанию, упрощенное определение объема призмы волочения.</p> <p><b>33.</b> Дополнительное сопротивление при работе поворотным отвалом.</p> <p><b>34.</b> Выбор расчетных положений и расчетных нагрузок. Основные расчетные положения и расчетные условия.</p> <p><b>35.</b> Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс скреперов.</p> <p><b>36.</b> Назначение, классификация, конструктивные особенности скреперов.</p> <p><b>37.</b> Производительность скреперов.</p> <p><b>38.</b> Расчет основных параметров скрепера.</p> <p><b>39.</b> Геометрические параметры ковша, определение веса скрепера.</p> <p><b>40.</b> Расчет сопротивления грунта копанию скрепером.</p>	<p><b>7.</b> Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры. Скреперы. Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.</p>
--	--	--	---	---

			<p><b>41.</b> Особенности тягового расчета скреперов.</p> <p><b>42.</b> Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс автогрейдеров.</p> <p><b>43.</b> Назначение, параметры, классификация автогрейдеров.</p> <p><b>44.</b> Конструктивные особенности, общая схема автогрейдеров.</p> <p><b>45.</b> Достоинства, недостатки автогрейдеров.</p> <p><b>46.</b> Особенности тягового расчета автогрейдера.</p> <p><b>47.</b> Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс грейдер-элеваторов.</p> <p><b>48.</b> Назначение, классификация, параметры грейдер-элеваторов.</p> <p><b>49.</b> Особенности конструкции, нож, конвейеры, метатели.</p> <p><b>50.</b> Рабочий процесс, согласование процесса компания и отваливание грунта.</p> <p><b>51.</b> Схема работы грейдер-элеватора, производительность.</p> <p><b>52.</b> Достоинства и недостатки грейдер-элеваторов.</p> <p><b>53.</b> Общая характеристика машин для подготовительных работ.</p> <p><b>54.</b> Конструктивные особенности и рабочий процесс кусторезов и корчевателей-собирателей.</p> <p><b>55.</b> Назначение машин для подготовительных работ.</p> <p><b>56.</b> Параметры, классификация машин для подготовительных работ.</p> <p><b>57.</b> Конструктивные особенности машин для подготовительных работ.</p> <p><b>58.</b> Рабочий процесс Машин для подготовительных работ.</p> <p><b>59.</b> Понятия механизации, виды работ, область применения.</p> <p><b>60.</b> Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс гидромониторного способа разработки грунта.</p> <p><b>61.</b> Назначение, классификация, конструктивные особенности, рабочий процесс, достоинства и недостатки гидромониторного способа разработки грунта.</p> <p><b>62.</b> Общая характеристика, конструктивные особенности и рабочий процесс землесосного способа разработки грунта.</p> <p><b>63.</b> Назначение, классификация, конструктивные особенности, рабочий процесс, достоинства и недостатки землесосного способа разработки грунта.</p>	<p><b>8.Машины для подготовительных работ. Рыхлители.</b></p>
--	--	--	---	---

		<p><b>64.</b> Свойства вечномёрзлых грунтов.</p> <p><b>65.</b> Физико-механические свойства мерзлого грунта. Теплофизические свойства.</p> <p><b>66.</b> Методы разработки мерзлых грунтов и разрушения горных пород. Классификация методов разработки мерзлых грунтов и разрушение горных пород.</p> <p><b>67.</b> Предохранение грунтов от промерзания.</p> <p><b>68.</b> Создание теплоизолирующего слоя на поверхности грунта. Введение в грунт химических реагентов.</p> <p><b>69.</b> Искусственная оттаивание и размораживание мерзлых грунтов.</p> <p><b>70.</b> Факторы, влияющие на процесс оттаивания.</p> <p><b>71.</b> Термические способы оттаивания.</p> <p><b>72.</b> Электротермические способы оттаивания.</p> <p><b>73.</b> Электромагнитные и лучевые способы оттаивания.</p> <p><b>74.</b> Размораживание с помощью химических реагентов.</p> <p><b>75.</b> Механический метод разрушения грунтов. Классификация машин для разработки мерзлых грунтов.</p> <p><b>76.</b> Машины для послойного рыхления.</p> <p><b>77.</b> Машины для устройства траншей.</p> <p><b>78.</b> Машины и оборудования для разрушения массива грунта.</p> <p><b>79.</b> Направления развития машин и оборудования для разработки мерзлых грунтов.</p> <p><b>80.</b> Особенности разрушения мерзлых грунтов с помощью взрывов зарядов.</p> <p><b>81.</b> Параметры проведения взрывных работ.</p> <p><b>82.</b> Разрушение с помощью гидравлической энергии.</p> <p><b>83.</b> Разрушение под воздействием струи и потока жидкости.</p> <p><b>84.</b> Гидроимпульсные способы разрушения.</p> <p><b>85.</b> Разрушение с помощью тепловой и электромагнитной энергии.</p> <p><b>86.</b> Термические способы разрушения, разрушение с помощью электромагнитной энергии.</p> <p><b>87.</b> Комбинированные методы разрушения.</p> <p><b>88.</b> Разрушение с помощью термобуров.</p> <p><b>89.</b> Термомеханический метод разрушения.</p> <p><b>90.</b> Пневмомеханическое разрушение.</p> <p><b>91.</b> Эффективность применения методов разработки мерзлых грунтов.</p> <p><b>92.</b> Причины примерзания грунта к рабочим органам землеройных машин.</p>	<p><b>9.</b> Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.</p> <p><b>10.</b> Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.</p>
--	--	---	---

			<p><b>93.</b> Методы и средства борьбы с адгезией грунтов к рабочим органам землеройных машин при отрицательных температурах.</p> <p><b>94.</b> Классификация методов снижения адгезии грунтов.</p>	
--	--	--	---	--

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> (ПК-10) -основные особенности разработки конструкторско-технической документации; (ПСК-2.7) -основные понятия и общие сведения по технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p><b>Уметь:</b> (ПК-10) -осуществлять разработку конструкторско-технической документации; (ПСК-2.7) -оценивать и представлять результаты выполненной работы по разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p><b>Владеть:</b> (ПК-10) -навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; (ПСК-2.7) -современными методами разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>	<b>зачтено</b>	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов и сформированность компетенций. Допускаются незначительные ошибки.
	<b>не зачтено</b>	Оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.
	<b>отлично</b>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы с учетом основных требований безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
	<b>хорошо</b>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач.
	<b>удовлетворительно</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса.
	<b>неудовлетворительно</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий машин для земляных работ, навыков решения практических задач на учебных стендах.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Изучение дисциплины «Машины для земляных работ» охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к зачету и экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Тематическое содержание дисциплины. Характеристика и условия применения машин для земляных работ.

2. Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.

3. Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.

4. Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.

5. Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения. Основы устройства одноковшовых экскаваторов.

6. Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.

7. Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры. Скреперы. Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.

8. Машины для подготовительных работ. Рыхлители.

9. Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.

10. Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, практических занятий а также при подготовке к зачету и экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Лабораторные работы», «Практические занятия» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, практических занятиях, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ, практических занятий, в сочетании с внеаудиторной работой.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Машины для земляных работ**

**1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования машин для земляных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе; разработка вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта машин для земляных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе; контроль за параметрами технологических процессов и качеством производства и эксплуатации машин для земляных работ и их технологического оборудования.

Задачей изучения дисциплины является: изучение конструкции и устройства машин для земляных работ; знакомство с методами технической эксплуатации машин для земляных работ, с организацией их рационального использования; изучение основ теории машин для земляных работ; изучение особенностей эксплуатации машин для земляных работ в конкретных региональных условиях.

**2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 34 час., ПЗ – 17 час., Лк-102 час., СР – 36 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 216 часов, 6 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Тематическое содержание дисциплины. Характеристика и условия применения машин для земляных работ.

2. Грунты как объект воздействия в процессе разработки. Рабочие органы и их взаимодействие с грунтом.

3. Особенности приводов строительных и дорожных машин. Трансмиссии.

4. Ходовое оборудование. Гусеничное ходовое оборудование. Прочие виды ходового оборудования.

5. Одноковшовые экскаваторы. Конструктивные схемы, процессы работы и условия применения. Основы устройства одноковшовых экскаваторов.

6. Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Общий расчет главных рабочих механизмов. Общий расчет ходового механизма.

7. Землеройно-транспортные машины. Бульдозеры. Скреперы. Автогрейдеры. Грейдер-элеваторы.

8. Машины для подготовительных работ. Рыхлители.

9. Машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.

10. Разработка грунтов в условиях Сибири и способы повышения ее производительности.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-10 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

ПСК-2.7 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.

**4. Вид промежуточной аттестации:** зачет, экзамен, КП.



*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

Протокол заседания кафедры СДМ №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(Ф.И.О.)*

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от «11» августа 2016г. №1022

**для набора 2014 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

**Программу составил:**

Лобанов Дмитрий Викторович, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «\_\_» декабря 2018г., протокол № \_\_

И.о. заведующего кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «\_\_» декабря 2018 г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_