

## 02 Содержание учебно-методического комплекса по дисциплине

### «Механизация лесохозяйственных работ»

(название дисциплины)

#### для специальности

1-75 01 01 - «Лесное хозяйство»

(шифр специальности)

(название специальности)

01 Титульный лист

02 Содержание

03 Пояснительная записка

1 Теоретический раздел

1.1 Тракторы и автомобили

1.1.1 Типы автотракторной техники и их классификация

1.1.2 Основные узлы трактора и автомобиля

1.1.3 Двигатели внутреннего сгорания

1.1.4 Рабочие циклы двигателей

1.1.5 Силовая передача

1.1.6 Ходовая часть

1.1.7 Механизмы управления

1.2 Машины и оборудование лесного хозяйства

1.2.1 Механизация лесохозяйственной деятельности

1.2.2 Технология и машины для сбора и переработки лесных семян

1.2.3 Машины для расчистки лесных площадей

1.2.4 Обработка почвы в лесном хозяйстве

1.2.5 Почвообрабатывающие машины и механизмы

1.2.6 Посевные машины

1.2.7 Лесопосадочные машины и ямокопатели

1.2.8 Машины для проведения рубок ухода за лесом

1.2.9 Машины для тушения лесных пожаров

1.2.10 Машины для борьбы с вредителями и болезнями леса

1.2.11 Машины для внесения удобрения в почву

1.2.12 Дождевальные машины

1.3 Использование машин в лесном хозяйстве

1.3.1 Энергетические средства современного лесного хозяйства

1.3.2 Эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов

1.3.3 Техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов

2 Практический раздел

2.1 Лабораторная работа 1

2.2 Лабораторная работа 2

2.3 Лабораторная работа 3

2.4 Лабораторная работа 4

- 2.5 Лабораторная работа 5
- 2.6 Лабораторная работа 6
- 2.7 Лабораторная работа 7
- 2.8 Лабораторная работа 8
- 2.9 Лабораторная работа 9
- 2.10 Лабораторная работа 10
- 2.11 Лабораторная работа 11
- 2.12 Лабораторная работа 12
- 2.13 Лабораторная работа 13
- 2.14 Лабораторная работа 14
- 2.15 Лабораторная работа 15
- 2.16 Лабораторная работа 16
- 2.17 Лабораторная работа 17
- 2.18 Лабораторная работа 18
- 2.19 Лабораторная работа 19
- 2.20 Лабораторная работа 20
- 2.21 Лабораторная работа 21
- 2.22 Лабораторная работа 22

### 3 Контроль знаний

- 3.1 Перечень вопросов к контрольным работам
- 3.2 Перечень вопросов к экзамену

### 4 Вспомогательный раздел

- 4.1 Учебная программа дисциплины
- 4.2 Перечень рекомендуемой литературы

### 03 Пояснительная записка

Механизация лесохозяйственного производства оказывает значительное влияние на все аспекты развития отрасли: ее авторитет, привлекательность для молодых специалистов, профессиональный рост работников лесного хозяйства, культуру производства в целом.

В настоящее время в лесном хозяйстве эксплуатируются тысячи тракторов, технологических машин, орудий и механизмов, парк лесхозов все время пополняется новыми, более совершенными агрегатами. Поэтому глубокое изучение применяемой в лесном хозяйстве техники является крайне необходимым как для студентов всех форм обучения, так и для специалистов, работающих в лесном хозяйстве.

Целью электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) является изложение материала, достаточного для профессиональной подготовки инженеров лесного хозяйства, получения ими знаний в области механизации по теории, устройству и особенностям эксплуатации техники на предприятиях лесного хозяйства, освоению новых, прогрессивных механизированных методов выполнения технологических операций по всем видам лесохозяйственной деятельности.

ЭУМК состоит из четырех разделов.

В первом разделе приведены тексты лекций, охватывающие 44 часа теоретического материала в соответствии с учебной программой дисциплины.

В подразделе 1.1 дана классификация автотракторной техники по различным показателям; рассмотрено общее устройство трактора и автомобиля; детально рассмотрено устройство и работа двигателей внутреннего сгорания, силовой передачи, ходовой части, механизмов управления автомобиля и трактора.

Подраздел 1.2 дает представление о разнообразии лесохозяйственных машин, особенностях их устройства и работы. Машины и оборудование лесного хозяйства объединены в группы в соответствии с общепринятой классификацией:

- машины для сбора и переработки лесных семян;
- машины для расчистки лесных площадей;
- почвообрабатывающие машины и механизмы;
- посевные машины;
- лесопосадочные машины и ямокопатели;
- машины для проведения рубок ухода за лесом;
- машины для тушения лесных пожаров;
- машины для борьбы с вредителями и болезнями леса;
- машины для внесения удобрения в почву;
- дождевальные машины.

В подразделе 1.3 рассматриваются особенности использования машин в лесном хозяйстве, эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов и их техническое обслуживание.

Во втором разделе приведен материал для выполнения 22 лабораторных работ, посвященных углубленному изучению наиболее распространенных лесохозяйственных машин и орудий. Много внимания уделяется охране труда при выполнении механизированных работ.

Каждая лабораторная работа включает:

- тему работы;
- цель работы;
- материалы и оборудование, необходимые для выполнения работы;
- основные теоритические понятия по теме;
- ход выполнения работы;
- вопросы для самоконтроля;
- список учебной литературы по выполняемой работе.

С целью подготовки студентов к контролю знаний по дисциплине в третьем разделе приведен перечень тем и вопросов 4 контрольных работ, а также перечень вопросов к экзамену.

В четвертом разделе в полном объеме приведена учебная программа дисциплины и перечень рекомендуемой литературы.

Материал в ЭУМК структурирован таким образом, чтобы обеспечивалось хорошее его усвоение. При изложении материала постоянно указывается на взаимосвязь рассматриваемых вопросов с другими дисциплинами, подчеркивается их практическая значимость.

При работе с ЭУМК рекомендуется выполнять лабораторные работы после изучения соответствующего теоритического материала. Часть теоритического материала может использоваться студентами при выполнении курсового проекта и УСР.

Дисциплина «Механизация лесохозяйственных работ» изучается студентами биологического факультета специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» дневной, заочной и заочной, интегрированной со средним специальным образованием форм обучения.

На дневной форме обучения дисциплина читается на 2 курсе в 4 семестре. Общее количество часов – 176 (4 зачетные единицы), аудиторное количество часов – 88, из них: лекции – 36, лабораторные занятия – 44 часа. Форма отчётности – экзамен в 4 семестре. УСР – 8 часов.

Для заочной формы обучения дисциплина читается на 2 курсе в 3,4 семестрах. Общее количество часов – 176 (4 зачетные единицы), аудиторное количество часов – 22, из них: лекции – 14, практические занятия – 8. Форма отчётности – экзамен в 4 семестре.

Для заочной, интегрированной со средним специальным образованием, формы обучения дисциплина читается на 2,3 курсах в 4,5 семестрах. Общее количество часов – 176 (4 зачетные единицы), аудиторное количество часов – 8, из них: лекции – 4, лабораторные занятия – 4 часа. Форма отчётности – экзамен в 5 семестре.

## 1.1 Типы автотракторной техники

### 1.1.1 Классификация автомобилей

### 1.1.2 Классификация тракторов

#### 1.1.1 Классификация автомобилей

Современные автомобили в зависимости от назначения, конструктивного выполнения и приспособляемости к дорожным условиям можно классифицировать по различным признакам.

По **назначению** различают *транспортные* и *специальные* автомобили.

*Транспортные* автомобили бывают нескольких типов: пассажирские, грузопассажирские и грузовые.

Пассажирские автомобили служат для перевозки людей. Они бывают:

- легковые – для перевозки людей до 8 человек;
- автобусы – для перевозки людей более 8 человек.

Грузопассажирские автомобили предназначены для перевозки грузов и людей.

Грузовые автомобили применяются для перевозки различных грузов.

Основной величиной, характеризующей грузовые автомобили, является их грузоподъемность. Грузоподъемность – это предельно допустимая масса груза, выраженная в тоннах, перевозимая автомобилем при движении по дорогам с твердым покрытием. По грузоподъемности автомобили подразделяются на следующие классы:

- особо малой грузоподъемности – до 1 т;
- малой грузоподъемности – от 1,0 до 3,0 т;
- средней грузоподъемности – от 3,0 до 5,0 т;
- большой грузоподъемности – от 5,0 до 15 т;
- особо большой грузоподъемности – свыше 15 т.

Грузовые автомобили особо большой грузоподъемности называются *внедорожными*. Они применяются в основном при разработке крупных карьеров.

По **виду кузова** грузовые автомобили подразделяются на:

- бортовые – для перевозки, как правило, насыпучих грузов;
- самосвалы – для перевозки сыпучих грузов;
- со специальными кузовами – цистерны, фургоны и т. п.

*Специальные* автомобили служат для выполнения каких-либо определенных работ, для чего они оборудованы соответствующими устройствами и приспособлениями. К специальным автомобилям от-

носятся автокраны, автовышки, пожарные, поливочные, уборочные машины и т. п.

По **типу шасси** автомобили бывают *рамные* и *безрамные*.

*Рамные* автомобили (в основном грузовые и автобусы) имеют в качестве основы раму, к которой крепятся составные части и механизмы автомобиля.

*Безрамные* автомобили не имеют рамы, а составные части и механизмы крепятся к кузову. В этом случае кузов автомобиля называется несущим.

По **типу двигателя** автомобили подразделяются на *тепловые* (карбюраторные, газобаллонные, паровые, газотурбинные, газогенераторные) и *электрические*.

По **роду топлива** автомобили бывают:

- с двигателями, работающими на жидком топливе;
- с двигателями, работающими на газообразном топливе.

По **приспособляемости к дорожным условиям** автомобили подразделяются на:

- нормальной проходимости, предназначенные для работы на дорогах с твердым покрытием;
- повышенной проходимости, работающие в тяжелых дорожных условиях и по бездорожью.

По числу ведущих колес (осей) автомобили имеют условное обозначение – колесную схему. В колесной схеме первая цифра обозначает общее число колес, а вторая – число ведущих колес. Например, 4×2 – двухосный автомобиль с одной ведущей осью; 4×4 – двухосный автомобиль с двумя ведущими осями.

Автомобиль, предназначенный для буксирования полуприцепов, прицепов, прицепов-ропусков называется **тягачом**. Седельный тягач предназначен для буксирования полуприцепов. У него задняя часть опирается на ось полуприцепа с колесами, а передняя – на специальное опорно-цепное устройство, расположенное на раме тягача.

Автомобиль-тягач или грузовой автомобиль вместе с одним или несколькими прицепами образует **автопоезд**.

Модель многих автомобилей состоит из марки (букв, обозначающих завод-изготовитель) и цифр, присваиваемых каждой модели. Например, Минский автомобильный завод – МАЗ, Камский автомобильный завод – КамАЗ.

Когда на автомобильном заводе выпускают несколько автомобилей, собираемых в основном из одинаковых агрегатов, то модель автомобиля, выпускаемая в наибольшем количестве, называется базовой. Другие модели, отличающиеся от базовой установкой специальных кузовов, а иногда и величиной базы (расстоянием между осями

колес), называются модификациями. Модификациям дается свое обозначение.

В обозначении базовой модели первая цифра указывает класс автомобиля, вторая – его тип, а третья и четвертая – порядковый номер. Например, КамАЗ-5320 означает: 5 – автомобиль большой грузоподъемности; 3 – бортовой грузовой автомобиль; 20 – порядковый номер модели.

Для обозначения модификаций применяются пяти- и шестизначные цифры. Например, модификация грузового автомобиля КамАЗ-5320 обозначается КамАЗ-53202.

### 1.1.2 Классификация тракторов

Современные тракторы классифицируют по назначению, типу ходовой части, остова, двигателя и трансмиссии.

По **назначению** тракторы разделяют на *сельскохозяйственные, промышленные, транспортные и специальные*.

*Сельскохозяйственные* тракторы представляют самую большую группу и служат для выполнения различных сельскохозяйственных работ. В эту группу входят тракторы общего назначения, универсально-пропашные и садово-огородные.

Тракторы общего назначения предназначены для выполнения основных сельскохозяйственных работ: пахоты, боронования, сплошной культивации, посева, уборки зерновых культур и т.д. К ним относятся тракторы ДТ-75М, Т-4А, Т-150, Т-150К, К-701 и др.

Универсально-пропашные тракторы служат как для механизации работ в междурядьях, так и для выполнения многих других сельскохозяйственных операций. К этой группе относятся Т-25А1, Т-40М, МТЗ-80 и др.

Садово-огородные тракторы служат для обработки садов, ягодников и т.п. Они создаются в основном на базе универсально-пропашных тракторов.

*Промышленные* тракторы используются на крупных строительствах и в промышленности, а также на трубоукладочных, мелиоративных, дорожных и других тяжелых земляных работах. К таким тракторам относятся Т-130, Т-180, ДЭТ-250, К-702 и др.

*Транспортные* тракторы служат для перевозки грузов. Они снабжены рессорами и грузовой платформой и имеют повышенные скорости – до 10 м/с (35 км/ч).

*Специальные* тракторы оборудованы лебедками, подъемниками, трелевочными щитами и т.д. К этому типу относятся лесные тракторы, используемые на трелевочных и лесохозяйственных работах

(ЛХТ-55М, ТДТ-55А, ТТ-4М, ЛХТ-100, ТЛТ-100, ТЛ-28, ТТР-401 и др.); болотоходные – ДТ-75Б, Т-130Б; крутосклонные – ДТ-75К и др.

По **типу ходовой части** тракторы разделяют на *гусеничные*, ходовая часть которых имеет гусеничные движители, и *колесные* – с колесными движителями.

*Гусеничные тракторы* опираются на большую поверхность, вследствие чего имеют хорошее сцепление с почвой, оказывают на почву пониженное давление – 0,025–0,05 МПа (0,25–0,5 кгс/см<sup>2</sup>) и поэтому незначительно сминают и уплотняют ее. Они отличаются высокими тяговыми свойствами и хорошей проходимостью.

*Колесные тракторы* такой же мощности, как правило, легче гусеничных, более универсальны, но оказывают повышенное удельное давление на почву – до 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>); сцепление с почвой хуже, вследствие чего и сила тяги меньше, чем у гусеничных.

По **типу остова** тракторы делят на *рамные*, остов которых представляет собой самостоятельную раму. На ней крепятся все механизмы и агрегаты (ДТ-75М, ЛТ-157, ЛХТ-100 и др.); *полурамные*, остов которых образует корпус механизмов заднего моста с двумя продольными балками, прикрепленными к этому корпусу (МТЗ-80, Т-40М, Т-70Л и др.); *безрамные*, остов которых состоит из соединенных между собой отдельных механизмов (Т-25А1, Т-16М, Т-30 и др.).

По **типу двигателя** тракторы бывают:

- с тепловыми двигателями (в основном с двигателями внутреннего сгорания): *дизельные, карбюраторные*;
- с электрическими двигателями;
- с паровыми двигателями.

В настоящее время выпускаются в основном тракторы с дизельными двигателями. Карбюраторные двигатели на тракторах используются, как правило, для запуска дизельного двигателя.

По **типу трансмиссии** тракторы могут быть:

- с механической трансмиссией – с преобразованием крутящего момента механическим путем;
- с гидравлической трансмиссией – с преобразованием крутящего момента гидравлическим способом;
- с гидромеханической трансмиссией – с преобразованием крутящего момента гидравлическим (гидротрансформатор) и механическим путем (планетарный механизм);
- с электрической трансмиссией – с преобразованием крутящего момента электрическим способом.

Тракторы эксплуатируются во всех отраслях народного хозяйства, выполняя самые разнообразные работы в различных условиях. Универсальные машины, одинаково хорошо и экономично работающие

во всех многообразных условиях, создать практически невозможно. Поэтому создан типаж тракторов.

**Типаж** – это совокупность всех моделей тракторов с указанием их основных качественных показателей. В действующем типаже тракторы классифицированы по классам тяги, т. е. по номинальному тяговому усилию, которое зависит от их сцепления с почвой. Номинальное тяговое усилие для сельскохозяйственных тракторов определяется как наибольшее тяговое усилие, при котором буксирование для гусеничных тракторов не превышает 5 %, а для колесных 15 %. Для промышленных тракторов номинальное тяговое усилие – это наибольшее усилие, развиваемое ими на плотном грунте.

Тракторы выпускаются 15 тяговых классов: 0,2, что соответствует тяговому усилию 0,2 тс (2 кН); 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 25; 35 и 50.

Для лесного хозяйства и лесной промышленности создано 14 типов специальных тракторов и комбинированных машин: тягового класса 0,6 – колесный лесохозяйственный трактор ТЛ-28; 2 – гусеничный лесохозяйственный трактор Т-70Л; 3 – гусеничные лесохозяйственные тракторы ЛХТ-55М, ЛХТ-100, ЛХТ-100М; трелевочные тракторы ТДТ-55А; ТЛТ-100; трелевочный с гидроманипулятором ТБ-1М; трактор-амфибия для лесосплава ТГТ-90 и колесно-трелевочный трактор Т-157; 4 – гусеничный лесохозяйственный трактор ЛХТ-4; гусеничный трелевочный трактор ТТ-4М; валочно-пакетирующая машина ВТМ-4; 5 – колесно-трелевочный трактор К-703.

Кроме лесных тракторов для работ в лесном хозяйстве используются сельскохозяйственные тракторы следующих тяговых классов: 0,6 – колесные Т-25А, Т-30, Т-30А и самоходное шасси Т-16М; 0,9 – колесный Т-40М; 1,4 – колесные МТЗ-80 и МТЗ-82, МТЗ-82К, МТЗ-100 и МТЗ-102; 3 – гусеничные ДТ-75М, Т-150 и колесный Т-150К; 4 – гусеничный Т-4А; 6 – гусеничные Т-130 и Т-130М.

## 1.2 Основные узлы автомобиля и трактора

### 1.2.1 Общее строение автомобилей

### 1.2.2 Общее строение тракторов

#### 1.2.1 Общее строение автомобилей

Автомобили и тракторы состоят из большого количества деталей, узлов и агрегатов.

*Деталь* – это часть автомобиля или трактора, изготовленная без применения сборочных операций. Детали, с которых начинается сборка узла или агрегата, называются базовыми.

*Узел* – это часть автомобиля или трактора, представляющая собой соединение нескольких деталей независимо от способа соединения.

*Агрегат* – это соединение узлов и деталей в законченный механизм, выполняющий определенную функцию.

Современные автомобили и тракторы являются сложными машинами, представляющими собой совокупность отдельных механизмов и устройств, взаимно связанных между собой. Однако принципы устройства и действия ряда основных агрегатов и механизмов у подавляющего большинства автомобилей и тракторов одинаковы. Отдельные отклонения встречаются главным образом в моделях специального назначения.

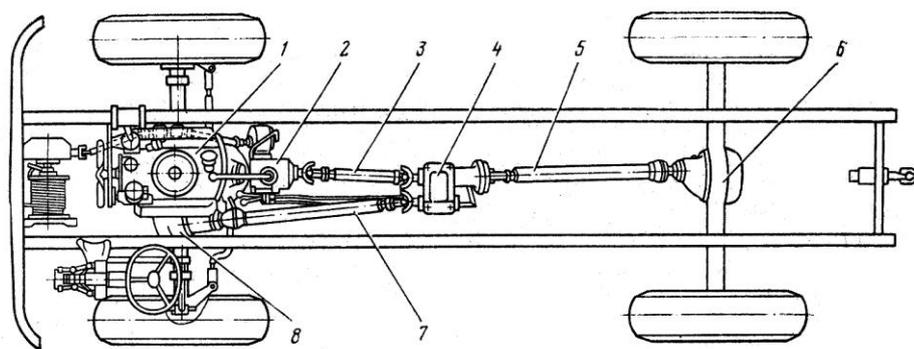
Автомобиль состоит из трех основных частей: **двигателя, шасси и кузова** (рисунок 2.1).

**Двигатель 1** (или силовая установка) является источником механической энергии, необходимой для передвижения автомобиля или трактора. На автомобилях и тракторах всех видов наибольшее распространение получили двигатели внутреннего сгорания.

**Шасси** представляет собой комплекс агрегатов и механизмов, предназначенных для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса, передвижения автомобиля и управления им. Шасси состоит из *трансмиссии, ходовой части и механизмов управления*.

*Трансмиссия* служит для изменения, распределения и передачи крутящего момента от коленчатого вала двигателя на ведущие колеса автомобиля. В трансмиссию входят следующие механизмы:

– сцепление, которое передает крутящий момент двигателя и предназначено для кратковременного разобщения вала двигателя от коробки передач при переключении передач, а также для плавного их соединения при трогании с места при включенной передаче. Сцепление предохраняет трансмиссию от перегрузки при резком соединении двигателя с коробкой передач;



1 – двигатель, 2 – коробка передач, 3 – промежуточный карданный вал, 4 – раздаточная коробка, 5 – карданный вал привода заднего ведущего моста, 6 – задний ведущий мост, 7 – карданный вал привода переднего ведущего моста, 8 – передний ведущий мост

Рисунок 2.1 – Схема расположения основных агрегатов и механизмов на автомобиле

– коробка передач 2 позволяет изменять величину крутящего момента, передаваемого двигателем, путем изменения передаточного числа трансмиссии, обеспечивает автомобилю движение задним ходом и при необходимости длительное разобщение двигателя от ведущих колес;

– раздаточная коробка 4 применяется для распределения крутящего момента от коробки передач между ведущими мостами;

– карданные передачи 5 и 7 служат для передачи крутящего момента от раздаточной коробки к главным передачам ведущих мостов под изменяющимся углом;

– карданная передача 3 передает крутящий момент от коробки передач к раздаточной коробке;

– задний и передний ведущий мост 6 и 8 передает крутящий момент через главную передачу, дифференциал и полуоси на ведущие колеса.

*Ходовая часть* обеспечивает преобразование вращательного движения ведущих колес в поступательное движение автомобиля или трактора.

У автомобиля она состоит из рамы, к которой крепятся все агрегаты и механизмы переднего и заднего мостов, рессор, амортизаторов и колес. В безрамных автомобилях роль рамы выполняет кузов, к основанию которого крепятся все агрегаты. В этом случае кузов автомобиля называется несущим.

*Механизмы управления* автомобилем подразделяются на две самостоятельные системы: рулевое управление и тормоза.

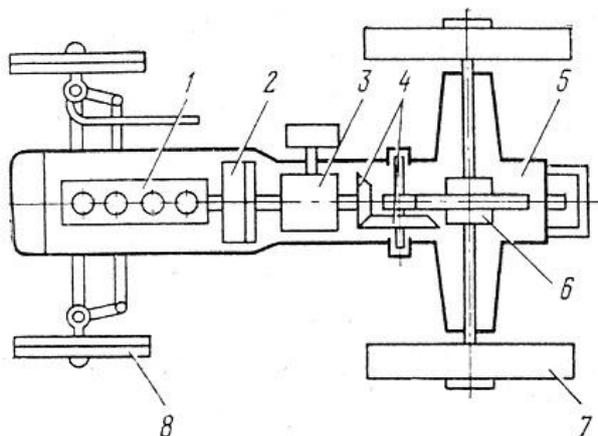
Рулевое управление служит для изменения направления движения автомобиля путем поворота управляемых колес. Тормоза обеспечивают быструю остановку и уменьшение скорости движения, а также удержание автомобиля на месте.

**Кузов** в зависимости от назначения автомобиля имеет различное устройство. Легковые автомобили и автобусы имеют кузов, приспособленный для размещения пассажиров и водителя. Грузовые автомобили обычно имеют грузовую платформу для груза и отдельную кабину для водителя.

### 1.2.2 Общее строение тракторов

Трактор состоит из механизмов и агрегатов, которые можно разделить на следующие основные группы: **двигатель, трансмиссию, ходовую часть, механизмы управления, рабочее и вспомогательное оборудование.**

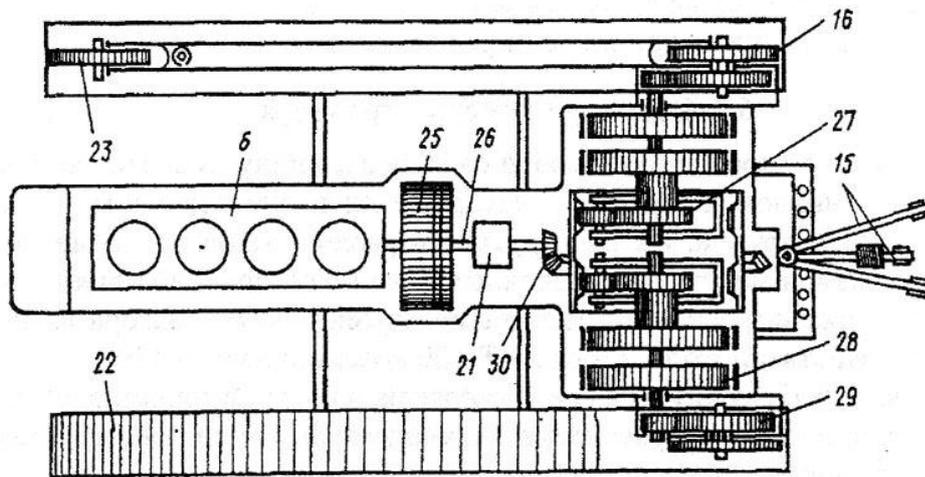
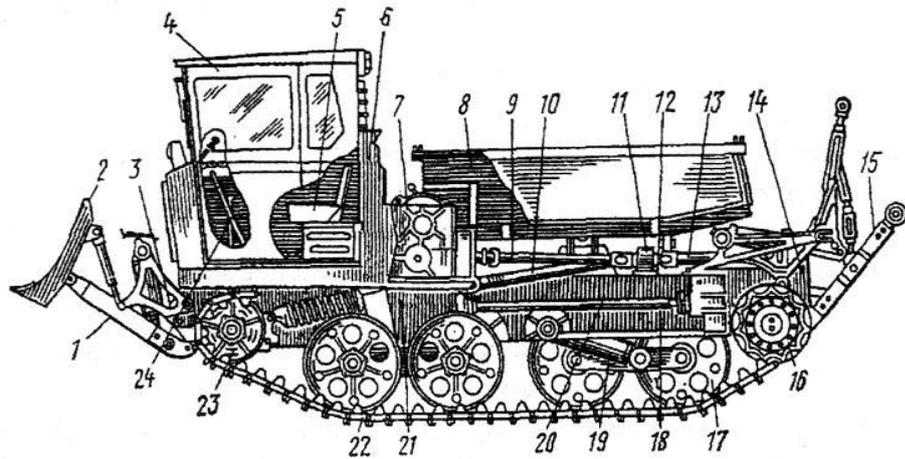
Принципиальная схема расположения основных агрегатов и механизмов колесного трактора показана на рисунке 2.2. Они имеют такое же назначение как и у автомобиля.



1 – двигатель, 2 – сцепление, 3 – коробка передач, 4 – центральная передача, 5 – задний мост, 6 – дифференциал, 7 – ведущие колеса, 8 – направляющие колеса

Рисунок 2.2 – Схема расположения основных агрегатов и механизмов на колесном тракторе

Расположение основных механизмов гусеничного трактора на примере лесохозяйственного трактора ЛХТ-100 показано на рисунке 2.3.



1 – передняя навеска, 2 – толкатель, 3 – передний ВОМ, 4 – кабина, 5 – сиденье, 6 – двигатель, 7 – лебедка, 8 – кузов, 9 – карданный вал привода лебедки, 10 – карданный вал редуктора, 11 – редуктор, 12 – кронштейн, 13 – карданный вал, 14 – блок заднего моста и ВОМ, 15 – задняя навеска, 16 – ведущая звездочка, 17 – опорный каток, 18 – рама, 19 – подвеска, 20 – основной карданный вал, 21 – коробка передач, 22 – гусеница, 23 – направляющее колесо, 24 – привод управления, 25 – сцепление, 26 – соединительный вал, 27 – механизм поворота, 28 – тормоза, 29 – конечная передача, 30 – главная передача

Рисунок 2.3 – Расположение основных механизмов и агрегатов гусеничного трактора: а) – лесохозяйственного ЛХТ-100; б) – общего назначения

**Двигатель 6** служит силовой установкой, в которой тепловая энергия сгораемого топлива преобразуется в механическую. Он создает крутящий момент, передаваемый трансмиссии.

**Трансмиссия** передает крутящий момент от двигателя к ведущим звездочкам. Она состоит из сцепления 25, соединительных валов 26, коробки передач 21, главной (центральной) передачи 30 и конечных передач 29.

Сцепление расположено непосредственно за двигателем. Оно служит для отсоединения коленчатого вала двигателя от трансмиссии при переключении передач и кратковременных остановках, а также для плавного его соединения с трансмиссией при трогании трактора с места.

Коробка передач служит для изменения крутящего момента, подводимого к ведущим звездочкам 16 при неизменном крутящем моменте коленчатого вала двигателя, для движения задним ходом и разобщения трансмиссии с работающим двигателем при длительных остановках трактора.

Соединительный вал установлен между сцеплением и коробкой передач, он передает крутящий момент при перекосе механизмов.

Функция главной передачи – увеличение передаточного числа трансмиссии и передача крутящего момента к ведущим звездочкам, а конечной, кроме того, – увеличение этого момента. Конечная передача находится за механизмами поворота.

**Ходовая часть** преобразует вращательное движение ведущих звездочек в поступательное движение трактора. В нее входят: рама 18, ведущие звездочки 16, гусеницы 22, подвески 19, направляющие колеса 23 и опорные катки 17. При помощи ведущих звездочек и опорных катков трактор перекачивается по гусеницам, состоящим из шарнирно соединенных стальных звеньев. Подвеска осуществляет упругую связь между ходовой частью и рамой и уменьшает сотрясения механизмов трактора во время движения.

**Механизмы управления** служат для изменения направления движения трактора и для его торможения. К ним относятся механизм поворота 27 и тормоза 28. Привод управления трактором 24 выведен в кабину 4. Поворот гусеничного трактора осуществляется механизмом поворота, который с помощью тормозов изменяет силу тяги или скорость движения, отключая, а при необходимости затормаживая одну из гусениц.

**Рабочее (технологическое) оборудование** предназначено для использования полезной мощности двигателя трактора на лесохозяйственных и лесозаготовительных операциях с использованием различных лесных орудий. В его состав входят: передний 3 и задний 14 ВОМ, толкатель 2, гидравлические передняя 1 и задняя 15 навески, лебедка 7, кузов 8 (или трелевочный щит), коник и др.

**Вспомогательное оборудование** включает кабину, сиденье, приборы освещения и сигнализации, систему отопления и вентиляции кабины и т. д.

## 1.3 Классификация и устройство двигателей внутреннего сгорания

### 1.3.1 Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

#### 1.3.2 Основные механизмы и системы ДВС

#### 1.3.3 Основные понятия и определения двигателя

### 1.3.1 Классификация двигателей внутреннего сгорания

**Двигателем** называется машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу.

На современных автомобилях и тракторах применяются тепловые двигатели внутреннего сгорания, в которых процесс сгорания топлива и превращение выделяемого при этом тепла в механическую работу происходит внутри цилиндра двигателя.

Все двигатели внутреннего сгорания принято классифицировать по:

- *роду применяемого топлива* – двигатели, работающие на *жидком* топливе (бензине или дизельном топливе), и двигатели, работающие на *газообразном* топливе (сжатом и сжиженном газе);

- *способу смесеобразования и воспламенения рабочей смеси* – двигатели с *внешним смесеобразованием* и электрическим зажиганием рабочей смеси (*карбюраторные*) и двигатели с *внутренним смесеобразованием* и воспламенением топлива от высокой температуры сжатого воздуха (*дизельные*);

- *способу осуществления рабочего цикла* – двигатели *четырёхтактные*, в которых рабочий цикл совершается за четыре такта (хода поршня) или за два оборота коленчатого вала, и двигатели *двухтактные*, в которых рабочий цикл совершается за два такта (один оборот коленчатого вала);

- *числу и расположению цилиндров* – двигатели *одноцилиндровые* и *многоцилиндровые*; *однорядные* (цилиндры расположены в один ряд) и *двухрядные* (V-образные), когда два ряда цилиндров расположены под углом друг к другу;

- *рабочему объёму*;

- *способу охлаждения* – с *жидкостным* или *воздушным* охлаждением.

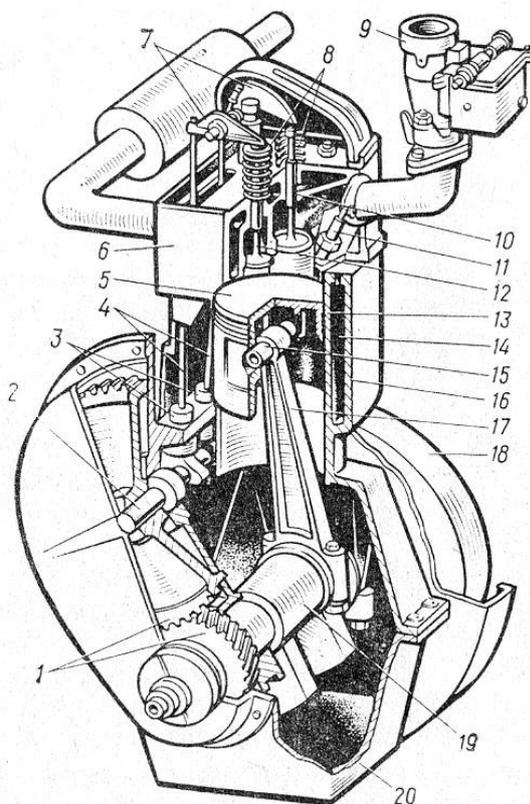
Выбор типа двигателя зависит от его назначения и предъявляемых к нему требований по части топлива, габаритных размеров, мощности и других показателей.

На лесных тракторах применяются четырехтактные многоцилиндровые дизельные двигатели, для запуска которых часто используют одно- и двухцилиндровые двухтактные карбюраторные двигатели.

На автомобилях, как правило, используются четырехтактные многоцилиндровые карбюраторные или дизельные двигатели с запуском от электрического стартера.

### 1.3.2 Основные механизмы и системы ДВС

Двигатель внутреннего сгорания (рисунок 3.1) состоит из следующих механизмов и систем.



- 1 – шестерни привода распределительного вала,  
2 – распределительный вал, 3 – толкатели, 4 – штанги,  
5 – поршень, 6 – головка цилиндра, 7 – коромысла, 8 – пружины,  
9 – карбюратор, 10 – направляющая втулка, 11 – свеча зажигания,  
12 – клапан, 13 – цилиндр, 14 – рубашка охлаждения,  
15 – поршневой палец, 16 – блок-картер, 17 – шатун,  
18 – маховик, 19 – коленчатый вал, 20 – поддон

Рисунок 3.1 – Устройство одноцилиндрового карбюраторного двигателя

**Кривошипно-шатунный механизм** осуществляет рабочий цикл двигателя и преобразует прямолинейное, возвратно-поступательное

движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Механизм состоит из цилиндра 13 с головкой 6, поршня 5 с кольцами, поршневого пальца 15, шатуна 17, коленчатого вала 19, маховика 18. Механизм установлен в блок-картере 16, закрытом снизу поддоном (резервуаром для масла) 20.

**Механизм газораспределения** предназначен для своевременного впуска в цилиндр горючей смеси или воздуха и своевременного удаления отработавших газов. Он состоит из клапанов 12 с направляющими втулками 10, пружин 8 с деталями их крепления, штанг 4, коромысел 7, толкателей 3, распределительного вала 2 и шестерен 1 привода распределительного вала.

**Система охлаждения** служит для отвода избыточного тепла от нагретых деталей двигателя. Она бывает жидкостной или воздушной. Если система охлаждения жидкостная, то она состоит из рубашки 14 охлаждения, радиатора, водяного насоса, вентилятора, термостата и патрубков. Система воздушного охлаждения состоит из теплоотводящих ребер, вентилятора, кожуха и щитков, направляющих воздушный поток для отвода тепла.

**Система смазки** обеспечивает подачу масла к трущимся деталям двигателя с целью уменьшения трения между ними и отвода тепла. Она состоит из резервуара 20 для масла, масляного насоса, фильтров и маслопроводов.

**Система питания** служит для приготовления горючей смеси и подвода ее к цилиндру (карбюраторные двигатели) или подачи топлива в цилиндр и наполнения его воздухом (дизельные двигатели).

У карбюраторных двигателей эта система состоит из топливного бака, топливопроводов, топливного и воздушного фильтров, топливного насоса, карбюратора (или смесителя) 9, впускного и выпускного трубопроводов, глушителя.

У дизельных двигателей система питания состоит из тех же деталей и приборов, с той лишь разницей, что вместо карбюратора установлены топливный насос высокого давления и форсунка.

**Система зажигания** предназначена для принудительного воспламенения рабочей смеси от электрической искры. В нее входят приборы, обеспечивающие получение электрического тока высокого напряжения, провода и свечи 11.

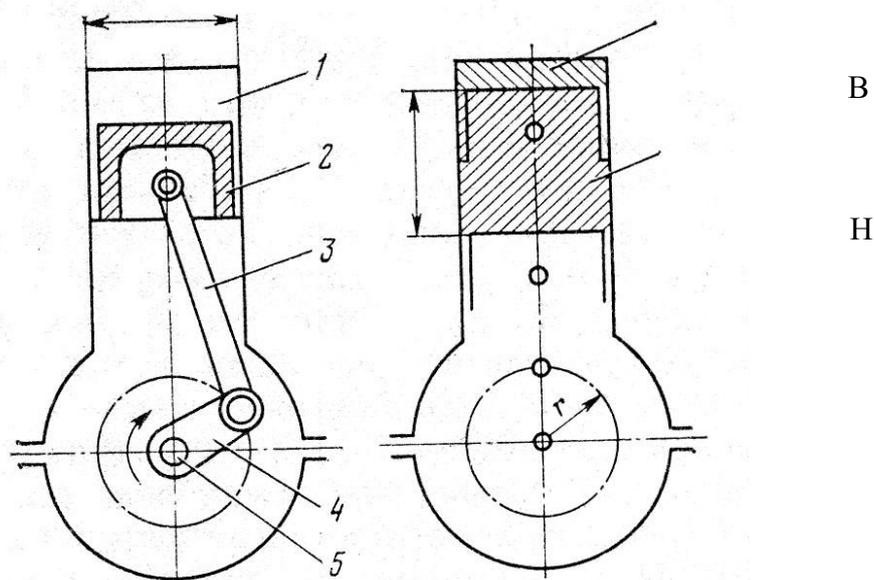
У дизельных двигателей приборы системы зажигания отсутствуют, так как топливо воспламеняется от соприкосновения со сжатым воздухом, имеющим высокую температуру.

**Система пуска** предназначена для пуска двигателя. К ней относятся: пусковой бензиновый двигатель с механизмом передачи (на тракторе), электрический стартер на автомобиле и иногда на тракторе, декомпрессионный механизм, приборы подогрева воды и воздуха.

Двухтактные двигатели имеют те же основные механизмы и системы, что и четырехтактные, но отличаются по устройству и действию механизма газораспределения.

### 1.3.3 Основные понятия и определения двигателя

Чтобы пояснить работу двигателя и усвоить необходимые в дальнейшем основные понятия и определения, рассмотрим рисунок 3.2, на котором изображена схема работы кривошипно-шатунного механизма одноцилиндрового двигателя.



1 – цилиндр, 2 – поршень, 3 – шатун, 4 – кривошип, 5 – коленчатый вал

Рисунок 3.2 – Основные параметры двигателя

Поршень 2 совершает возвратно-поступательное движение и может занимать два крайних положения – верхнее и нижнее. Прямолинейное движение поршня посредством шатуна 3 и кривошипа 4 преобразовывается во вращательное движение коленчатого вала 5.

Положение поршня в цилиндре 1, при котором он наиболее удален от оси коленчатого вала двигателя, называется *верхней мертвой точкой* (ВМТ), а положение, при котором поршень наиболее приближен – *нижней мертвой точкой* (НМТ).

Путь, пройденный поршнем от одной мертвой точки до другой, называется *ходом поршня* (S). Часть рабочего процесса, совершаемая за один ход поршня, называется *такты*. Каждому ходу поршня соответствует поворот коленчатого вала на  $180^\circ$  (полуоборот).

Движение поршня сопровождается изменением объема между днищем поршня и головкой цилиндра. Пространство (объем), образующееся в ВМТ над поршнем, называется *объемом камеры сгорания* ( $V_c$ ).

Объем, освобождаемый поршнем при его перемещении от ВМТ до НМТ, называется *рабочим объемом цилиндра* ( $V_h$ ).

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{S}{1000}, \text{ л}, \quad (3.1)$$

где  $D$  – диаметр цилиндра, мм;  
 $S$  – ход поршня, мм.

Объем, образующийся над поршнем, при положении его в НМТ называется *полным объемом цилиндра* ( $V_a$ ) и включает в себя рабочий объем цилиндра и объем камеры сгорания.

Сумма рабочих объемов всех цилиндров, выраженная в литрах, называется *рабочим объемом двигателя* ( $V'_h$ ).

$$V'_h = V_h \cdot i, \quad (3.2)$$

где  $i$  – число цилиндров двигателя.

Отношение полного объема цилиндра  $V_a$  к объему камеры сгорания  $V_c$  называется *степенью сжатия* ( $\varepsilon$ ).

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}. \quad (3.3)$$

Величина степени сжатия ( $\varepsilon$ ) показывает, во сколько раз сжимается рабочая смесь или воздух, находящиеся в цилиндре, при перемещении поршня от НМТ до ВМТ.

## 1.5 Силовая передача

1.5.1 Назначение и типы трансмиссий, общее строение трансмиссии

1.5.2 Назначение, типы и устройство сцеплений

1.5.3 Коробка передач: назначение, классификация и устройство

1.5.4 Карданная передача и промежуточные соединения, назначение, строение и работа главной передачи

## 1.5.1 Назначение и типы трансмиссий, общее строение трансмиссии

**Автомобильная трансмиссия** служит для передачи крутящего момента двигателя к ведущим колесам и позволяет изменять величину и направление этого момента в соответствии с условиями движения автомобиля.

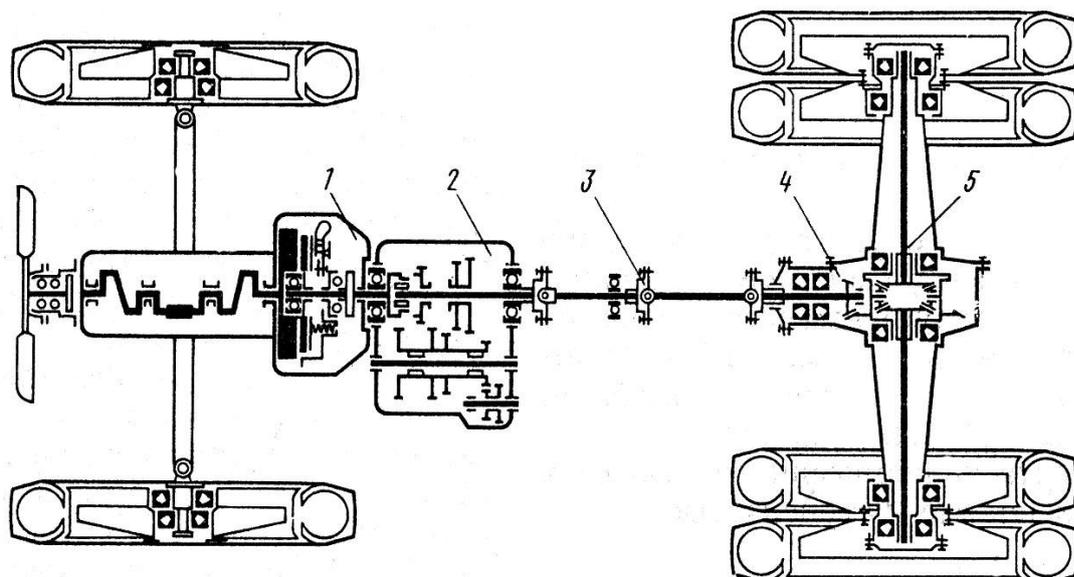
По характеру регулирования крутящего момента трансмиссии разделяются на бесступенчатые и ступенчатые.

Трансмиссия автомобиля характеризуется колесной формулой. Типы трансмиссий обозначают  $4\times 2$ ,  $4\times 4$ ,  $6\times 2$ ,  $6\times 4$ ,  $6\times 6$ . Первая цифра показывает общее количество колес, вторая – число ведущих колес (под колесами понимается опора вне зависимости от числа шин на ней).

Наиболее распространенная схема механической трансмиссии (рисунок 5.1) типа  $4\times 2$  состоит из сцепления 1, коробки передач 2, карданной передачи 3, главной передачи с дифференциалом 4 и полуосей 5 со ступицами ведущих колес.

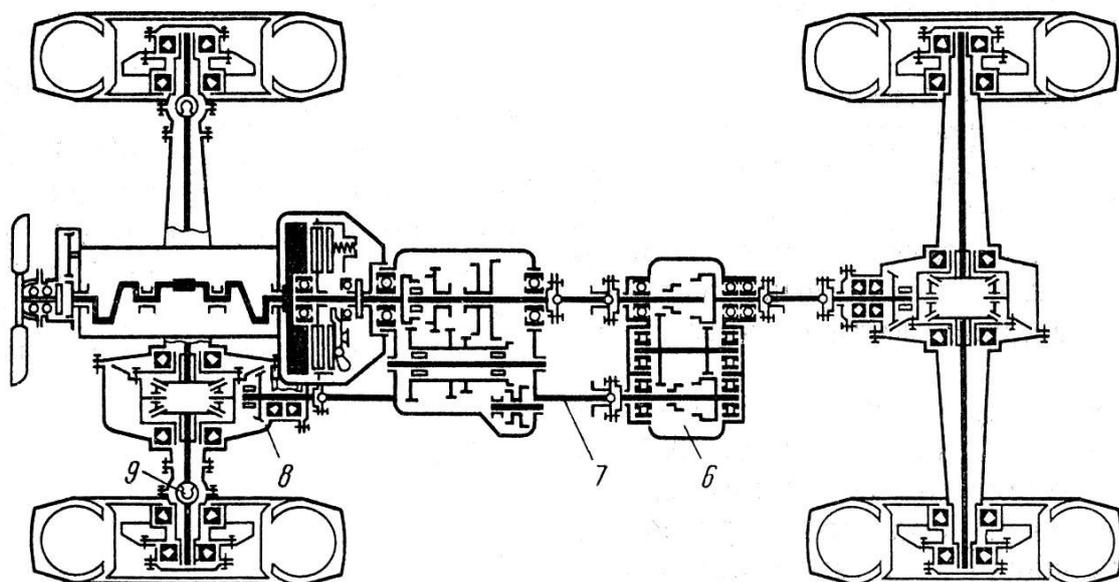
Автомобили высокой проходимости имеют несколько ведущих мостов, поэтому в трансмиссию, кроме перечисленных выше агрегатов, входят раздаточная коробка 6 (рисунок 5.2), совмещенная с дополнительной коробкой передач, карданная передача 7 к переднему ведущему мосту и передний ведущий мост 8, состоящий из тех же механизмов, что и задний, и дополнительно карданные шарниры 9 привода передних колес.

При помощи раздаточной коробки можно включить привод только на задние колеса или на все колеса. Дополнительную коробку передач (делитель) используют для увеличения числа передач автомобиля, что обеспечивает получение необходимого тягового усилия на ведущих колесах для преодоления тяжелых дорожных условий.



1 – сцепление, 2 – коробка передач, 3 – карданная передача,  
4 – главная передача, 5 – полуоси

Рисунок 5.1 – Схема механической автомобильной трансмиссии типа 4×2



1 – сцепление, 2 – коробка передач, 3 – карданная передача,  
4 – главная передача, 5 – полуоси, 6 – раздаточная коробка,  
7 – карданная передача к переднему мосту, 8 – передний ведущий мост, 9 – шарниры привода передних колес

Рисунок 5.2 – Схема механической автомобильной трансмиссии типа 4×4

**Тракторная трансмиссия** подводит и изменяет крутящий момент от двигателя к ведущим колесам или гусеницам, а также к рабочим и

вспомогательным механизмам трактора. Она может быть механической, гидравлической, электрической и комбинированной. Большинство тракторов имеют механическую трансмиссию.

Схема механической трансмиссии гусеничного трактора представлена на рисунке 2.3, б.

В трансмиссии трактора могут быть установлены редукторы для дополнительного уменьшения скорости движения (ходоуменьшители), механизмы привода ВОМ или шкива.

### 1.5.2 Назначение, типы и устройство сцеплений

Сцепление предназначено для плавного соединения и кратковременного разъединения вала двигателя и трансмиссии, что необходимо для трогания трактора или автомобиля с места или их остановки. Сцепление необходимо и при переключении передач для предотвращения возникновения ударных нагрузок.

Сцепление должно обеспечивать надежную передачу крутящего момента, быстрое и полное отключение двигателя от коробки передач, постепенное нагружение трансмиссии и увеличение ускорения автомобиля или трактора. Усилие для управления сцеплением должно быть небольшим,

По принципу действия и способу передачи крутящего момента сцепления подразделяются на механические (фрикционные), передающие крутящий момент за счет сил трения, возникающих между ведущими и ведомыми элементами сцепления, и гидравлические, передающие крутящий момент в результате воздействия жидкости на ведомые элементы. На тракторах и автомобилях наибольшее распространение получили фрикционные сцепления.

По форме трущихся поверхностей фрикционные сцепления бывают *дисковые*, *конусные* и *колодочные*. На тракторах и автомобилях чаще всего применяются дисковые сцепления.

В зависимости от числа ведомых дисков сцепления бывают *однодисковые*, *двухдисковые* и *многодисковые*.

По виду трения сцепления могут быть *сухие* и *мокрые*, работающие в масле. Сцепления, работающие в масле, применяются на тракторах в приводе к ВОМ, а также в приводном механизме пускового двигателя. В трансмиссиях тракторов и автомобилей используются в основном сухие сцепления.

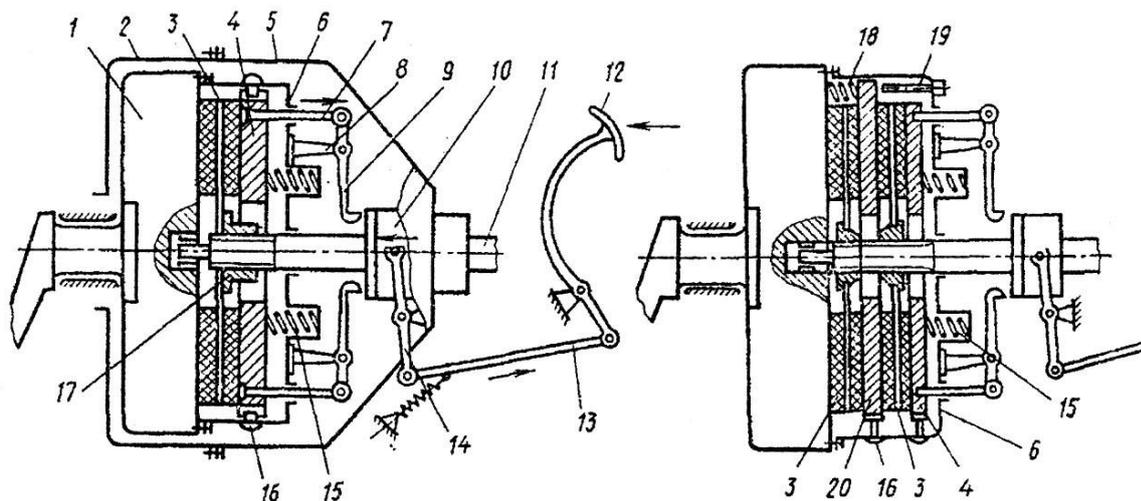
По распределению крутящего момента сцепления подразделяются на *однопоточные*, передающие силовой поток на трансмиссию и одновременно на ВОМ, и на *двухпоточные*, передающие крутящий мо-

мент по двум независимым силовым потокам: от главного сцепления на трансмиссию и от муфты привода к ВОМ.

По конструкции нажимного механизма сцепления бывают *постоянно замкнутые*, когда сжатие трущихся поверхностей дисков осуществляется с помощью пружин, и *непостоянно замкнутые*, в которых сжатие трущихся поверхностей дисков осуществляется с помощью рычажного нажимного механизма. В тракторах и автомобилях наибольшее применение нашли постоянно замкнутые сухие дисковые сцепления.

В постоянно замкнутом однодисковом сцеплении (рисунок 5.3, а) ведомой частью служит ведомый диск 3 с фрикционными накладками, увеличивающими силу трения.

Диск прикреплен к ступице 17, свободно посаженной на шлицевой конец вала 11 сцепления. Ведомый диск расположен между торцом маховика 1 и нажимным диском 4, образующими ведущую часть сцепления.



1 – маховик, 2 – картер маховика, 3 – ведомый диск, 4 – нажимной диск, 5 – картер сцепления, 6 – кожух, 7 – отжимной болт, 8 – кронштейн, 9 – отжимной рычаг, 10 – подвижная муфта, 11 – вал сцепления, 12 – педаль, 13 – тяга, 14 – вилка выключения, 15 – нажимная пружина, 16 – направляющий палец, 17 – ступица ведомого диска, 18 – отжимная пружина промежуточного диска, 19 – регулировочный болт, 20 – промежуточный диск

Рисунок 5.3 – Схемы постоянно замкнутых сухих сцеплений

При помощи кожуха 6, прикрепленного к ободу маховика, и пальцев 16 нажимной диск связан с маховиком и постоянно вращается вместе с ним. Пальцы входят в пазы по окружности нажимного диска, обеспечивая его осевое перемещение. Между кожухом и нажимным диском установлены в сжатом состоянии цилиндрические нажимные

пружины 15, которые сжимают диски и удерживают сцепление включенным. Сцепление расположено в литом чугунном картере 5, прикрепленном к картеру 2 маховика.

Для выключения (разъединения дисков) сцепления служит механизм, состоящий из педали 12, тяги 13, вилки выключения 14 и подвижной муфты (отводки) 10.

Двухдисковое постоянно замкнутое сцепление (рисунок 5.3, б) имеет два ведомых диска 3 и два ведущих – промежуточный 20 и нажимной 4. Ведущие диски сжимают пружины 15. В остальном устройство и действие двухдискового сцепления такое же, как и однодискового, с той лишь разницей, что при его выключении промежуточный ведущий диск 20 отодвигается от переднего ведомого диска 3 назад специальными пружинами 18. Перемещение диска 20 под действием пружин ограничивается регулировочным болтом 19.

Сцепления тракторов и автомобилей снабжены гасителями крутильных колебаний, которые предохраняют трансмиссии от возникновения в валах крутильных колебаний, вызывающих преждевременный износ деталей. Источником крутильных колебаний является неравномерность вращения коленчатого вала двигателя, а также резкие изменения частоты вращения валов трансмиссии при колебаниях тяговой нагрузки трактора или автомобиля.

### **1.5.3 Коробка передач: назначение, классификация и устройство**

Коробка передач изменяет крутящий момент по величине и направлению, что оказывает влияние на тяговые и скоростные показатели трактора или автомобиля. Разная скорость движения при постоянной частоте вращения коленчатого вала двигателя достигается путем изменения передаточного числа между валом двигателя и ведущими колесами или звездочками. На большинстве используемых в лесном хозяйстве тракторов и автомобилей применяются механические коробки передач.

Изменение передаточного числа достигается путем введения в зацепление в коробке передач шестерен с различным числом зубьев. Эта основная функция ступенчатой коробки характеризуется числом переключаемых передач и их передаточными числами.

Задний ход осуществляется при включении между ведущей и ведомой шестернями коробки промежуточной шестерни или при помощи специального механизма – реверса.

Разобщение коленчатого вала двигателя с ведущими колесами (звездочками) при включенном сцеплении, чему соответствует

нейтральное положение коробки передач, достигается путем выведения шестерен из зацепления, а в коробках с постоянным зацеплением – путем выключения муфт.

Ступенчатые коробки передач классифицируют по следующим признакам.

*По принципу зацепления шестерен* – с переменным зацеплением (с передвижными шестернями) и с постоянным зацеплением.

*По способу переключения передач* – с переключением при остановленном тракторе (с разрывом потока мощности) и с переключением на ходу (без разрыва потока мощности).

*По кинематической схеме* – двух-, трех- и четырехвальные.

*По расположению валов* – вдоль оси трактора или автомобиля и поперек.

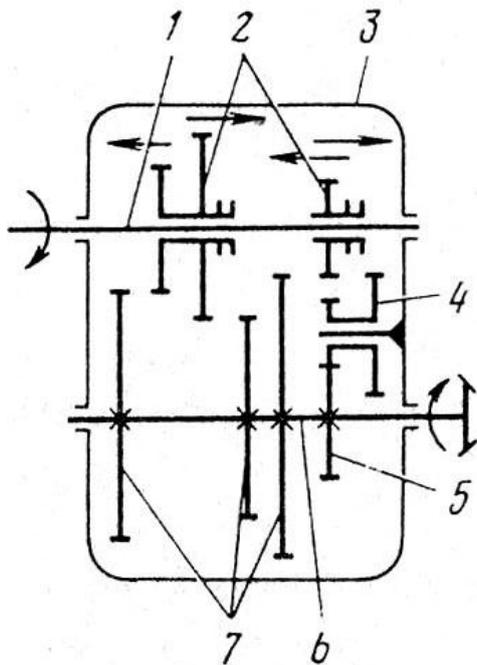
*По числу передач* – четырехступенчатые, пятиступенчатые, шестиступенчатые и т. д.

*По числу шестерен-карок* – двух-, трех- и четырехходовые.

*По конструктивному оформлению* – съемные, выполненные в виде самостоятельного агрегата и смонтированные в общем корпусе с другими механизмами.

*Двухвальная коробка передач* состоит из первичного вала 1 (рисунок 5.4), соединенного через муфту сцепления с двигателем, вторичного вала 6, передающего крутящий момент центральной (главной) передаче, подвижных кареток 2, неподвижных шестерен 4, 5, 7 и картера 3. Перемещая при помощи рычага управления коробкой передач каретки 2 по шлицам первичного вала 1 и вводя их в зацепление с соответствующими шестернями вторичного вала 6, получают различные передаточные числа и соответственно различные скорости движения трактора.

Число передач вперед в двухвальных коробках не бывает больше пяти. Задний ход включается введением в зацепление каретки 2 с блоками шестерен 4, находящимися в постоянном зацеплении с ведомой шестерней 5.

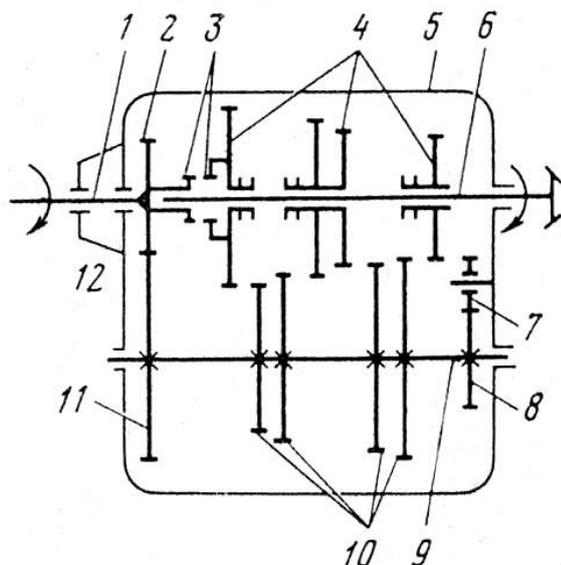


1 – первичный вал, 2 – подвижная каретка, 3 – картер,  
4,7 – неподвижные шестерни, 5 – ведомая шестерня,  
6 – вторичный вал

Рисунок 5.4 – Кинематическая схема двухвальной коробки передач

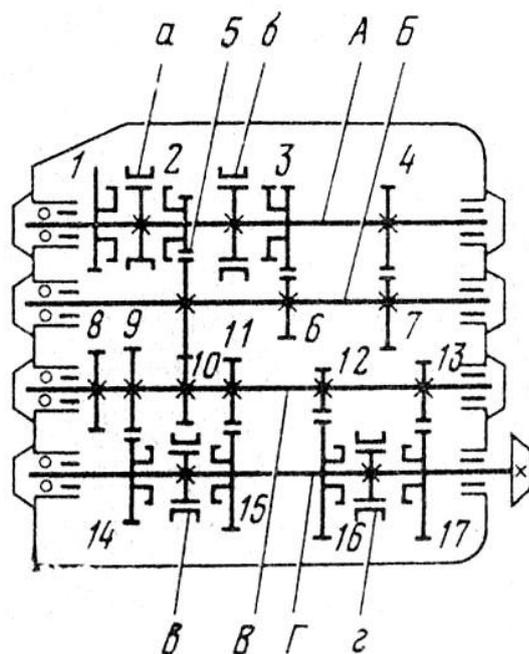
*Трехвальная коробка передач* имеет три вала: первичный 1 (рисунок 5.5), вторичный 6 и промежуточный 9, находящиеся в картере 5. Первичный и вторичный валы расположены на одной оси. Для этого в расточке заднего конца первичного вала 1 установлен подшипник 12, служащий передней опорой вторичного вала 6. Шестерня 2 изготовлена за одно целое с первичным валом и находится в постоянном зацеплении с шестерней 11 промежуточного вала, на котором закреплены неподвижно шестерни 8 и 10. Подвижные каретки 4, находясь в зацеплении с соответствующими шестернями 8 и 10 промежуточного вала, дают возможность получить пять передач вперед и одну назад. Задний ход в данной схеме осуществляется через паразитную шестерню 7. Благодаря тому, что шестерня 2 и левая каретка 4 имеют зубчатую муфту 3, можно соединить первичный и вторичный валы и получать прямую передачу.

*Четырехвальная коробка передач* состоит из первичного А (рисунок 5.6) и вторичного Г валов, на которых свободно вращаются шестерни, а ступицы зубчатых муфт а, б, в, г соединены с ними неподвижно. Промежуточные валы Б и В имеют шестерни, закрепленные на валах неподвижно. В отличие от описанных выше коробок передач в настоящей применены шестерни постоянного зацепления, переключаемые зубчатыми муфтами.



1 – первичный вал, 2, 8, 10, 11 – шестерни, 3 – зубчатая муфта, 4 – подвижные каретки, 5 – картер, 6 – вторичный вал, 7 – паразитная шестерня, 9 – промежуточный вал, 12 – подшипник

Рисунок 5.5 – Кинематическая схема трехвальной коробки передач



A – первичный вал, B, B – промежуточные валы, Г – вторичный вал, а, б, в, г – ступицы зубчатых муфт, 1–17 – шестерни

Рисунок 5.6 – Кинематическая схема четырехвальной коробки передач

Управление коробкой передач производится рычагами переключения диапазонов и переключения передач. Коробка передач имеет три диапазона: *нормальный* (передача I–IV), *ускоренный* (передача V–VIII) и *задний ход* (передача I–IV). Включение диапазонов *нормальный* и *задний ход* осуществляется зубчатой муфтой *а*, а диапазона *ускоренный* – зубчатой муфтой *б*. Рычаг переключения передач служит для переключения передач внутри каждого из трех диапазонов зубчатыми муфтами *г* и *в*. При этом в зацеплении могут находиться шестерни, приведенные ниже в скобках.

Диапазон *нормальный*: передача I (2–5;5–10;12–16); передача II (2–5;5–10;13–17); передача III (2–5;5–10;11–15); передача IV (2–5;5–10;9–14).

Диапазон *ускоренный*: передача V (3–6;5–10;12–16); передача VI (3–6;5–10;13–17); передача VII (3–6;5–10;11–15); передача VIII (3–6;5–10;9–14).

Диапазон *задний ход*: передача I (1–8;12–16); передача II (1–8;13–17); передача III (1–8;11–15); передача IV (1–8;9–14).

Для получения особо пониженных технологических скоростей движения в конструкции некоторых коробок передач предусмотрено применение отдельного дополнительного набора шестерен, называемого ходоуменьшителем, который устанавливается в зависимости от требования заказчика.

В ряде случаев для кратковременного повышения тягового усилия трактора при работе на основных передачах применяют увеличитель крутящего момента, располагаемый перед первичным валом коробки передач.

#### **1.5.4 Карданная передача и промежуточные соединения, назначение, строение и работа главной передачи**

На некоторых специальных автомобилях, кроме основной, в трансмиссии устанавливается одна или несколько дополнительных коробок передач различного назначения.

**Раздаточная коробка** применяется в трансмиссиях автомобилей с несколькими ведущими осями и служит для передачи крутящего момента к отдельным осям, допуская включение и выключение переднего ведущего моста. В большинстве конструкций раздаточная коробка включает в себя дополнительную коробку, которая позволяет увеличить крутящий момент, подводимый к ведущим колесам автомобиля или колесного трактора.

В результате наличия двух ступеней включения в раздаточной коробке удваивается общее число передач и увеличивается передаточное число трансмиссии, что позволяет наиболее эффективно ис-

пользовать автомобиль или трактор в самых разнообразных дорожных условиях.

В трансмиссиях автомобилей повышенной проходимости коробка передач соединяется промежуточным карданным валом с раздаточной коробкой, которая осуществляет передачу крутящего момента к переднему и заднему ведущим мостам автомобиля. Вместе с тем в раздаточной коробке в необходимых случаях производится увеличение крутящего момента, подводимого к ведущим колесам, поэтому, кроме прямой, раздаточная коробка имеет понижающую передачу.

Раздаточные коробки могут быть с заблокированным или дифференциальным приводом. Блокированный привод обеспечивает вращение колес ведущих мостов с одинаковой угловой частотой. При дифференциальном приводе происходит распределение крутящего момента между ведущими мостами. Для повышения проходимости автомобилей межосевые дифференциалы иногда могут быть выполнены с принудительной и автоматической блокировкой.

При включении прямой передачи в раздаточной коробке включать и выключать передний мост можно при движении автомобиля. Понижающая передача должна включаться только после полной остановки автомобиля.

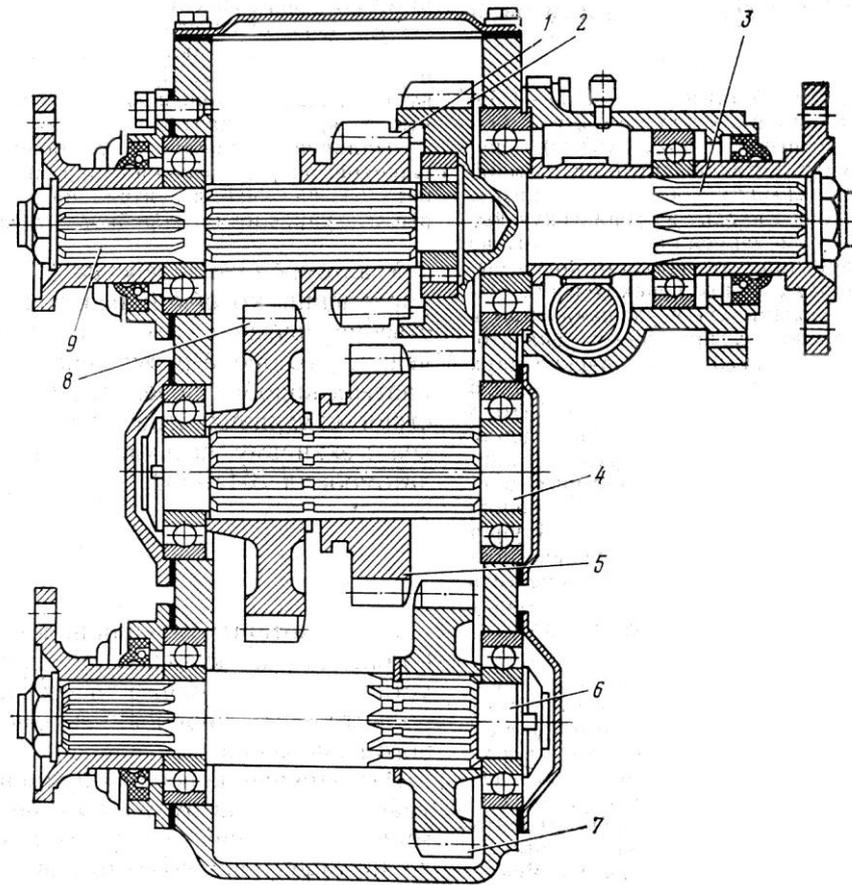
На некоторых тракторах раздаточная коробка передает крутящий момент на редуктор лебедки.

На рисунке 5.7 показана схема раздаточной коробки автомобиля повышенной проходимости ГАЗ-66.

**Карданная передача** передает крутящий момент от коробки передач или от раздаточной коробки к ведущим мостам при изменяющемся угле и расстоянии между ними во время движения.

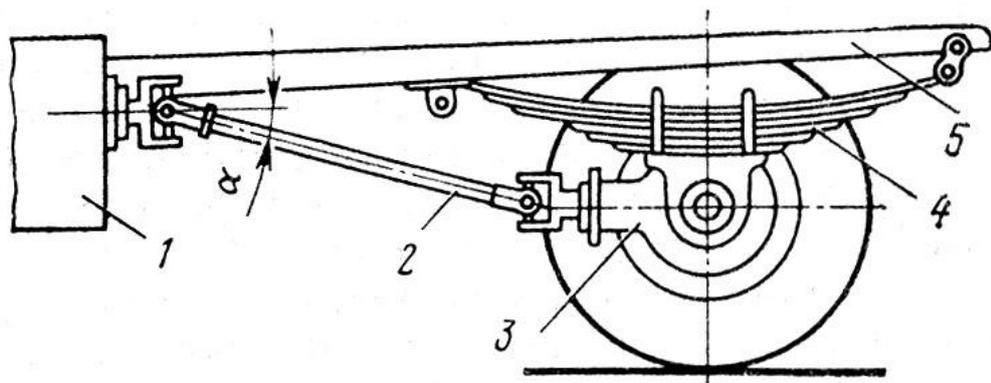
Карданная передача применяется также для передачи крутящего момента к отдельным агрегатам и механизмам (соединение коробки передач с раздаточной коробкой, привод лебедки и пр.).

Схема карданной передачи показана на рисунке 5.8. Коробка передач 1 жестко соединена с рамой 5, а ведущий мост 3 подвешен к ней при помощи упругих рессор 4.



1,2,5,7,8 – шестерни, 3 – вал привода заднего моста,  
4 – промежуточный вал, 6 – вал привода переднего моста,  
9 – первичный вал

Рисунок 5.7 – Раздаточная коробка автомобиля ГАЗ-66



1 – коробка передач, 2 – карданный вал, 3 – ведущий мост,  
4 – рессора, 5 – рама

Рисунок 5.8 – Схема карданной передачи

Во время движения изменяется положение моста относительно рамы и коробки передач, а следовательно, изменяется угол наклона ее и

длина карданного вала 2. По величине допускаемого наклона  $\alpha$  карданного вала различают карданные шарниры и муфты. Карданные шарниры допускают наклон вала до  $20\text{--}25^\circ$ , а муфты могут передавать крутящий момент при наклоне вала всего в несколько градусов. Карданные шарниры бывают неравными угловых скоростей и равными угловых скоростей. Муфты по конструкции бывают жесткие и упругие. По числу карданных шарниров на валу карданные передачи бывают одинарные (с шарниром только на одном конце вала) и двойные (с шарнирами на обоих концах).

В карданных передачах, соединяющих коробки с ведущими мостами, применяют только шарниры неравных угловых скоростей. Муфтами можно соединять агрегаты, закрепленные на раме (например, коробку передач с раздаточной коробкой); в этом случае роль кардана сводится к компенсации монтажа и возможных перекосов рамы.

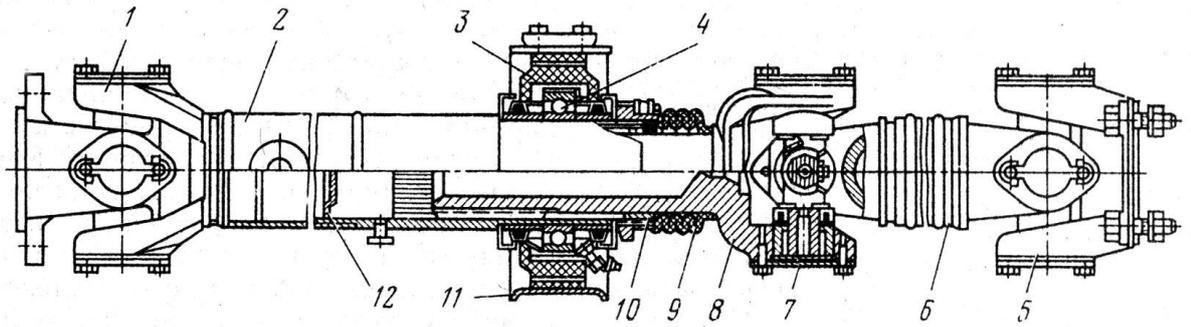
Карданная передача состоит из валов, их опор и карданных шарниров.

**Карданный шарнир** представляет собой подвижное сочленение, с помощью которого крутящий момент передается с одного вала на другой при изменяющемся угле наклона между ними. Наибольшее распространение имеет простой жесткий карданный шарнир, который состоит из двух вилок, закрепленных на валах, и крестовины, соединяющей вилки.

**Карданный вал** служит для передачи крутящего момента. Карданные валы изготавливаются из стали, обычно трубчатого сечения, что обеспечивает небольшую массу и достаточную прочность. К концам вала приваривают вилки карданных шарниров или на одном конце вилку, а на другом шлицевой наконечник. Карданный шарнир со шлицевым соединением называется универсальным.

Карданные валы должны вращаться без биения и крутильных колебаний, опасность появления которых тем больше, чем вал длиннее. Для устранения вибраций, возникающих в длинных валах, применяют *промежуточную опору* в виде шарикоподшипника, помещенную в резиновую обойму, закрепленную жестко на раме или на днище кузова. Карданные валы подвергаются динамической балансировке.

Рассмотрим более подробно устройство карданной передачи на примере автомобиля ЗИЛ-130. Карданная передача состоит из двух валов (рисунок 5.9) – основного 6 и промежуточного 2, трех карданных шарниров 1, 7, 5 и промежуточной опоры 11.



1, 5, 7 – карданные шарниры, 2 – промежуточный вал, 3 – резиновая подушка, 4 – шарикоподшипник, 6 – основной вал, 8 – хвостовик вилки, 9 – резиновый чехол, 10 – манжета, 11 – кронштейн промежуточной опоры, 12 – заглушка

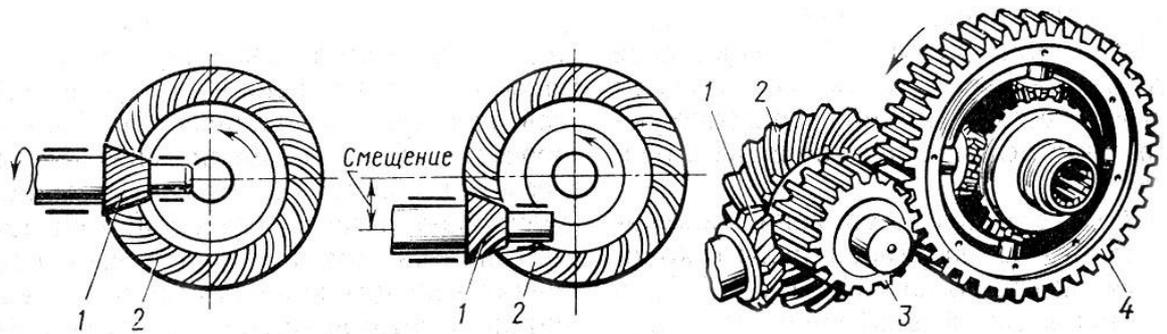
Рисунок 5.9 – Карданная передача автомобиля ЗИЛ-130

Трубчатый промежуточный вал 2 передним концом при помощи шарнира 1 соединен с фланцем вторичного вала коробки передач. Задний конец вала установлен в шарикоподшипнике 4, который находится в резиновой подушке 3 кронштейна промежуточной опоры 11, присоединенной к поперечине рамы. Внутри вала входит на шлицах хвостовик вилки 8 среднего шарнира 7, задняя вилка которого приварена к основному карданному валу 6. Шлицевое соединение компенсирует изменение длины карданного вала при изменении положения заднего моста. Для смазки шлицевого соединения во внутреннюю полость вала закладывают при сборке смазку, которая удерживается от вытекания с одной стороны заглушкой 12, а с другой – двумя манжетами 10. Шлицевое соединение защищено резиновым гофрированным чехлом 9.

**Главная передача** служит для увеличения крутящего момента на ведущих колесах и передачи его от карданного вала к полуосям под прямым углом.

В настоящее время применяются шестеренные главные передачи как наиболее совершенные. Они разделяются на одинарные (с одной парой шестерен) и двойные (с двумя парами шестерен).

Одинарная главная передача (рисунок 5.10, а, б) состоит из одной пары конических шестерен, находящихся в постоянном зацеплении. Зубья конических шестерен делают спиральными, чтобы повысить их прочность, долговечность и бесшумность работы главной передачи.



1 – ведущая коническая шестерня, 2 – ведомая коническая шестерня, 3 – малая цилиндрическая шестерня, 4 – большая цилиндрическая шестерня

Рисунок 5.10 – Схемы главных передач

Крутящий момент от карданной передачи передается через ведущую коническую шестерню 1 на ведомую 2. Оси этих шестерен могут пересекаться (рисунок 5.10, а) или быть смещенными (рисунок 5.10, б). В последнем случае передача называется гипоидной. Преимуществами гипоидных передач являются высокая прочность и долговечность шестерен благодаря увеличению толщины и длины зубьев, большая плавность зацепления и бесшумность работы. При установке гипоидной передачи карданную передачу можно расположить ниже, уменьшив тем самым высоту центра тяжести автомобиля и улучшив его устойчивость. Одинарные передачи применяются на легковых автомобилях и на грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности.

В двойной главной передаче (рисунок 5.10, в) крутящий момент передается от ведущей конической шестерни 1 к ведомой шестерне 2, установленной на одном валу с малой цилиндрической шестерней 3, которая передает крутящий момент на большую цилиндрическую шестерню 4. Цилиндрические шестерни могут быть с прямыми или косыми зубьями. Валы главной передачи устанавливаются в радиально-упорных подшипниках (шариковых или конических роликовых), затяжку которых можно регулировать.

Двойные главные передачи применяются в тех случаях, когда необходимо получить большое передаточное число при небольших габаритах ведущего моста. Двойные главные передачи устанавливаются на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности и на автобусах.

Передаточные числа главных передач грузовых автомобилей находятся в пределах 5–9.

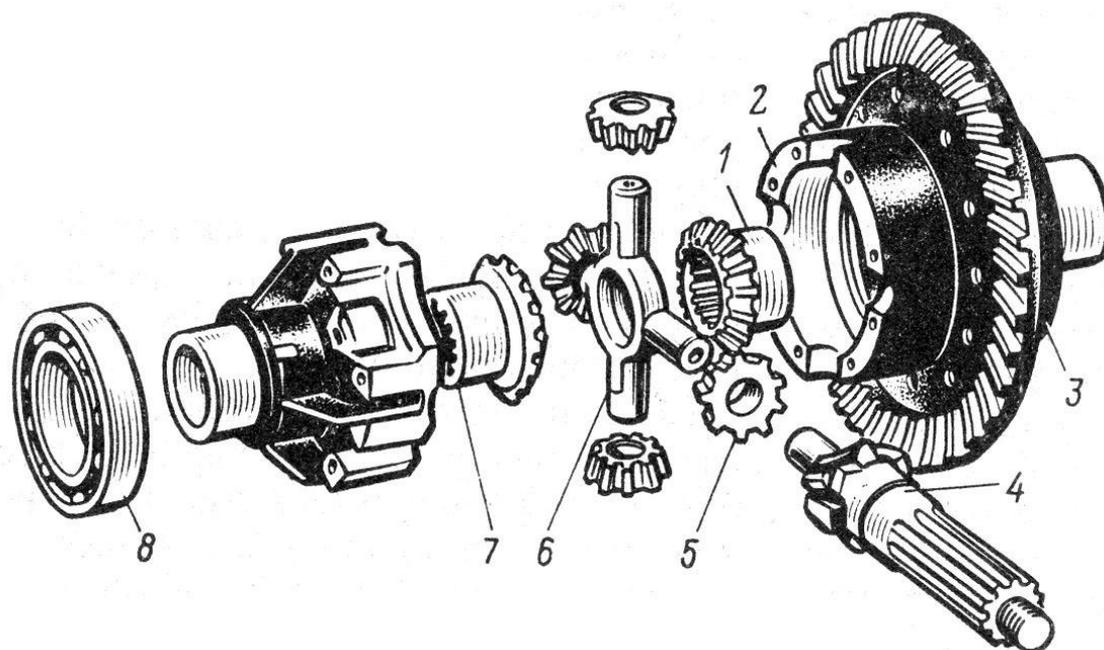
При движении по неровной дороге и при повороте ведущие колеса автомобиля в одинаковые отрезки времени проходят различные по величине пути. Если бы ведущие колеса были соединены между собой общим валом, то они во всех случаях движения вращались бы с одинаковой частотой вращения, что неизбежно приводило бы к проскальзыванию и пробуксовке колес относительно дороги. Проскальзывание вызывает повышенный износ шин, увеличивает затрату мощности, приводит к увеличению расхода топлива и затрудняет поворот.

Чтобы избежать указанных недостатков, ведущие мосты снабжают **дифференциалом**, который дает возможность ведущим колесам вращаться с различной частотой вращения друг относительно друга. Дифференциал может быть осевым и межосевым.

*Осевой дифференциал* устанавливается между левым и правым колесами одного моста. Межосевой дифференциал располагается обычно в раздаточной коробке или в одном из ведущих мостов и позволяет вращаться с различной частотой вращения колесам переднего, среднего и заднего мостов автомобилей повышенной проходимости.

По конструкции дифференциалы бывают шестеренные и кулачковые, шестеренные дифференциалы бывают с коническими и цилиндрическими шестернями. По принципу работы дифференциалы разделяются на простые (без блокировки) и блокирующиеся. По принципу действия механизмы блокировки делятся на принудительные и самоблокирующиеся. При принудительной блокировке полуоси заднего моста соединяются в единую жесткую систему, вращающуюся как одно целое совместно с дифференциалом.

Наибольшее распространение получили шестеренные дифференциалы с коническими шестернями. На рисунке 5.11 представлен такой дифференциал с одинарной главной передачей. Он состоит из коробки 2, в которой установлена крестовина 6. На цилиндрических шинах крестовины свободно посажены четыре конические шестерни (сателлиты) 5, находящиеся в постоянном зацеплении с правой 1 и левой 7 полуосевыми шестернями, жестко связанными с полуосями. К коробке 2 дифференциала болтами или заклепками крепится ведомая шестерня 3 главной передачи, получающая вращение от ведущего вала 4. Коробка дифференциала вращается в подшипниках 8.



1 – правая полуосевая шестерня, 2 – коробка, 3 – ведомая шестерня главной передачи, 4 – ведущий вал, 5 – сателлит, 6 – крестовина, 7 – левая полуосевая шестерня, 8 – подшипник

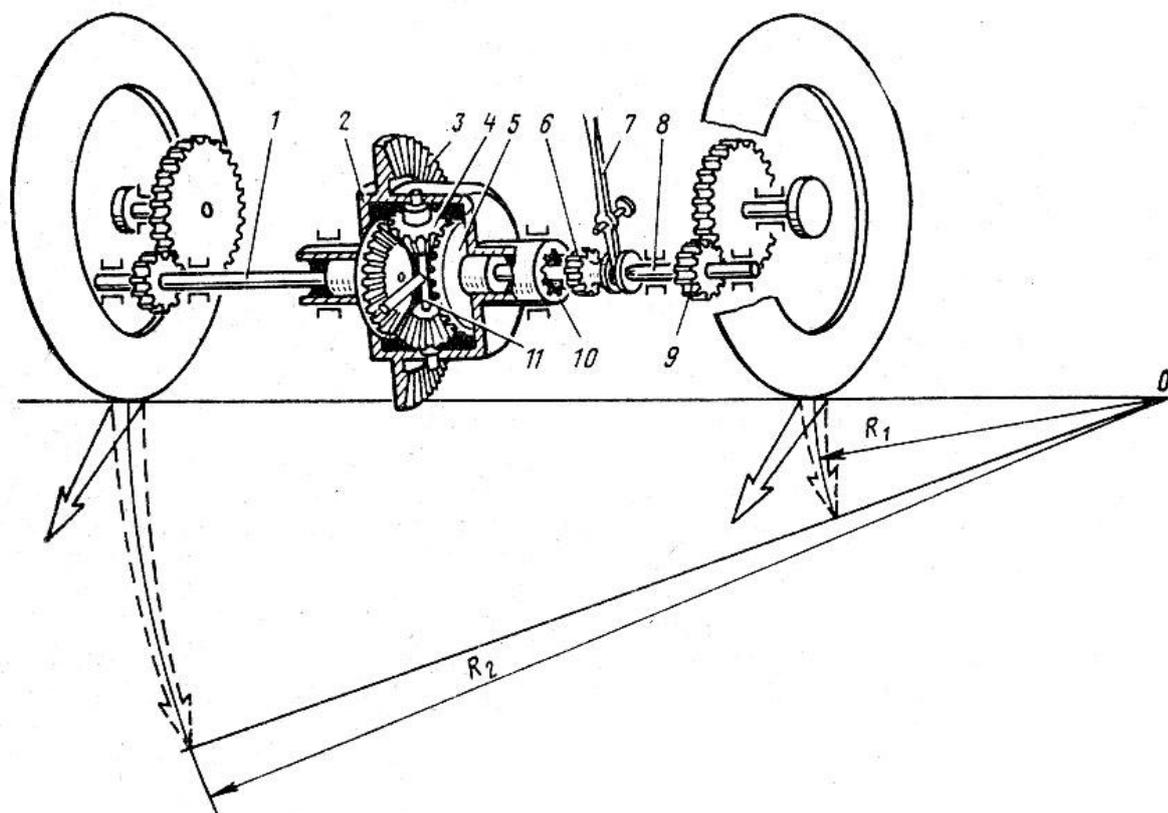
Рисунок 5.11 – Схема дифференциала

Пока оба ведущих колеса испытывают одинаковое сопротивление качению (движению по прямой), сателлиты, вращаясь вместе с корпусом, сообщают обеим полуосевым шестерням одинаковую частоту вращения. Сателлиты в этом случае будут действовать как клинья, заклинивающие полуосевые шестерни и как бы соединяющие обе полуоси в одну ось.

Если одно из ведущих колес вращается медленнее другого (движение на повороте), то произойдет расклинивание полуосевых шестерен. Сателлиты начнут поворачиваться на шипах, перекатываясь по полуосевой шестерне, которая замедлила свое вращение. При этом частота вращения другой полуосевой шестерни увеличивается. При повороте частота вращения внешнего колеса повышается настолько, насколько уменьшается частота вращения внутреннего колеса; при этом сумма частот вращения ведущих колес всегда равна удвоенной частоте вращения корпуса дифференциала.

У ряда тракторов за дифференциалом устанавливается шестеренный редуктор, называемый **конечной передачей**. Конечная передача является последним звеном трансмиссии и служит для увеличения общего передаточного числа трансмиссии и увеличения дорожного просвета. Шестеренные конечные передачи бывают одноступенчатыми и двухступенчатыми. Одноступенчатая передача состоит из одной

пары цилиндрических шестерен 9, находящихся в постоянном зацеплении (рисунок 5.12). Малые шестерни жестко соединены с полуосями 1 и 8 дифференциала, а большие – с осями ведущих колес. Конечные передачи обычно заключены в отдельные картеры, прикрепляемые к корпусу заднего моста, или размещаются внутри картера заднего моста.



1, 8 – полуоси, 2 – корпус, 3 – ведомая шестерня главной передачи, 4 – сателлиты, 5 – полуосевая шестерня, 6 – подвижная полушаровая муфта, 7 – рычаг, 9 – конечная передача, 10 – неподвижная полушаровая муфта, 11 – цилиндрические шипы,  $R_1$ ,  $R_2$  – радиусы движения колес при повороте

Рисунок 5.12 – Схема заднего моста колесного трактора

Передний ведущий мост по схеме передачи крутящего момента подобен заднему, за исключением механизмов, которые позволяют поворачивать колеса относительно вертикальной оси, что необходимо для управления трактором.

## 1.6 Ходовая часть автомобилей и тракторов

### 1.6.1 Назначение и устройство ходовой части автомобилей

### 1.6.2 Назначение и устройство ходовой части колесных тракторов

### 1.6.3 Назначение и устройство ходовой части гусеничных тракторов

#### 1.6.1 Назначение и устройство ходовой части автомобилей

Ходовая часть автомобиля должна обеспечивать надежное сцепление колес с дорогой, создавать возможно меньшие потери при качении колес во время движения автомобиля, смягчать удары от неровностей дороги и обеспечивать достаточную плавность хода.

От правильности конструктивного решения ходовой части зависят тяговые, экономические и эксплуатационные показатели автомобилей, удобство их обслуживания, допустимая скорость движения и долговечность.

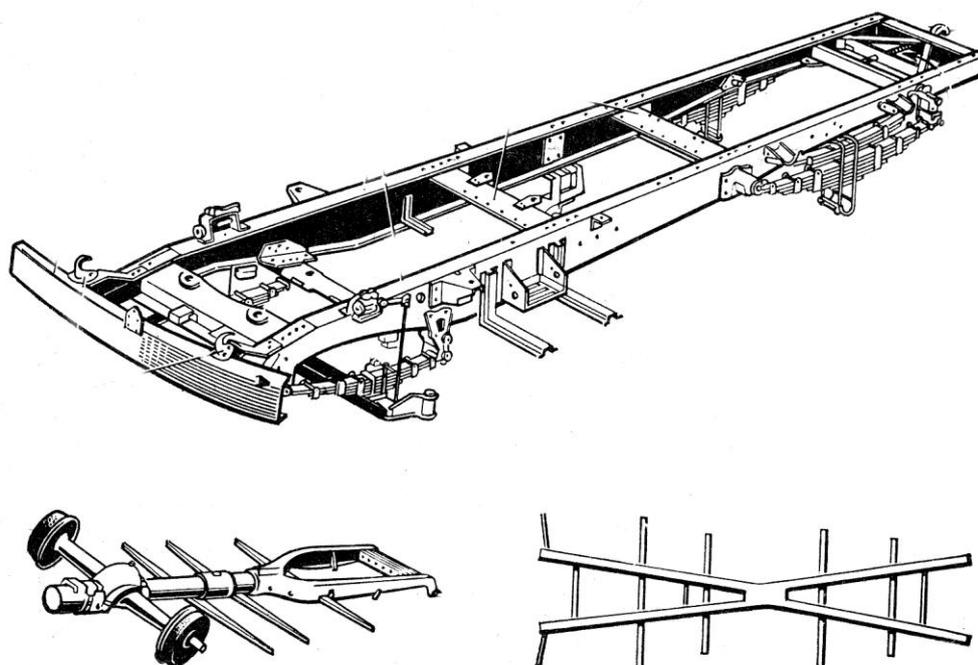
Ходовая часть автомобиля состоит из *рамы* или *несущего кузова, осей, подвески, колес и шин*.

**Рама** у грузовых автомобилей является несущим остовом и служит для размещения и крепления узлов и агрегатов. Она должна иметь достаточно жесткую и прочную конструкцию, чтобы обеспечить длительную и надежную работу автомобиля.

На раму действуют как статические, так и динамические нагрузки. При движении автомобиля, разгоне и торможении, погрузке и разгрузке на раму передаются динамические нагрузки, изменяющиеся по величине и направлению действия. Динамические нагрузки иногда в 1,5–2,0 раза могут превышать статические. При движении по неровной дороге рама подвергается не только изгибу, но и кручению. Конструкция рамы выполнена с учетом действующих на нее нагрузок.

Рамы по конструкции бывают лонжеронные, центральные (хребтовые) и X-образные (смешанные). Схематическое изображение типов автомобильных рам показано на рисунке 6.1.

Многие легковые автомобили и автобусы имеют безрамную конструкцию – роль рамы выполняет несущий кузов. В этом случае днище кузова изготовляют достаточно жестким, а в местах крепления узлов и агрегатов его усиливают накладками жесткости. Для крепления двигателя, передней подвески и рулевого управления имеется подрамник, приваренный к днищу кузова.



*a* – лонжеронная, *б* – хребтовая, *в* – X-образная

Рисунок 6.1 – Типы автомобильных рам

**Оси** поддерживают раму или несущий кузов автомобиля, воспринимаемая от них вертикальную нагрузку, и передают от колес на раму продольные и боковые нагрузки, вызываемые неровностями дороги. На переднюю ось и раму передаются толкающие и скручивающие усилия. При движении вперед усилия, получаемые рамой от заднего моста, толкают через рессоры переднюю ось, которая, в свою очередь, толкает колеса, обеспечивая их качение.

Задние колеса большинства автомобилей устанавливаются перпендикулярно к плоскости дороги и параллельно друг другу. Передние же управляемые колеса должны быть установлены так, чтобы они занимали определенное положение относительно продольной оси автомобиля.

Правильная установка передних колес способствует сохранности шин, уменьшает износ деталей переднего моста благодаря снижению действующих на них динамических нагрузок, а также обеспечивает стабилизацию колес, т. е. стремление их вернуться после поворота в положение, соответствующее прямолинейному движению автомобиля.

Установка передних колес определяется углом развала и схождения колес. Угол развала – угол между вертикальной плоскостью и плоскостью переднего колеса, наклоненного в наружную сторону. Этот угол необходим для того, чтобы колесо при движении автомобиля занимало вертикальное положение. При движении автомобиля под действием

нагрузки происходит некоторый прогиб деталей, определяющих положение передних колес, имеющиеся зазоры в подшипниках и втулках шкворней выбираются, и колесо занимает почти вертикальное положение. Учитывается также и некоторое закругление поверхности дорожного полотна. Развал колес влияет в основном на равномерность износа протекторов шин. Величина угла развала колес у автомобилей различных моделей составляет 0–1,5°.

Схождение колес – поворот передних колес на некоторый угол внутрь, вследствие чего расстояние между ободьями колес впереди оси меньше, чем сзади. Схождение колес необходимо для того, чтобы обеспечить их параллельное качение. Сила сопротивления качению, возникающая при движении автомобиля, стремится повернуть каждое колесо наружу, при этом выбираются зазоры, и оба колеса катятся параллельно друг другу без бокового проскальзывания. Правильное схождение колес является обязательным условием хорошей сохранности шин.

Величина схождения колес определяется как разность расстояний, измеряемых между краями ободьев колес или шинами впереди и сзади на высоте 200 мм от полотна дороги или на высоте центров колес. У автомобилей разных марок величина схождения колес составляет 1,5–10,0 мм.

**Подвеска** осуществляет упругую связь рамы или кузова с мостами или непосредственно с колесами, воспринимая вертикальные усилия и обеспечивая необходимую плавность хода. Кроме того, она служит для восприятия продольных и поперечных усилий и реактивных моментов, действующих между опорной плоскостью и рамой. Подвеска должна обеспечивать также передачу толкающих и скручивающих усилий.

Подвеска состоит из направляющего устройства, упругих элементов и устройства, гасящего колебания. С помощью *направляющего устройства* определяется характер перемещений (кинематика) колес относительно рамы или кузова автомобиля и передаются продольные усилия (толкающее или тормозное), боковые усилия, а также реактивные моменты.

По типу направляющего устройства подвески разделяются на зависимые и независимые. *Независимые подвески* получили широкое распространение на передних управляемых колесах автомобилей, так как обеспечивают лучшую плавность хода. Подавляющее большинство автомобилей имеет подвеску с металлическими упругими элементами, главным образом рессорную и пружинную.

У автомобилей с *зависимой подвеской* передняя ось делается неразрезной, и при наездах на препятствие наклон одного колеса вызывает наклон другого.

Грузовые автомобили и автобусы, а также большинство задних мостов легковых автомобилей имеют зависимую рессорную подвеску с расположением рессор вдоль рамы автомобиля. На рисунке 6.2 в качестве примера показана задняя рессорная подвеска автомобиля ЗИЛ-130.

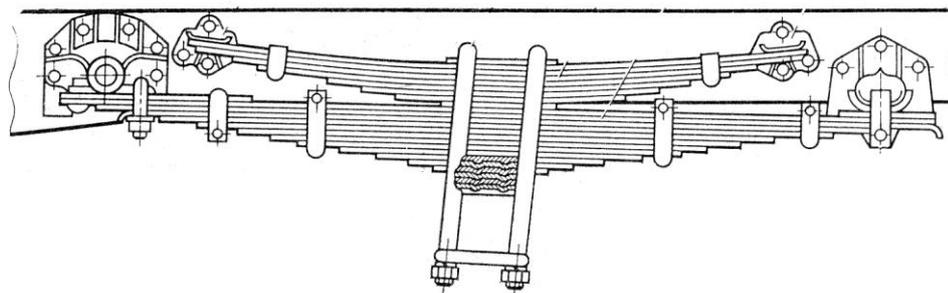


Рисунок 6.2 – Задняя подвеска автомобиля ЗИЛ-130

Иногда в подвеску входят дополнительные упругие элементы, удерживающие кузов автомобиля от крена на поворотах (стабилизаторы).

Для гашения колебаний обычно применяют *гасящее устройство* – амортизатор, в котором энергия колеблющихся частей преобразуется в тепловую вследствие трения в жидкости, возникающего при ее протекании через отверстие с малым проходным сечением.

По конструкции амортизаторы делятся на рычажные и телескопические, а по принципу работы – на амортизаторы двустороннего и одностороннего действия. Амортизаторы двустороннего действия гасят колебания как при сжатии, так и при распрямлении (отдаче) рессор, а амортизаторы одностороннего действия, применяемые весьма редко, – лишь при отдаче.

**Колесо** автомобиля состоит из *ступицы, диска с ободом и шины*.

*Ступица* колеса входит обычно в монтажный узел ведущего моста, передней оси или передней подвески.

*Ободья* дисковых колес могут быть глубокие неразборные и плоские разборные.

Диски колес изготавливают штамповкой. К штампованному диску колеса легкового автомобиля приваривают (приклепывают) профилированный обод неразборной конструкции с большим углублением. Средняя часть колеса иногда закрыта декоративным колпаком.

Плоский (без углубления) обод колеса грузового автомобиля (автобуса) выполняют разборным для облегчения монтажа и демонтажа шин.

На заднюю ось грузового автомобиля устанавливается обычно по два колеса с каждой стороны.

*Пневматическая шина* предназначена для смягчения и поглощения толчков и ударов, которые колесо воспринимает от дороги, обеспечения необходимого сцепления с поверхностью дороги, бесшумного движения, а также для уменьшения разрушающего действия автомобильного колеса на дорогу.

По конструкции шины подразделяются на камерные, бескамерные и арочные (рисунок 6.3).

По величине внутреннего давления воздуха шины бывают высокого давления 0,5–0,7 МПа, низкого 0,15–0,55 МПа и сверхнизкого 0,05–0,18 МПа.

В зависимости от рисунка протектора различают шины обычной и повышенной проходимости.

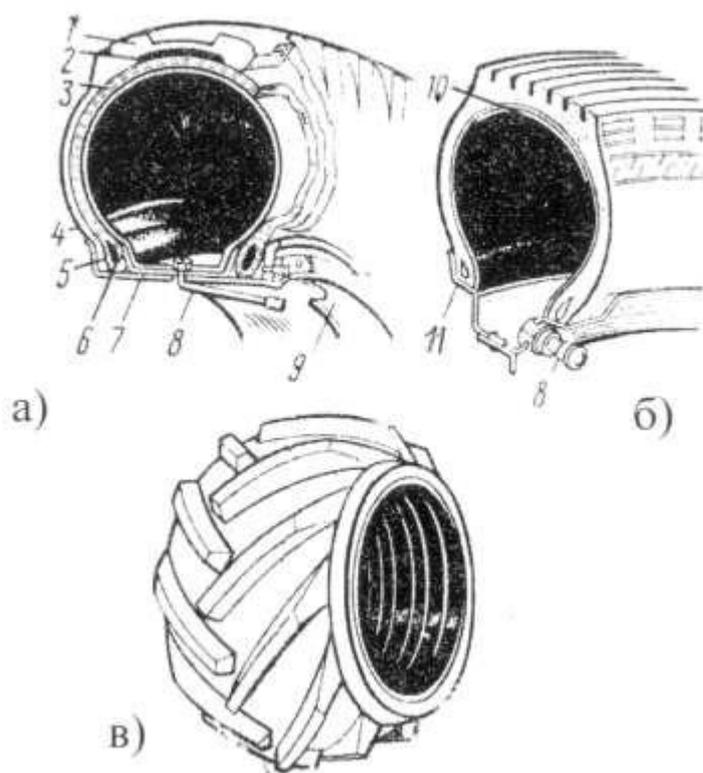
Шина автомобиля состоит из покрышки, камеры и ободной ленты. Шины легкового автомобиля ободной ленты не имеют.

Покрышка (рисунок 6.3, а) служит для защиты камеры от повреждения и для сцепления колес с дорогой. Она состоит из протектора 1 с боковинами 4, подушечного слоя 2, каркаса 3, бортовых частей 5 с сердечником 6. Основная часть покрышки – каркас 3 состоит из нескольких слоев прорезиненного корда с резиновыми прослойками. К каркасу прочно присоединена бортовая часть с бортами 5, служащими для закрепления покрышки на ободе колеса.

Камеры представляют собой резиновый замкнутый рукав круглой формы, находящийся внутри покрышки и заполненный сжатым воздухом.

Покрышку вместе с камерой устанавливают на обод 7 диска 9. Вентиль 8 камеры для накачки шин выводят наружу через отверстие в ободе.

У *бескамерной шины* камера отсутствует, а покрышка непосредственно монтируется на глубоком герметическом ободе колеса, в котором закреплен вентиль 8 (рисунок 6.3, б). Особенностью бескамерной шины является наличие на внутренней поверхности ее дополнительного герметизирующего слоя резины 10 и уплотняющего резинового слоя 11 на бортах, обеспечивающего необходимую герметичность бортов шины с краем обода, когда шины находятся в ненакачанном состоянии.



1 – протектор, 2 – подушечный слой, 3 – каркас, 4 – боковина, 5 – бортовая часть, 6 – сердечник, 7 – обод, 8 – вентиль камеры, 9 – диск, 10 – герметизирующий слой резины, 11 – уплотняющий резиновый слой

Рисунок 6.3 – Пневматическая камерная (а), бескамерная (б) и арочная (в) шины

Для задних ведущих колес автомобилей, работающих в тяжелых дорожных условиях, применяют арочные бескамерные шины (рисунок 6.3, в), заменяя одной шиной две двускатные. Арочные шины благодаря большой ширине профиля, низкому внутреннему давлению воздуха 0,05–0,14 МПа и высоким редко расположенным грунтозацепам позволяют получить малое удельное давление на грунт, что значительно повышает проходимость автомобиля.

## 1.6.2 Назначение и устройство ходовой части колесных тракторов

**Ходовая часть** колесного трактора служит для преобразования вращательного движения ведущих колес в поступательное движение трактора. Она состоит из *остова, ведущих и направляющих колес*, а также из эле-

ментов, соединяющих колеса с остовом трактора. Конструкция ходовой части в большой степени зависит от назначения трактора. Она может быть с двумя задними ведущими и двумя передними направляющими колесами, с двумя задними ведущими и одним направляющим колесом и с четырьмя ведущими колесами. Ходовая часть с четырьмя ведущими колесами может быть с четырьмя одинаковыми колесами или с передними управляемыми ведущими колесами меньшего диаметра.

По способу соединения осей колес с остовом трактора ходовая часть может быть с жесткой и упругой подвеской. В качестве упругого элемента применяют рессоры. Подрессоренные оси передних колес имеют тракторы МТЗ-80, МТЗ-82, К-701 и др.

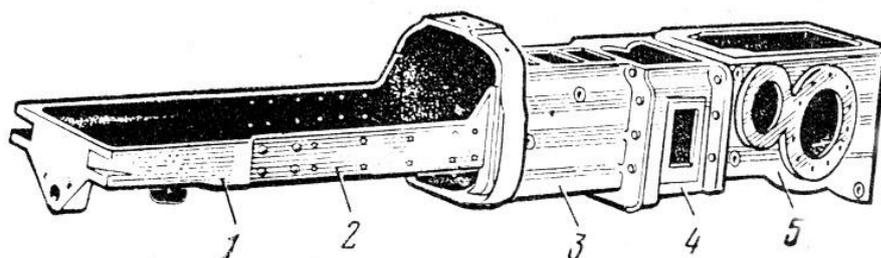
*Остов* трактора является основанием, к которому крепятся все механизмы трактора, а также рабочее и дополнительное оборудование. В зависимости от конструкции остовы подразделяются на рамные, полурамные и безрамные.

Рамный остов представляет собой клепанную или сварную раму из балок различного профиля. Рамный остов применяют на колесных тракторах К-701, Т-150К и др.

Полурамный остов состоит из картеров агрегатов трансмиссии и полурамы, соединенных между собой болтами или сваркой. Так, например, на тракторах МТЗ-82 полурамный остов состоит из картеров: муфты сцепления 3 (рисунок 6.4), коробки передач 4, заднего моста 5 и полурамы, соединенных между собой болтами. Полурама имеет две продольные швеллерные балки 2, соединенные между собой передним брусом 1. На полураме устанавливается двигатель, а к ее переднему брусу крепится передний мост.

Безрамный остов применяется на тракторах, у которых блок-картер двигателя, картеры сцепления, коробки передач и центральной передачи соединяются вместе болтами, образуя безрамную конструкцию.

В настоящее время все колесные тракторы имеют колеса с пневматическими шинами низкого давления. Обладая высокой эластичностью, шины низкого давления обеспечивают большую опорную поверхность колесам трактора, снижают их удельное давление и сопротивление качению, а также смягчают удары, передающиеся остову трактора от поверхности дороги, улучшая сохранность механизмов и плавность хода трактора.

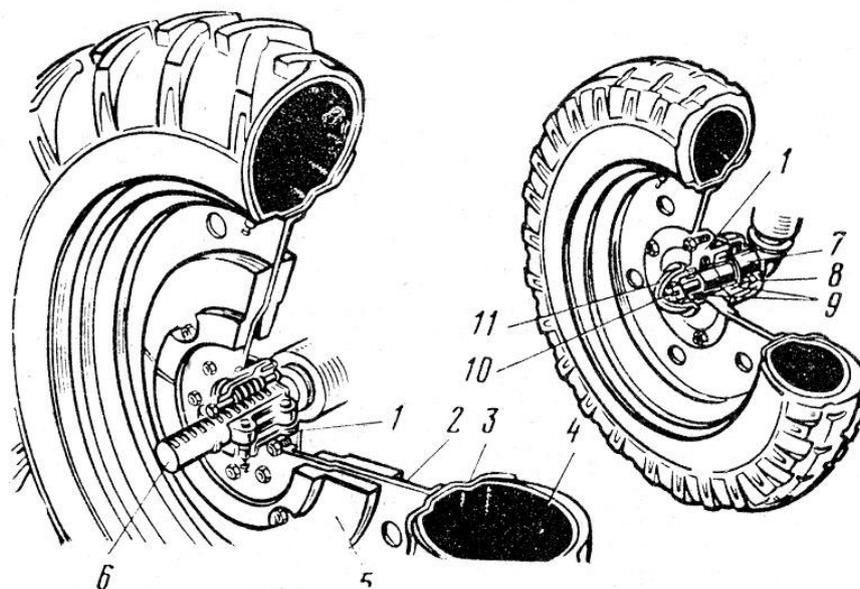


1 – передний брус, 2 – швеллерная балка, 3 – муфта сцепления, 4 – коробка передач, 5 – задний мост

Рисунок 6.4 – Полурамный остов трактора МТЗ-82

*Ведущие колеса* обеспечивают преобразование крутящего момента, подводимого к ним от конечной передачи, в касательную силу тяги, необходимую для передвижения трактора.

Конструкция ведущих колес зависит в основном от типа конечных передач и способа изменения ширины колеи трактора. На тракторах МТЗ-82 ведущее колесо состоит из ступицы 1 (рисунок 6.4, а), диска 2 с ободом 3 и шины 4.



1 – ступица, 2 – диск, 3 – обод, 4 – шина, 5 – груз, 6 – полуось, 7 – цапфа, 8 – сальник, 9 – подшипники, 10 – гайка, 11 – колпак

Рисунок 6.4 – Конструкция ведущих (а) и направляющих (б) колес трактора МТЗ-82

Передние направляющие колеса воспринимают относительно небольшую нагрузку (около 25 % массы трактора) и для удобства поворота изготавливаются небольшого диаметра. Ступица 1 (рисунок 6.4, б) направляющего колеса устанавливается на цапфе 7 поворотного кула-

ка передней оси на двух конических роликовых подшипниках 9. Подшипники регулируют и закрепляют гайкой 10. Внутренняя полость ступицы заполняется консистентной смазкой. С внутренней стороны ступица уплотнена сальником 8, а снаружи закрыта колпаком 11.

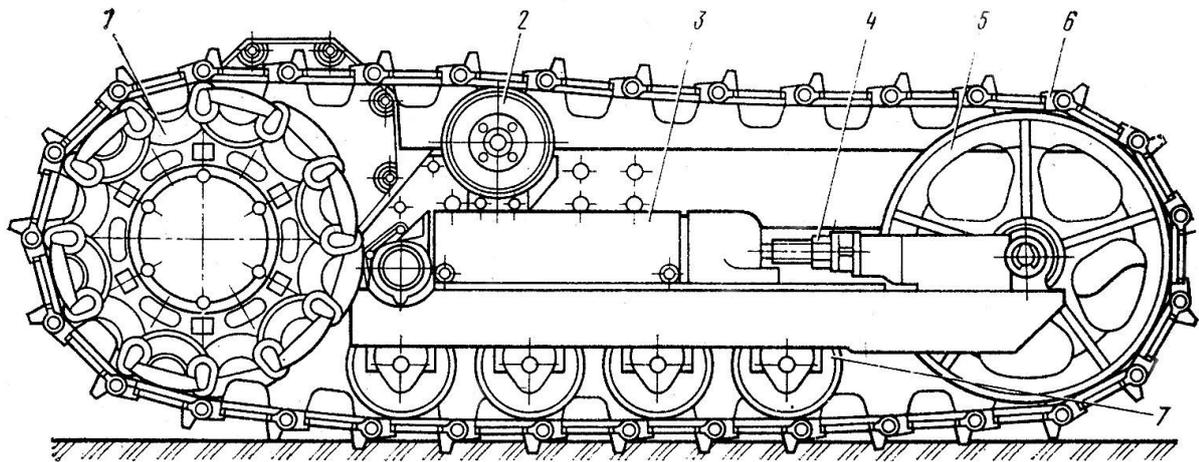
### **1.6.3 Назначение и устройство ходовой части гусеничных тракторов**

Ходовая часть гусеничного трактора предназначена для поддержания остова трактора и преобразования вращательного движения зубчатых ведущих колес конечной передачи в поступательное движение трактора. Она состоит из **гусеничных движителей** и **подвески остова трактора**.

**Гусеничные движители** расположены по обеим сторонам остова, воспринимают на себя массу трактора и обеспечивают передвижение трактора и получение необходимого тягового усилия.

Каждый движитель состоит из: ведущего колеса (звездочки) 1 (рисунк 6.5), преобразующего крутящий момент в силу тяги гусениц; замкнутой шарнирной гусеничной цепи 6, снабженной почвозацепами; направляющего колеса 5 с натяжным устройством 4, предназначенным для направления движения гусеничных цепей и регулирования степени натяжения гусениц; опорных катков 7, воспринимающих массу трактора и передающих ее через гусеницы на грунт, а также осуществляющих перекатывание остова трактора по гусеничной цепи; поддерживающих роликов 2, препятствующих чрезмерному провисанию и боковому раскачиванию верхней ветви гусеничной цепи при движении трактора; амортизирующего устройства 3, обеспечивающего смягчение ударов при наездах на неровности дороги.

**Подвеска трактора** предназначена для передачи массы трактора на опорные катки и для соединения гусеничного движителя с остовом трактора. Подвеска смягчает удары и толчки, воспринимаемые ходовой частью, обеспечивая плавность хода трактора. По конструктивному выполнению подвески тракторов подразделяются на *жесткие, полужесткие и упругие (эластичные)*.



1 – ведущее колесо (звездочка), 2 – поддерживающий ролик,  
 3 – амортизирующее устройство, 4 – натяжное устройство,  
 5 – направляющее колесо, 6 – гусеничная цепь, 7 – опорный каток

Рисунок 6.5 – Гусеничный движитель

При *жесткой подвеске* оси опорных катков жестко крепятся к остову трактора. Такие подвески в настоящее время имеют ограниченное применение, так как все удары от неровностей дороги передаются остову трактора и его механизмам, т. е. подвеска не обеспечивает плавного движения.

При *полужесткой подвеске* оси опорных катков жестко крепятся к специальной тележке, соединенной с остовом трактора спереди посредством рессоры или пружины, а сзади – при помощи жесткого шарнира, относительно которого происходит их качение. Такое шарнирное соединение тележек с остовом трактора обеспечивает независимость действия гусениц, самостоятельно приспособляющихся к рельефу дороги. Полужесткая подвеска обеспечивает достаточную плавность хода при движении со скоростью 9–12 км/ч и она получила преимущественное распространение на тракторах сельскохозяйственного типа.

При *упругой подвеске* соединение катков с остовом трактора осуществляется таким образом, что они имеют возможность перемещаться относительно друг друга и относительно остова в вертикальной плоскости. Она может быть независимой, когда каждая ось опорного катка независимо от других осей имеет упругое соединение с остовом трактора, и балансирного типа, когда оси опорных катков группами с помощью системы рычагов и упругих элементов объединены в каретки, каждая из которых шарнирно соединена с остовом трактора в точках опор балансирных подвесок. Упругая подвеска дает возможность гусеницам приспособляться к неровностям

дороги, и получающиеся при движении трактора толчки смягчаются упругими элементами подвески, обеспечивая высокую плавность хода трактора при движении с повышенной скоростью.

*Ведущее колесо* приводит в движение гусеничную цепь, что обеспечивает движение трактора. Ведущие колеса классифицируются по типу зацепления с гусеничной цепью, исполнению и числу зубчатых венцов, находящихся в зацеплении с гусеницей.

*Гусеничная цепь* надежно сцепляется с грунтом и имеет низкое удельное давление на него. Это обеспечивает гусеничным тракторам более высокую проходимость, чем колесным. Гусеничная цепь представляет собой замкнутую металлическую цепь, состоящую из отдельных шарнирно соединенных между собой звеньев. Звенья гусениц могут быть составными (собранными из отдельных штампованных деталей) и цельнолитыми.

*Опорные катки* являются опорами, по которым перемещается остов трактора по гусеничной цепи. Размеры, число и конструкция опорных катков определяется назначением трактора, конструкцией гусеницы и подвески. Опорные катки выполняются литыми и штампованными, одинарными и двойными, с ребордами и без реборд, с двухопорными и консольными осями, с металлическими или резиновыми ободьями.

*Поддерживающие ролики* не позволяют провисать верхней ветви гусеницы. Число поддерживающих роликов, установленных на тракторе, зависит от расстояния между осями ведущего и направляющего колес, т. е. от базы трактора.

*Направляющее колесо* обеспечивает направление движения гусеничной цепи и ее натяжение. Помимо натяжного приспособления, колесо снабжено еще амортизирующим устройством, которое смягчает удары при наезде трактора на препятствия. Направляющие колеса изготавливаются цельнолитыми или составными.

*Натяжение гусеничной цепи* регулируют изменением расстояния между осями направляющего и ведущего колес гусеничного движителя путем перемещения направляющего колеса. Применяют два типа натяжных устройств: с ползунами, обеспечивающими поступательное перемещение направляющего колеса, и с кривошипом, позволяющим оси направляющего колеса перемещаться по дуге окружности.

## 2.1 Механизация лесохозяйственной деятельности

2.1.1 Технологические процессы в лесном хозяйстве и механизация лесохозяйственной деятельности

2.1.2 Классификация лесохозяйственных машин

### 2.1.1 Технологические процессы в лесном хозяйстве и механизация лесохозяйственной деятельности

**Технологическим процессом** называется способ или совокупность способов обработки материала с помощью тех или иных технических, физических или химических средств с целью качественного изменения его состояния.

Технология механизированных лесохозяйственных процессов включает:

- агротехнические требования, которые необходимо соблюдать при выполнении данного процесса;
- выбор агрегатов и подготовку их к работе;
- выбор способа, скорости и направления движения агрегата;
- выбор способа организации работ;
- учет и контроль качества работы; технику безопасности и противопожарные мероприятия.

Технологический процесс состоит из отдельных частей – *операций*. Операция, при которой происходит изменение формы, размеров и состояния объекта труда, называется технологической. Операция, при которой объект труда лишь перемещается с одного рабочего места на другое, т. е. изменяет координаты расположения в пространстве, называется переместительной (трелевка, погрузка и др.). Чем меньше переместительных операций, тем совершеннее технологический процесс.

Совершенство технологического процесса во многом зависит от того, насколько он рационально построен.

Обоснованная технология работ предусматривает соблюдение основных принципов рациональной организации производственных процессов: *пропорциональности, своевременности, ритмичности, поточности и непрерывности*.

Механизация рабочих операций технологических процессов на лесохозяйственных работах обеспечивается применением *однооперационных* или *многооперационных* машин. В первом случае каждая машина выполняет одну операцию. Механизация работ в этом случае достигается применением системы машин. Во втором случае – одна машина выполняет одновременно несколько операций.

Под системой машин понимается совокупность различных машин и приспособлений, взаимно увязанных в технологическом процессе по своим технико-экономическим, эксплуатационным показателям и обеспечивающих последовательность выполнения основных и дополнительных операций рабочих процессов.

Применение систем машин на лесохозяйственных работах позволяет более рационально и полно их использовать, а следовательно, повышать производительность, улучшать техническое обслуживание техники и текущий ремонт; обеспечивать наиболее полное соответствие лесохозяйственной техники природно-производственным условиям и в конечном итоге повышать эффективность лесохозяйственного производства.

Создание и внедрение в лесном хозяйстве систем машин, исключая ручной труд, является новым этапом технического развития отрасли. Чтобы система машин была эффективной в данных конкретных природно-производственных условиях, она должна формироваться с соблюдением следующих основных условий:

- база машин и оборудования в системе должна быть по возможности однотипной, что позволит лучше организовать их техническое обслуживание и текущий ремонт;

- производительность машин и оборудования в системе должна быть равной или кратной, и они должны быть эффективными при данном объеме производства. Это обеспечит полную загрузку машин и оборудования и уменьшит затраты на выполнение единицы работы;

- машины и оборудование, включаемые в систему, по своим конструктивным и технологическим параметрам должны соответствовать данным природно-производственным условиям, т. е. рельефу местности, почвенно-грунтовым и лесорастительным условиям. Это позволит свести к минимуму отрицательные воздействия лесохозяйственных машин на окружающую среду;

- при формировании машин и орудий в системы необходимо использовать как существующие, так и перспективные лесохозяйственные машины и оборудование, что позволит планировать своевременную замену устаревшей техники в системе.

Основной задачей механизации процессов лесохозяйственной деятельности является ее экологизация и повышение экономической эффективности производства на основе внедрения передовой техники и технологии.

Механизация лесохозяйственного производства оказывает значительное влияние на все аспекты развития отрасли: ее авторитет, привлекательность для молодых специалистов, профессиональный рост работников лесного хозяйства, культуру производства в целом.

В настоящее время в лесном хозяйстве работают тысячи автомобилей, тракторов, плугов, бензопил и большое количество других различных орудий. Однако при современных объемах лесохозяйственных работ этого количества технических средств уже недостаточно. На многих видах работ нет еще машин, выполняющих все рабочие операции, а количество и качество ряда машин еще не удовлетворяет резко возросших потребностей лесного хозяйства.

В ближайшие годы необходимо более интенсивно внедрить в производство современные эффективные машины и орудия для комплексной механизации всех работ в лесном хозяйстве: по подготовке почвы под культуры, по посеву и посадке леса, уходу за лесными культурами, выращиванию посадочного материала, заготовке лесных семян, борьбе с лесными пожарами, лесозащите и т. д.

Исходя из применяемых технологических процессов в лесном хозяйстве и номенклатуры выпускаемых технологических машин и механизмов для реализации этих процессов, комплектование систем машин может производиться по многим вариантам технологических процессов лесохозяйственных работ.

Приведем пример технологических операций и комплекса машин для технологического процесса создания и выращивания лесных культур (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Система машин для технологического процесса выращивания лесных культур

Вид работ	Машины	
	наименование	марка
Обработка почвы:		
– нарезка борозд (на вырубках с количеством пней до 600 шт./га)	Плуг лесной широкозахватный.	ПЛ Ш-1,2
	Плуг лесной комбинированный.	ПК Л-70
	Плуг лесной двухотвальный	ПЛ-1
– полосное рыхление (на вырубках с количеством пней до 600 шт./га на супесчаных и суглинистых почвах)	Плуг лесной полосный	ПЛ П-135

Окончание таблицы 1.1

Вид работ	Машины	
	наименование	марка
– полосное фрезерование (на слабоздернелых почвах на вырубках с количеством пней до 600 шт./га)	Плуг лесной дисковый. Фреза лесная унифицированная	ПЛ Д-1,2 ФЛ У-0,8
Посадка лесных культур по дну плужных борозд и обработанным полосам	Машина лесопосадочная универсальная	МЛ У-1, МЛУ-1А
Посадка лесных культур с одновременной нарезкой борозд	Приспособление посадочное автоматическое	ПЛ А-1А
Посадка лесных культур без обработки почвы	Машина для посадки брикетированных саженцев	СА Б-1
Уход за лесными культурами на дне плужных борозд и обработанных полосах на вырубках с количеством пней до 600 шт./га	Культиватор фрезерный. Культиватор лесной бороздной	КФ Л-1,4 КЛБ -1,7
Уход за лесными культурами на расчищенных полосах	Культиватор дисковый для склонов	КД С-1,8
Осветление культур на вырубках	Каток-осветлитель. Кусторез-осветлитель	КО К-2,0, КО М-2,3
Осветление культур на небольших площадях, недоступных для тракторов	Кусторез ручной моторизованный	Stihl FS 350 Hus quarna 265 RX

### 2.1.2 Классификация лесохозяйственных машин

Машины и орудия, используемые в лесном хозяйстве, классифицируют по назначению, способу выполнения работ, принципу действия, способу соединения с энергетическим средством. Всего в лесном хозяйстве применяют более 150 наименований специальных лесных машин и орудий и не менее 150 наименований машин и орудий общего назначения или заимствованных из других отраслей (бульдозеров, экскаваторов, сельскохозяйственных плугов, культива-

торов и др.). По назначению машины и орудия в системе машин объединены в следующие группы (рисунок 1.1).

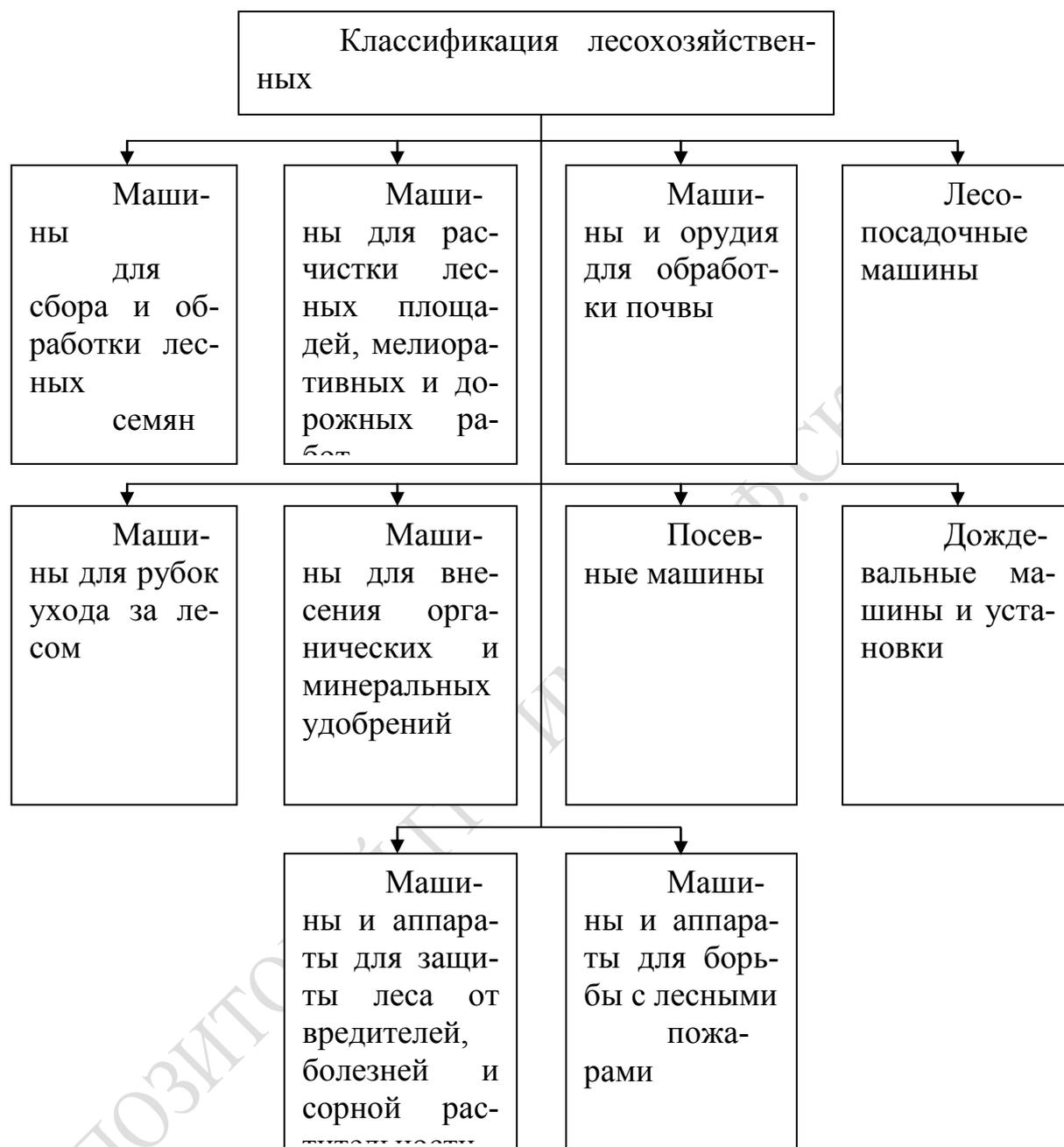


Рисунок 1.1 – Классификация лесохозяйственных машин и механизмов

## 2.2 Машины и приспособления для сбора и обработки лесных семян

2.2.1 Способы сбора семян, устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев

2.2.2 Машины для извлечения семян из шишек

2.2.3 Машины для обескрыливания, очистки и сортировки семян

2.2.4 Требования безопасности труда при сборе и обработке семян

### **2.2.1 Способы сбора семян, устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев**

Лесные семена не только основа будущих лесов. Семена и плоды многих лесных пород – источник получения ценных пищевых и лекарственных продуктов. В пищевой промышленности ценят орехи, а фармацевтам необходимы плоды облепихи, шиповника, лимонника и многих других пород.

Семена лесных пород разнообразны по форме, размеру, цвету и вкусу. 1000 семян сосны весят около 6 г, березы – до 0,20 г, осины – 0,13 г, рябины – 5 г, дуба – 3 кг.

Семена лиственных пород находятся в плодах. Плоды разделяют на сочные и сухие. Примерами сочных плодов являются: ягода смородины; костянка вишни; сложная костянка малины. Сухие плоды также разнообразны: коробочка осины, ивы; семянка у березы; орех лещины; орешек липы и т. д. Сухие плоды многих растений после созревания раскрываются, например, боб акации.

Различные породы начинают плодоносить в разном возрасте. У светолюбивых пород (сосны, лиственницы, березы, осины, ивы) первые семена появляются раньше, чем у теневыносливых (ели, пихты). У одной и той же породы начало плодоношения зависит от условий произрастания. Так, деревья, растущие в лесу, начинают плодоносить на 10–20 лет позднее, чем деревья, растущие на свободе, т. е. на открытом пространстве; в северных районах плодоношение начинается позднее, чем в южных. Первые урожаи появляются у сосны в 10–15 лет, у ели и лиственницы в 15–20, у березы в 8–15, у дуба в 20–30 лет.

Большинство древесных пород плодоносит не ежегодно. Годы обильного урожая семян чередуются с годами слабых урожаев или полного их отсутствия. Строгой периодичности в наступлении семенных лет не наблюдается. Урожай семян зависит не только от биологических особенностей породы, почвенно-климатических факторов, но и от погодных условий в период цветения, опыления и созревания семян.

Древесные породы, имеющие мелкие семена, обычно дают урожай чаще и обильнее, чем породы с крупными семенами.

Основой для создания лесосеменной базы является селекционная инвентаризация насаждений и деревьев с выделением наиболее ценных (плюсовых) деревьев и насаждений.

К сбору семян привлекают не только рабочих лесничества, но и местное население. Сборщиков знакомят с заданием, участками работ, правилами сбора, нормами выработки, техникой безопасности и т. д. К этому времени в лесничествах должны быть подготовлены тара, складские помещения, механизмы и инвентарь для сбора; отремонтированы шишкосушилки и т. д.

Различают следующие способы сбора семян:

- сбор семян со срубленных деревьев;
- сбор семян с растущих деревьев.

Сбор семян со срубленных деревьев не вызывает затруднений и осуществляется на лесосеках главного пользования после валки деревьев. Однако, такой способ сбора семян применяется редко из-за того, что сроки созревания семян и лесосечных работ не всегда совпадают.

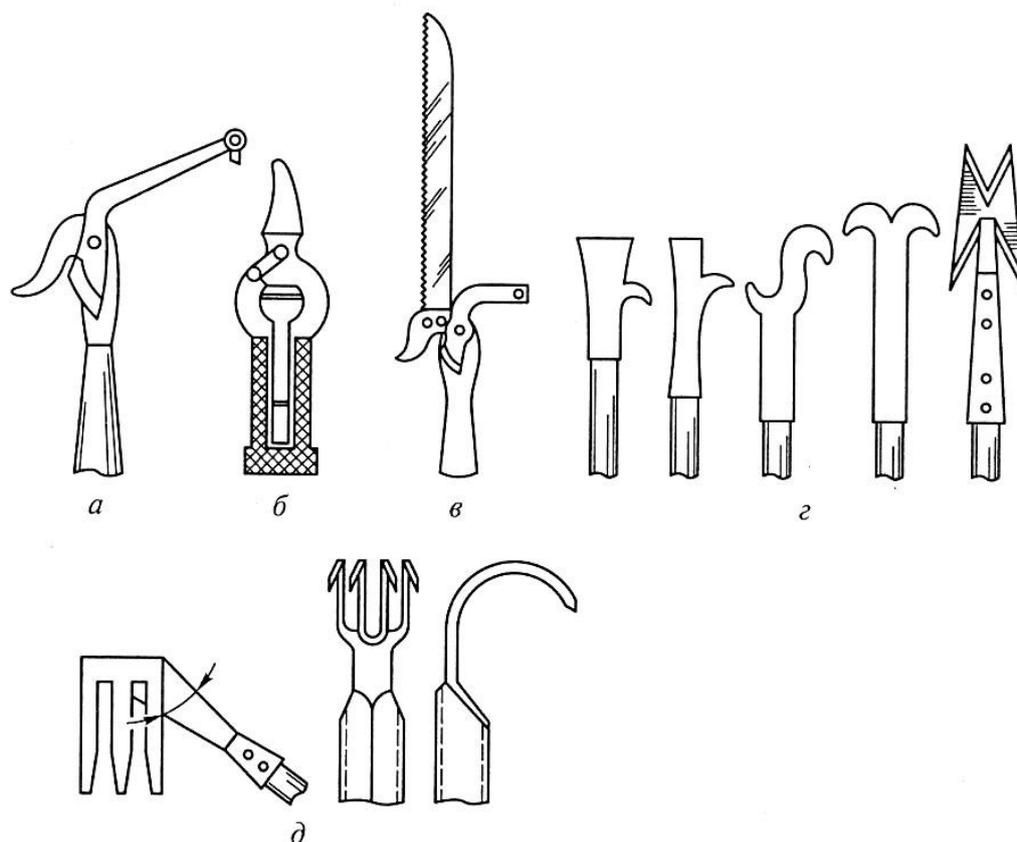
При сборе семян с растущих деревьев, в зависимости от высоты дерева, сборщики могут работать (только звеньями) стоя на земле, на лестнице или поднявшись в крону. При этом обычно используют различные приспособления: *шесты с крючками* на конце для пригибания веток, *гребни* на шестах для «очесывания» шишек, *секаторы*, *сучкорезы*, *резаки* и т. д. (рисунок 2.1).

Для подъема в крону невысоких деревьев (5–6 м) используют приставные лестницы или лестницы-стремянки. Сбор шишек с более высоких деревьев требует специальной подготовки и осуществляется при помощи древолазных устройств или телескопических вышек и подъемников.

В некоторых случаях для сбора семян и плодов применяются машины вибрационного действия.

Наиболее простыми приспособлениями для подъема сборщиков в крону дерева при сборе семян и нарезке черенков являются древолазные устройства «Белка», ДК-1, ЛПД-0,64 и другие.

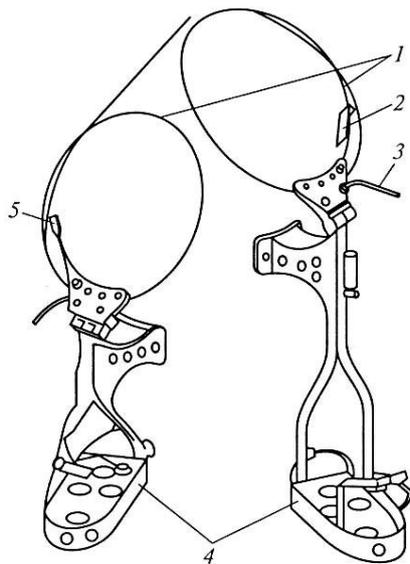
РЕЦИОЗ



*а, в* – штанговые сучкорезы, *б* – секатор, *г* – резак, *д* – грабли

Рисунок 2.1 – Съёмные приспособления для снятия шишек, плодов и семян

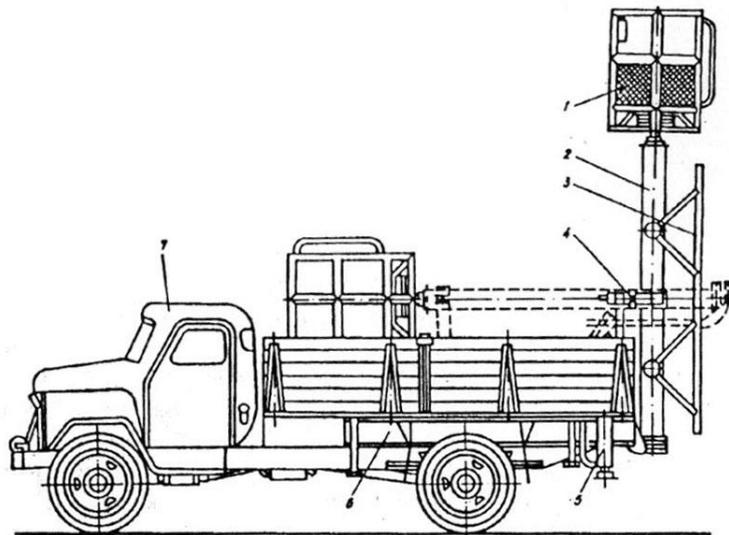
**Древолазы ДК-1** (рисунок 2.2) служат для подъема на деревья диаметром 15–70 см. Комплект состоит из двух крепёжных тросов *1* с подножками *4* (для правой и левой ноги) и предохранительного поясного ремня. На одном конце крепёжного троса длиной 3 м и диаметром 5 мм закреплён металлический крюк *2*, на другом – предохранительный конус *5*. Верхний конец троса с помощью крюка *2* закрепляют петлей на стволе дерева, а нижний с помощью фрикционного зажима *3* присоединяют к подножке. Фрикционные зажимы позволяют регулировать длину крепёжных тросов для подъема на деревья различных диаметров. При подъеме рабочий заводит трос за ствол дерева, опирается одной ногой на подножку, затем приподнимает вторую ногу с подножкой на 0,3–0,4 м вверх. Встав на верхнюю подножку, рабочий таким же образом перемещает на 0,6–0,8 м вверх нижнюю подножку и т. д. Одновременно с перестановкой подножек перемещаются по стволу и крепёжные тросы. Скорость подъема на дерево 3 м/мин, масса комплекта 10 кг.



1 – крепежные тросы, 2 – металлический крюк, 3 – фрикционный зажим, 4 – подножки, 5 – предохранительный конус

Рисунок 2.2 – Древолазное устройство ДК-1

**Вышки** имеют рабочее оборудование в виде телескопической мачты с люлькой наверху и используются только для вертикального подъема рабочих, т. е. рабочая площадка в пространстве не перемещается, а следовательно, зона обслуживания ограничена (рисунки 2.3, 2.4). Поэтому вышки для сбора плодов и шишек применяются редко.



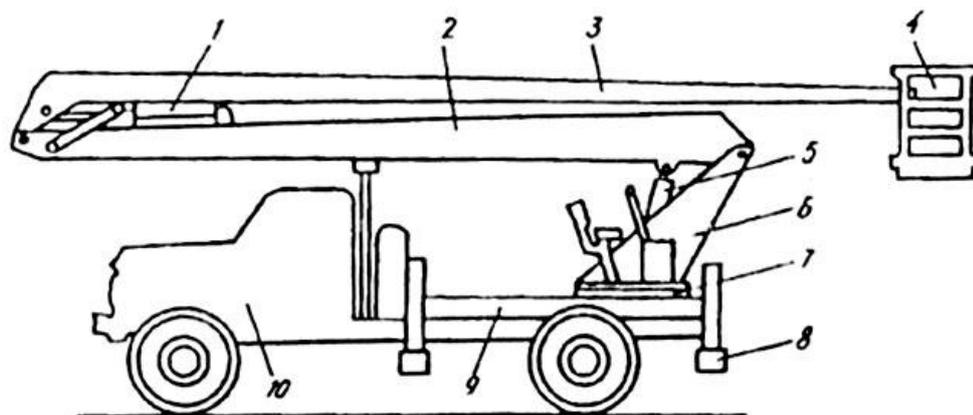
1 – рабочая площадка, 2 – телескопическая часть, 3 – лестница, 4 – опорный кронштейн, 5 – опора, 6 – рама, 7 – базовый автомобиль

Рисунок 2.3 – Схема телескопической вышки



Рисунок 2.4 – Общий вид телескопической вышки ВТ-23

**Подъемники** представляют рабочее оборудование, состоящее из одного, двух или трех шарнирно-сочлененных коленьев и люльки (рисунки 2.5, 2.6). Нижнее колено установлено на поворотной платформе. Коленья поворачиваются относительно друг друга и платформы при помощи гидроцилиндра. Люлька при их повороте сохраняет вертикальное положение. Механизмы подъемника приводятся в действие от двигателя базовой машины.



1, 5 – гидроцилиндры; 2 – нижнее колено; 3 – верхнее колено; 4 – люлька; 6 – поворотная платформа; 7 – опорно-поворотное устройство; 8 – опоры; 9 – рама; 10 – базовый автомобиль

Рисунок 2.5 – Схема подъемника



Рисунок 2.6 – Общий вид подъемника АГП-22

По типу привода рабочего оборудования подъемники делятся на гидравлические, электрогидравлические, электромеханические.

По назначению они бывают специальные и общие. Машины общего назначения служат для выполнения различных видов работ (сбора семян, монтажных, строительных работ и др.), специального назначения – для выполнения только отдельных видов работ.

По конструкции рабочего оборудования подъемники бывают одно-, двух- и трехколенные.

По возможности поворота рабочего оборудования различают подъемники неполноповоротные (поворот менее чем на  $360^\circ$ ) и полноповоротные (поворот на  $360^\circ$ ).

По типу базовой машины подъемники делятся на автомобильные, тракторные, прицепные, по типу ходовой части – на колесные и гусеничные.

**Устойчивость подъемников** обеспечивается собственной силой тяжести. Во время работы они опираются на ходовую часть или опоры, либо одновременно на опоры и ходовую часть.

Рассмотрим устойчивость подъемника с постоянным вылетом стрелы на опорах на горизонтальной площадке (рисунок 2.7). Представим себе, что подъемник поднимает груз весом  $P$ . Собственная сила тяжести подъемника –  $G$ .

Точки опоры с поверхностью земли образуют опорный четырехугольник  $ABCD$ . Проекция центра тяжести подъемника  $G$  находится внутри опорного контура на расстоянии  $a$  от линии  $CD$ , а проекция груза стрелы  $F$  – за опорным контуром на расстоянии  $b$ .

Значит, при потере устойчивости подъемник будет опрокидываться через задние опоры по линии  $CD$ .

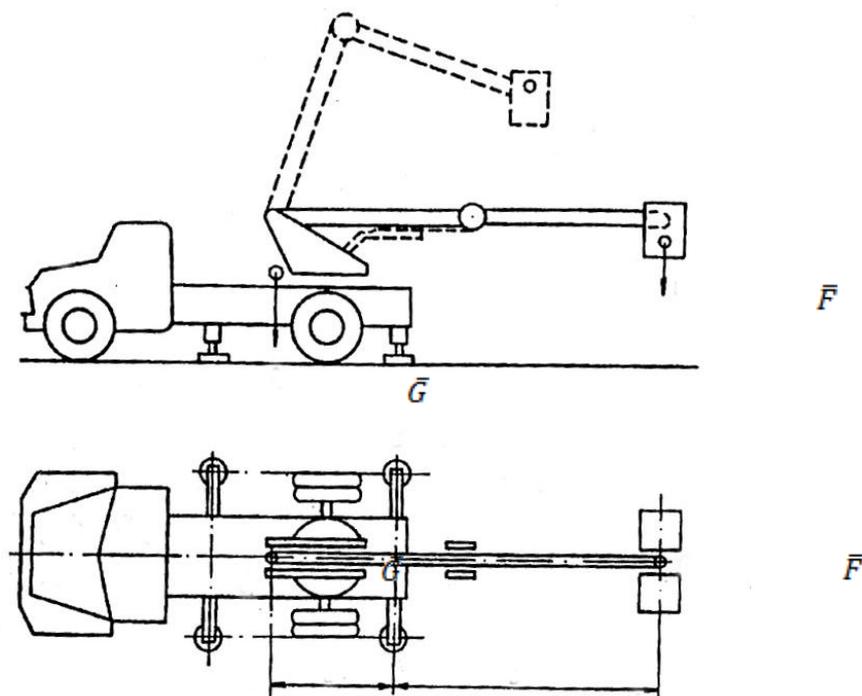


Рисунок 2.7 – Схема сил, действующих на подъемник

Сила тяжести подъемника удерживает его от опрокидывания и создает так называемый удерживающий момент  $M_y = G \cdot a$ , а сила тяжести груза – опрокидывающий момент  $M_o = F \cdot b$ .

Устойчивость подъемника обеспечивается в том случае, когда момент удерживающий выше момента опрокидывающего. Оценивается устойчивость допустимым коэффициентом устойчивости, который определяется соотношением  $k = M_y/M_o$ . Для подъемников допустимый коэффициент устойчивости, создаваемый рабочим грузом, равен 1,5.

При изменении положения стрелы и вылета груза изменяется расположение центров тяжести груза и самого подъемника, а следовательно, опрокидывающий и удерживающий моменты, что приводит к изменению коэффициента устойчивости. Если подъемник находится на местности с уклоном в сторону поднимаемого груза, удерживающий момент уменьшается, а опрокидывающий момент увеличивается.

На устойчивость подъемника влияет высота расположения центра тяжести по отношению к опорной поверхности. Чем ниже находится центр тяжести подъемника и груза, тем меньше изменяются значения моментов, и наоборот.

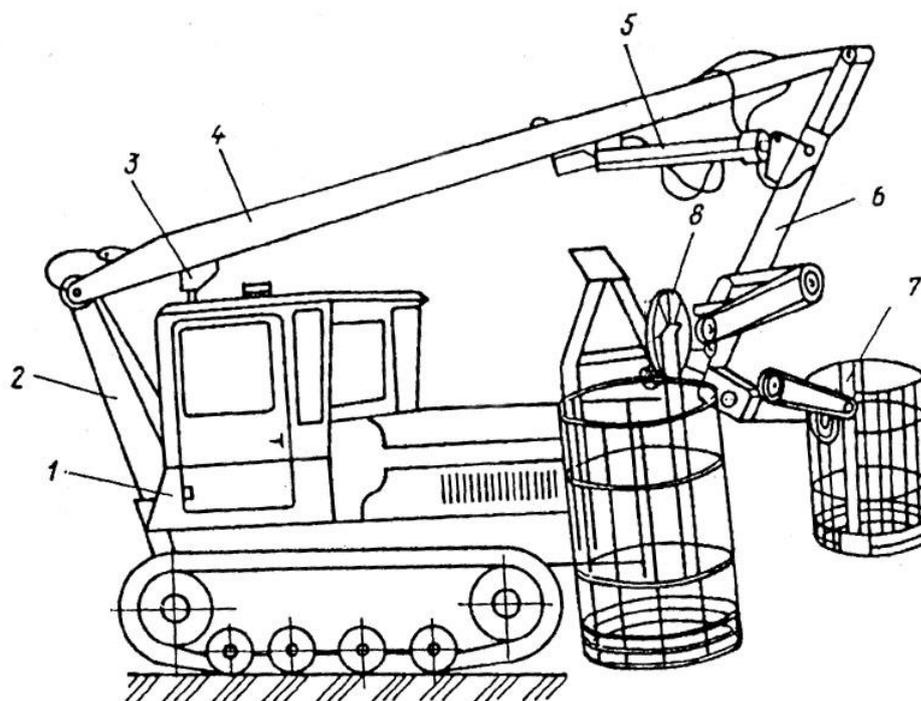
На соответствующих уклонах или при значительных грузах удерживающий и опрокидывающий моменты могут уравниваться, а при сверхдопустимых уклонах или грузах подъемник опрокидывается.

Поэтому подъемники относятся к машинам повышенной опасности. Эти машины следует правильно устанавливать на рабочей площадке, чтобы они сохранили надежную устойчивость.

В лесном хозяйстве наиболее часто применяются автомобильные подъемники АПП-12А, АПП-22, АПП-18, АПП-28, АС-22-МС, АП-17, АКП-30; прицепные подъемники ПГС-12, ППК-14, ПГС-30, ПГС-22, ПГСШ-22, ПГСШ-18; телескопические вышки ВТУ-12, ВТ-1, ВТ-1А, ВТ-23; специализированные тракторные колесные подъемники ОСШ-1 и гусеничные подъемники ПСШ-1.

**Подъемник для сбора шишек ПСШ-1** (рисунок 2.8) является специализированным и предназначен для подъема двух рабочих в крону дерева на высоту до 8,5 м с целью сбора шишек на плантациях.

Агрегат заезжает на лесосеменной участок или плантацию, и два рабочих-сборщика переводят корзины из транспортного состояния в рабочее. Корзины с размещенными в них рабочими поднимают на нужную высоту для сбора шишек. Положение корзин относительно крон деревьев регулируют механизмом раздвижения.



1 – трактор; 2 – колонна; 3 – гидроцилиндр плеча; 4 – плечо;  
5 – гидроцилиндр рукояти; 6 – рукоять; 7 – механизм раздвижения и сближения корзин; 8 – корзины

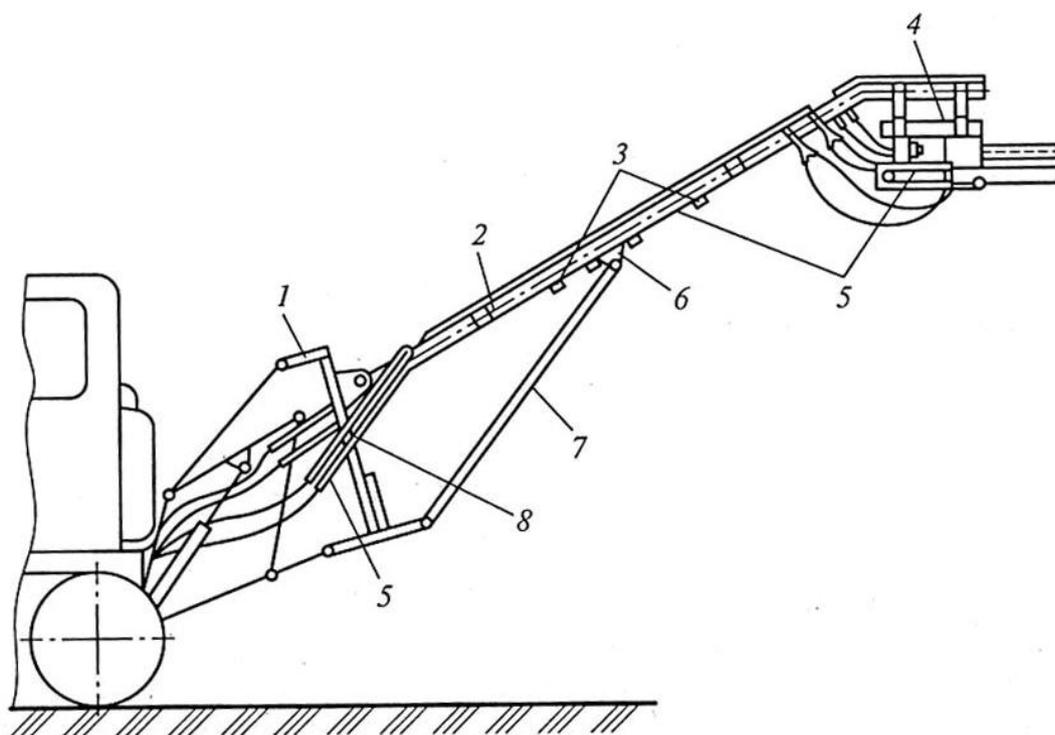
Рисунок 2.8 – Подъемник для сбора шишек ПСШ-1

Облегчить труд рабочих по сбору шишек на плантациях может **оборудование для сбора шишек ОСШ-1** (рисунок 2.9). Подъемник монтируется на шасси Т-16 и может поднимать сборщика на высоту до 7 м.



Рисунок 2.9 – Оборудование для сбора шишек ОСШ-1

Для сбора грецких орехов, семян ясеня, гледичии с растущих деревьев методом отряхивания (вибрации) в естественных и искусственных насаждениях предназначена **машина для сбора ореха МСО-0,4** (рисунок 2.10). Вибратор служит для создания колебаний и передачи их стволу дерева. Он работает следующим образом. При включении гидромотора крутящий момент через клиноременную передачу передается на вал с грузами – дебалансами. При достижении определенной частоты вращения вала центробежная сила, преодолевая силы сопротивления пружин, выводит грузы за поле действия сбалансированных сил, что вызывает колебания вибратора и связанного с ним ствола дерева. Машина агрегируется с гусеничными и колесными тракторами тягового класса 0,9; 1,4; 3.



1 – рама; 2 – стрела; 3 – фиксаторы рабочих положений вибратора; 4 – вибратор; 5 – гидравлическое оборудование; 6 – кронштейн изменения высоты подъема вибратора; 7 – упор; 8 – подвеска

Рисунок 2.10 – Машина для сбора ореха МСО-0,4

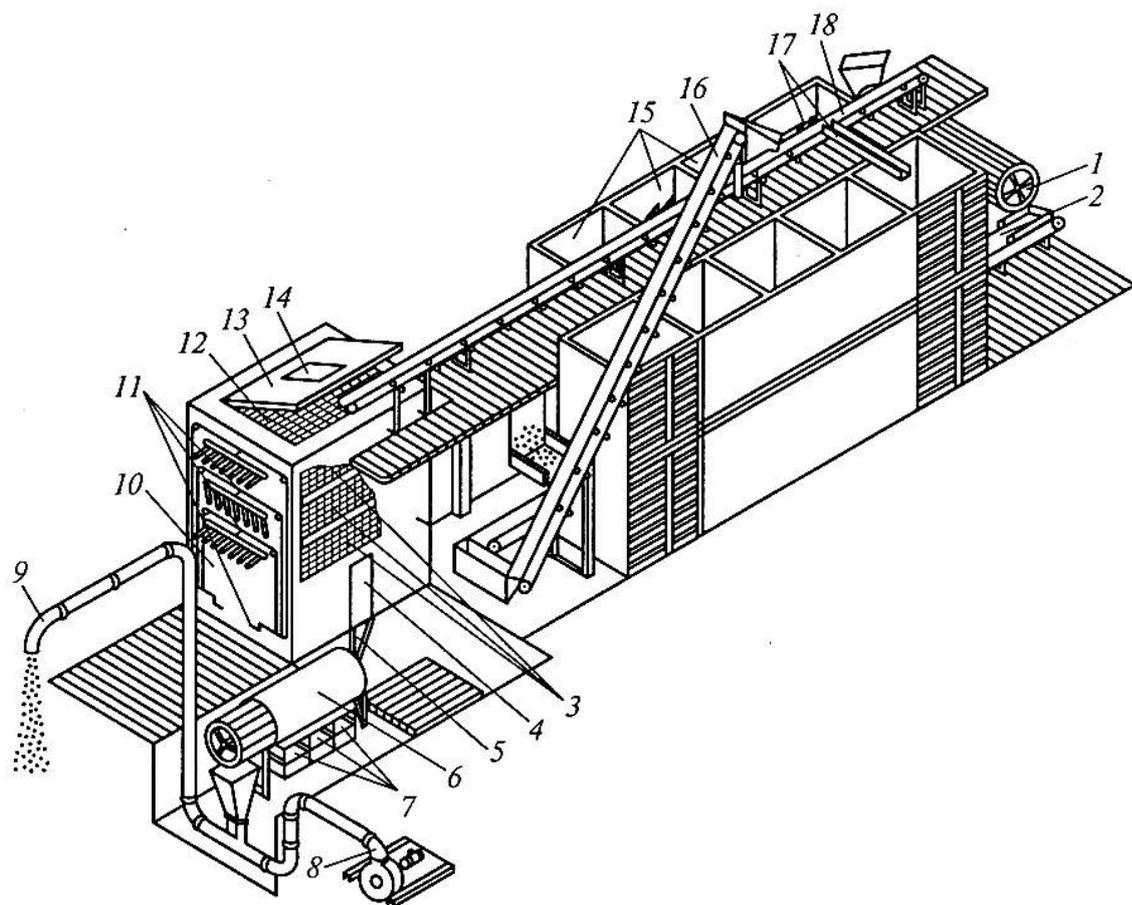
### 2.2.2 Машины для извлечения семян из шишек

Заготовленное лесосеменное сырье подвергают обработке, которая заключается в извлечении семян из плодов и шишек, их обескряливания, очистке от примесей, сортировке и просушке до установленной влажности.

Шишки со зрелыми семенами в естественных условиях сушки при температуре воздуха 20–25 °С раскрываются через 1–2 суток, семена выпадают через 4–6 суток. Поэтому естественную сушку шишек для добытия из них семян можно применять при заготовке лишь небольших партий семян в растянутые сроки. В больших лесосеменных хозяйствах применяют специальные сушилки – стационарные и передвижные.

**Шишкосушилка стационарная** (рисунок 2.11) – устройство для сушки шишек хвойных пород, позволяющее раскрыть их чешуйки, что необходимо при извлечении из них семян.

Состоит из барабана для очистки шишек от примесей и сортировки;



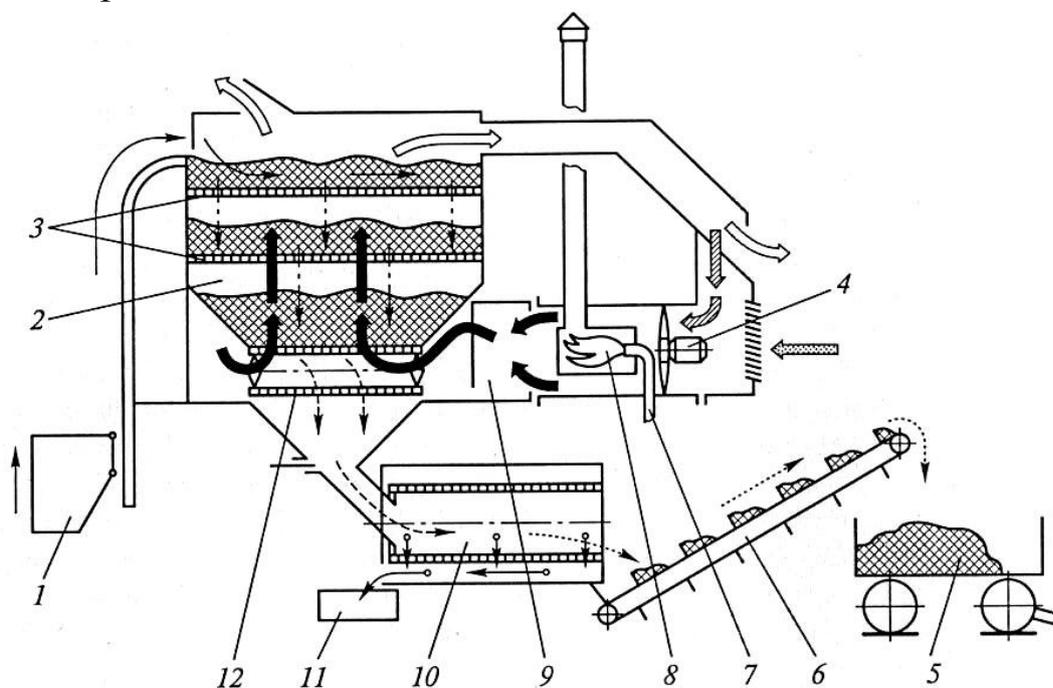
1 – барабан; 2, 16, 18 – транспортеры; 3 – стеллажи; 4 – разгрузочное окно; 5 – желоб; 6 – отбивочный барабан; 7 – ящико-семясборники; 8 – вентилятор; 9 – труба; 10 – камера сушки; 11 – тросо-блочная система; 12 – люк; 13 – крышка; 14 – окно; 15 – секционный склад; 17 – сбрасыватели

Рисунок 2.11 – Шишкосушилка стационарная

трёх ленточных транспортёров для подачи шишек в камеру сушки, в которой установлено 3 яруса стеллажей, имеющих решётчатые створки (типа жалюзи), открывающиеся при помощи трособлочной системы; воздухоподогревателя, работающего на смеси дизельного топлива с техническим керосином и служащего для подачи нагретого воздуха в камеру сушки со скоростью до 10 м/с; отбивочного цилиндрического барабана; ящиков-семясборников и устройств пневмотранспорта для удаления пустых шишек и образовавшихся примесей. Все операции технологического процесса механизированы, заданные температурные режимы поддерживаются автоматически. Производительность шишкосушилки 80 кг семян в сутки.

Технологический процесс состоит из четырех основных операций: загрузки, сушки свежих шишек, выгрузки сухих шишек и обескрыливания семян.

**Шишкосушилка передвижная ШП-0,06** (рисунок 2.12) предназначена для сушки шишек хвойных пород с целью извлечения из них семян в полевых условиях. Ее основные части: колесное шасси, сушильная камера, операторская, тепловоздушная установка, загрузочное устройство, системы электроподключения и автоматического управления и контроля.



1 – загрузочный бункер; 2 – сушильная камера; 3 – стеллажи;  
4 – вентилятор; 5 – тележка; 6 – выгрузной транспортер; 7 – труба подачи топлива; 8 – камера сгорания; 9 – теплообменник;  
10 – отбивочный барабан; 11 – ящик для семян; 12 – сетчатый транспортер

Рисунок 2.12 – Технологическая схема шишкосушилки передвижной ШП-0,06

Все узлы и механизмы смонтированы на шасси в виде фургона. Шасси, изготовленное на базе узлов тракторного прицепа ГКБ-8536, имеет пневматические тормоза, работающие от пневмосистемы тягача; ручной стояночный тормоз; электросигнализацию и четыре винтовые опоры.

В передвижной шишкосушилке ШП-0,06 применен тот же технологический процесс, что и в стационарной шишкосушилке стеллажного типа. Производительность сушилки (по шишкам) 60 кг/ч, продолжительность одного цикла 18 ч, за один цикл обрабатывается около 1200 кг шишек.

При небольших объемах просушиваемых шишек можно воспользоваться **малогабаритной шишкосушилкой СМ-45** (рисунок 2.13). Од-

новременно в такую сушилку загружают до 50 кг шишек. Температура сушки составляет 40–60 °С, а продолжительность сушки – 8–12 часов. Работает сушилка в автоматическом режиме.



Рисунок 2.13 – Малогабаритная шишкосушилка СМ-45

Семена не всех хвойных пород могут быть извлечены из шишек путем сушки. Смолистые шишки лиственницы европейской после предварительной подсушки дробят на специальном устройстве или модернизированной машине МИС-1, которые имеют вращающиеся барабаны с железными зубьями. Кедровые орехи также извлекают из шишек механическим способом. Для этого используют малогабаритную машину МК-1 или другие, устанавливаемые на месте заготовки шишек.

### **2.2.3 Машины для обескрыливания, очистки и сортировки семян**

Семена, собранные в урожайные годы, служат резервом для посевов в неурожайные годы. Лесные семена хранятся в специально построенных складах или в других переоборудованных и приспособленных для этой цели помещениях. Складские помещения оборудуют

стеллажами и обеспечивают необходимой тарой. Хранящиеся семена регулярно осматривают. При изменении цвета, появлении плесени или блеска семена просушивают и затем повторно проверяют их качество.

Перед посевом семена следует рассортировать по массе, чтобы отделить легковесные семена от более тяжелых полноценных семян. Этим достигается лучшая грунтовая всхожесть и выровненные по размерам сеянцы в посевном отделении.

Древесные семена делят на сорта по ряду признаков: величине, плотности, форме, свойству поверхности и др.

Для очистки, обескрыливания и сортировки семян применяют ряд механизмов.

После высушивания шишек и их раскрытия не все семена свободно извлекаются из шишек. Для принудительного извлечения семян используют специальные отбивочные барабаны. Примером может служить **барабан для отбивки шишек БОШ-4** (рисунок 2.14). За один цикл (8–10 мин) в барабане обрабатывается до 4 кг шишек.

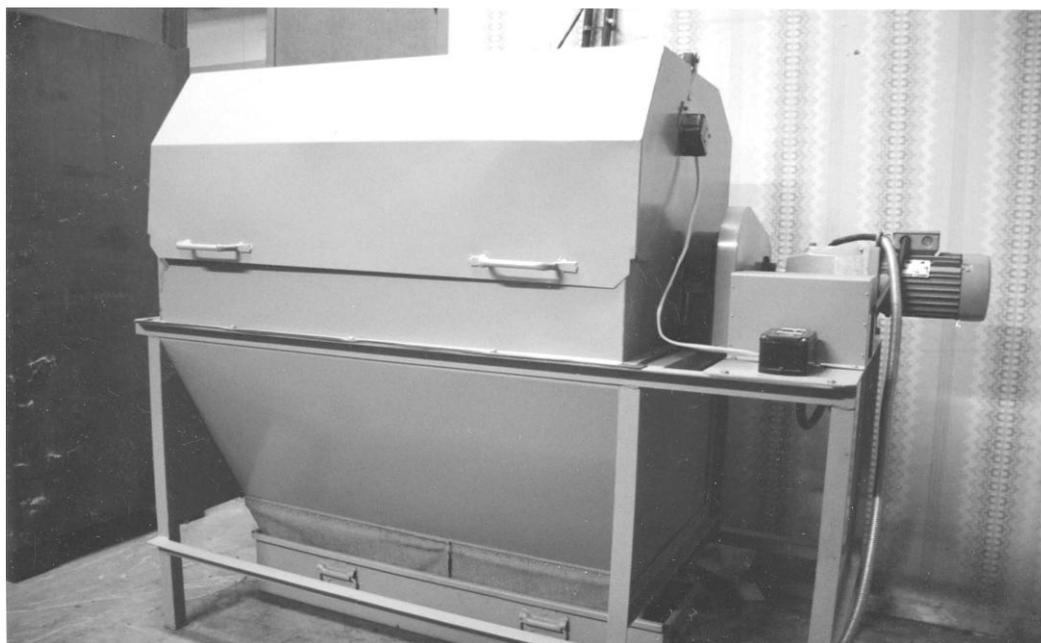
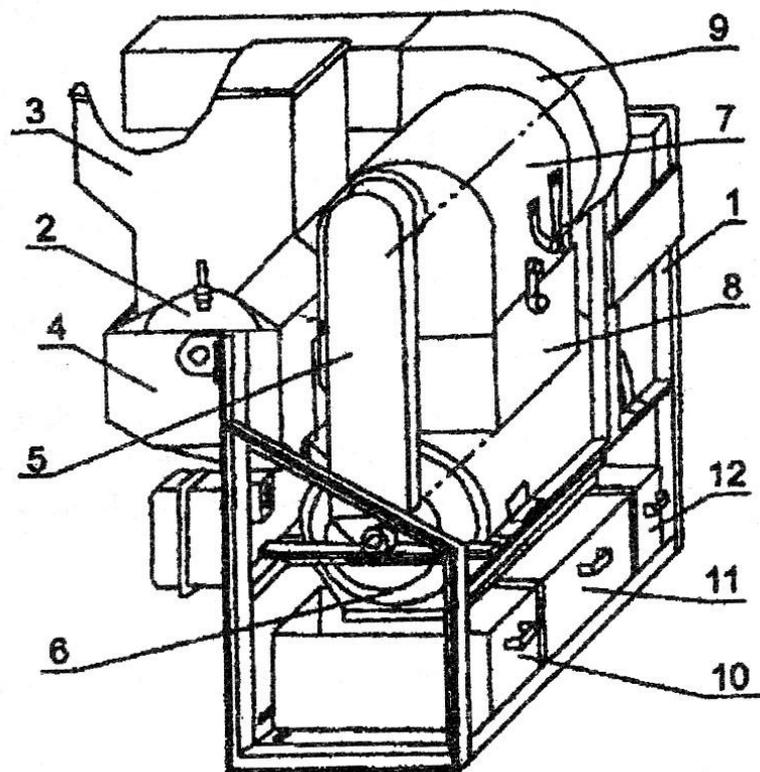


Рисунок 2.14 – Барабан для отбивки шишек БОШ-4

**Семяочистительная машина МОС-2** (рисунок 2.15) обескрыливает семена хвойных пород, очищает от примесей, сортирует их по размерам и массе.

Предназначенные для очистки и сортировки семена из загрузочного бункера поступают в барабан обескрыливателя через отверстие, регулируемое заслонкой. Капроновые щетки, установленные на барабане обескрыливателя, интенсивно перемешивают семена. Отделение семян от крылаток осуществляется за счет трения о сетку обескры-

ливателя. Оработанный ворох, пройдя через отверстия сетки, поступает в бункер, из которого направляется в вертикальный канал воздушной очистки, где из вороха выдуваются легкие семена и примеси. После этого по лотку ворох попадает в сортировочный барабан, состоящий из трех смежных цилиндрических решет. Если обескрыленные семена сортировать не требуется, то, повернув заслонку, их можно направить сразу в семясборник.



1 – рама; 2 – обескрыливатель; 3 – бункер загрузочный; 4 – бункер приемный; 5 – канал воздушный; 6 – барабан сортировочный; 7 – камера осадочная; 8 – накопитель; 9 – улитка; 10, 11, 12 – ящики для семян

Рисунок 2.15 – Семяочистительная машина МОС-2

Машина для очистки семян МОС-2 является усовершенствованной машиной МОС-1А. Производительность машины составляет до 24 кг/ч очищенных семян.

Для разделения по массе обескрыленных, очищенных от примесей и разделенных на фракции по размерам семян хвойных пород предназначен **пневмосепаратор лесных семян ПЛС-5М** (рисунок 2.16).

Основные узлы пневмосепаратора: вентилятор, кожух, бункер для засыпки семян с дозатором, осадочная камера, ящик для легких и ящик для полноценных семян.

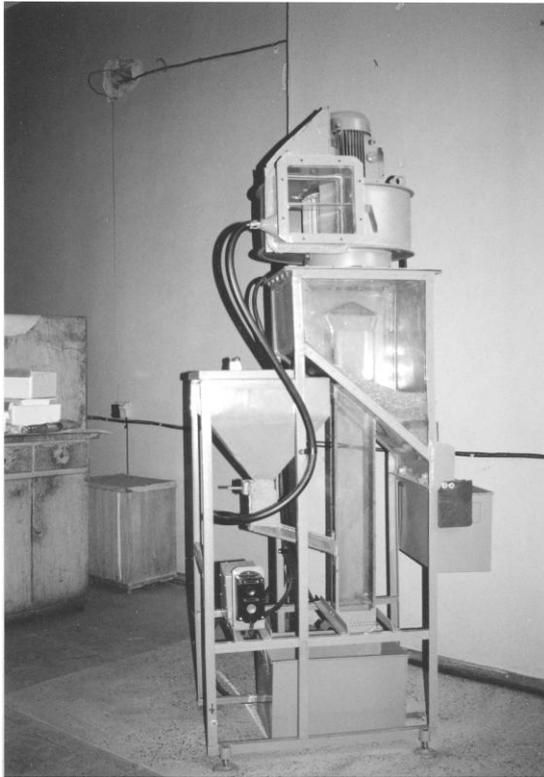
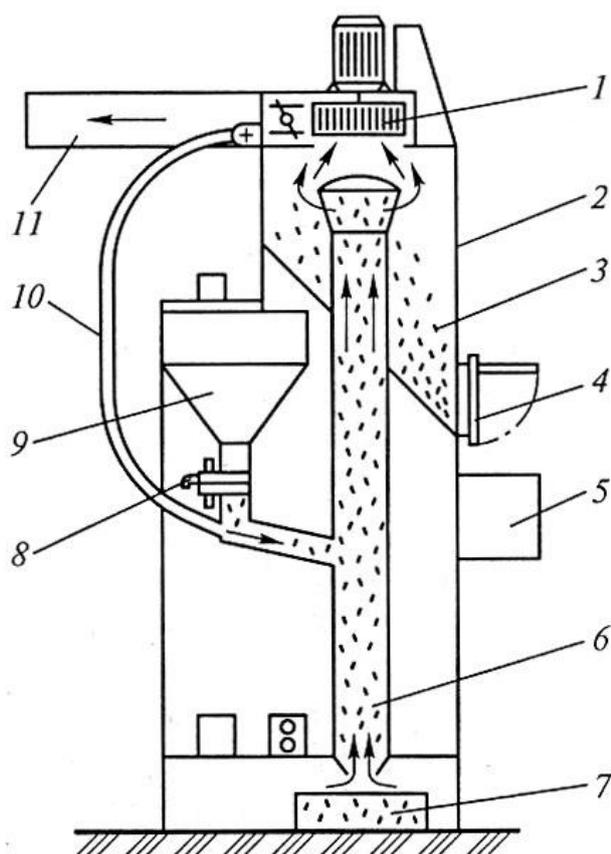


Рисунок 2.16 – Пневмосепаратор лесных семян ПИС-5М

Принцип работы пневмосепаратора следующий. Семена подаются из бункера через дозатор (рисунок 2.17), подхватываются воздухом, поступающим от вентилятора, и попадают в воздушный канал, где происходит их разделение на фракции.

Тяжелые полноценные семена падают вниз в ящик для полноценных семян, легкие семена устремляются вверх по воздушному каналу и оседают в осадочной камере. Часть легких семян и пыль удаляются вентилятором через отвод. Легкие семена, попавшие в осадочную камеру, после выключения вентилятора и открытия крышки высыплются в ящик, прикрепленный к задней стенке осадочной камеры.

РЕПОЗИТОРИЙ



1 – вентилятор; 2 – кожух, 3 – осадочная камера; 4 – крышка;  
 5 – ящик для легких семян; 6 – воздушный канал; 7 – ящик для  
 полноценных семян; 8 – дозатор; 9 – семенной бункер;  
 10 – трубка; 11 – отвод пылесборника

Рисунок 2.17 – Схема работы пневмосепаратора  
 лесных семян ПЛС-5М

Регулировка процессом сепарации производится дозатором и изменением скорости воздушного потока.

Производительность пневмосепаратора за 1 ч сменного времени около 8 кг семян. Чистота отсортированных семян составляет не менее 90 %.

Семена сочных плодов могут быть получены при переработке плодов на поточных линиях, предназначенных для приготовления пищевых продуктов. Это значительно уменьшает стоимость заготовки семян, но несколько снижает их посевные качества.

Технологический процесс получения семян из сочных плодов включает сортировку и очистку плодов, их размельчение и разрушение, отделение и отмывку семян от мезги, сушку, шлифование, очистку и сортировку. Одной из главных операций, влияющих на качество семян, является разрушение и измельчение мякоти плодов на прессах,

молотковых, ножевых и терочных дробилках.

Мелкие сочные плоды и ягоды (смородина, облепиха, рябина, шиповник и др.) обрабатывают на механических прессах. Плоды помещают под пресс в специальных мешках. После прекращения выделения сока в оставшуюся массу добавляют около 15 % воды и снова прессуют. Выжимки промывают водой на механических решетках для получения чистых семян.

Для получения косточек из сочных плодов без предварительного измельчения мякоти используются пуансоны и выталкиватели.

#### **2.2.4 Требования безопасности труда при сборе и обработке семян**

Сбор семян со стоящих деревьев связан с подъемом людей на высоту, т. е. с повышенной опасностью. К сбору семян (шишек) с растущих деревьев с подъемом на высоту более 2 м *не допускаются* лица моложе 18 лет и женщины. Собирать семена (шишки) разрешается звеньям в составе не менее двух человек, работающих на расстоянии видимости друг от друга. Сборщики семян обеспечиваются предохранительными поясами и спецодеждой. Запрещается сбор семян и шишек в ночное время, при атмосферных осадках и после их выпадения до высыхания стволов и сучьев, во время ветра (5 м/с и выше), в случае обледенения стволов, при морозе свыше 15 °С.

Используемые лестницы должны быть легкими и прочными, их верхние ступени должны быть обшиты нескользящим материалом, а нижние концы должны иметь острые металлические наконечники. Не разрешается подкладывать под лестницы камни, сучья и другие предметы, одновременно пользоваться лестницей двум рабочим. Раздвижные лестницы, стремянки должны быть оборудованы устройствами, исключающими возможность их самопроизвольного сдвига. Общая длина лестницы не должна превышать 5 м; начиная с высоты 3 м лестница должна иметь ограждения в виде дуг. У сборщиков должны быть защитные очки, каски, предохранительные пояса, необходимая тара и инструменты. Переходить на крону дерева при сборе шишек и семян не разрешается. Запрещается одновременный подъем по лестнице двух и более человек.

Древолазные устройства перед началом работы проверяют на прочность и исправность.

При сборе лесных семян подъемниками необходимо следить за исправностью всех частей и механизмов. До подъема на высоту сборщики обязаны пристегнуть себя к люльке предохранительными поясами. Категорически запрещается перемещать гидравлические подъ-

емники с поднятой мачтой и сборщиками. Машина во время сбора семян должна иметь устойчивое положение.

Для размещения подъемника выбирают такое место, чтобы он устанавливался с полностью выдвинутыми четырьмя опорами. При работе на мягких грунтах под подставки укладывают деревянные щиты. Уклон местности для работы подъемника не должен превышать 3°. Нельзя устанавливать подъемники у края канавы, кювета, обрыва.

Для нагибания веток сборщики, находясь в люльке, должны пользоваться специальными приспособлениями на шестах.

Обработка семян производится в специализированных помещениях, имеющих средства регулирования микроклимата и устройства для удаления пыли. Подача шишек в шишкосушилках в чердачное помещение должна быть механизирована или осуществляться с помощью надежных ручных приспособлений. Во время работы сушильной камеры продолжительность пребывания рабочего в ней не должна превышать 5 мин. Не разрешается входить в помещение сушильной камеры во время сушки шишек, а уборку семян необходимо производить только после снижения температуры в камере до +28 °С и при полной остановке работающих агрегатов.

В шишкосушилках необходимо соблюдать строгие меры противопожарной безопасности. Рабочие, обслуживающие шишкосушилки и другие машины для обработки семян, должны знать их устройство и правила эксплуатации.

## **2.4 Обработка почвы в лесном хозяйстве**

### **2.4.1 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве**

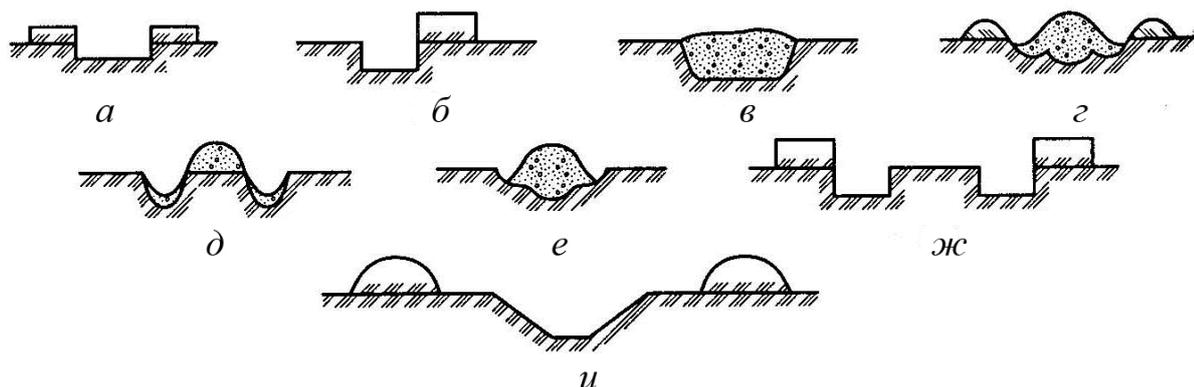
### **2.4.2 Лесотехнические требования, предъявляемые к орудиям и машинам**

#### **2.4.1 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве**

Обработка почвы в лесном хозяйстве осуществляется двумя способами: *сплошным* и *частичным*. В первом случае охватывается вся площадь и создается однородный агрофон, во втором – обработка производится бороздами, полосами или площадками. Частичная обработка почвы распространена на вырубках и участках с естественным возобновлением, сплошная – в питомниках, при создании плантационных культур и полезащитных полос.

Наиболее распространенные технологические схемы обработки

почвы на вырубках приведены на рисунке 4.1.



*а* – плугами ПКЛ-70А, ПЛБ-0,7, ПЛБ-1; *б* – плугом ПКЛ-70А с одноотвальным корпусом; *в* – фрезой лесной ФЛУ-0,8 и машиной фрезерной МЛФ-0,8; *г* – плугом дисковым ПДВ-1,5; *д* – плугом лесным ПЛМ-1,5; *е* – фрезой шнековой ФЛШ-1,2; *ж* – плугом лесным ПЛ-2-50; *и* – плугами ПЛО-400, ПШ-1

Рисунок 4.1 – Технологические схемы обработки почвы

Применяются три основных вида обработки почвы.

Обработка почвы путем создания микропонижений осуществляется бороздами, ямками, площадками. Их целесообразно создавать в очень сухих и сухих условиях местопроизрастания. Одна из основных задач такой обработки – повышение влажности почвы и снижение температурного воздействия в посадочном месте.

Обработка почвы бороздами – самый распространенный способ частичной обработки при создании лесных культур. В Беларуси такая обработка производится на 80 % всей лесокультурной площади.

На площадях, где развит травяной покров, двухотвальным плугом производят нарезку борозд (рисунок 4.1, а, б) глубиной 8–10 см; на задернелых вырубках с дренированными супесчаными и суглинистыми почвами – глубиной 10–15 см. На старых невозобновившихся вырубках борозды нарезают через 3 м, а на свежих – через 4–5 м.

Обработка почвы созданием микрповышений производится на почвах с сезонным переувлажнением и избыточным увлажнением. В этих условиях растения страдают от избытка влаги и недостатка кислорода. Одно из неперемных условий агротехники при образовании микрповышения – плотность прилегания пласта к подстилающей его поверхности почвы.

На вырубках с влажными (временно переувлажняемыми) суглинистыми почвами обработку почвы производят микрповышениями в виде гряд (рисунок 4.1, г, д, е) или пластов (рисунок 4.1, а, ж). В зависимости от условий высота микрповышений должна быть

15–30 см, ширина – не менее 50 см, а расстояние между серединами микроповышений – не более 5 м.

На сырых и влажных почвах прокладывают осушительные каналы (рисунок 4.1, и) с одновременным образованием пластов под посев или посадку лесных культур. Применяют плуги-канавокопатели и специальные шнековые плуги, отодвигающие пласты от бровки канала для последующих проходов трактора.

Обработка почвы вровень с ее поверхностью применяется на почвах с нормальным увлажнением, когда воздушный и водный режимы благоприятно сочетаются. Такие условия складываются на вырубках со свежими слабозадернелыми супесчаными и легкосуглинистыми почвами. Почву необходимо рыхлить полосами (рисунок 4.1, в) на глубину 10–15 см с одновременным перемешиванием подстилки и минерального слоя. Расстояния между полосами 3–5 м.

Выбор рационального способа обработки почвы и соответствующих машин и орудий связан с технологическими свойствами почвы, которые в совокупности определяют условия работы почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов. Технологические свойства почвы зависят от соотношения в ней твердой фазы, воды, воздуха и живых организмов.

#### **2.4.2 Лесотехнические требования, предъявляемые к орудиям и машинам**

Для каждой почвообрабатывающей машины разработаны агротехнические и лесотехнические требования, которые предписывают, какую работу она должна выполнять в процессе эксплуатации. Несоблюдение этих требований ведет к снижению приживаемости, уменьшению энергии роста лесных культур и выхода стандартного посадочного материала, выращиваемого в питомниках.

Общие требования к технологическим процессам основной обработки почвы следующие:

- отклонение среднеарифметической величины фактической глубины пахоты от заданной не должно превышать  $\pm 5\%$  на ровных участках и  $\pm 10\%$  на неровных. Отклонение ширины захвата плуга от конструктивной допускается до  $\pm 10\%$ ;

- при нарезке борозд необходимо добиваться прямолинейности и полного оборота пласта, а также контакта его нижней поверхности с поверхностью почвы;

- сорные растения и удобрения должны запахиваться на глубину не менее 15 см от поверхности почвы;

- при поверхностной обработке почвы не допускаются отклонения более чем на  $\pm 1$  см от заданной глубины обработки;

– на обработанном поле в посевном отделении питомника не должно быть гребней выше 3–5 см и комков почвы диаметром более 3–4 см;

– при уходе за посевами сорняки должны быть полностью уничтожены при минимальном повреждении культурных растений.

Для механизированной обработки почвы промышленностью выпускаются разнообразные почвообрабатывающие машины.

По способу обработки почвы машины и орудия делятся на три группы: *для основной обработки почвы, специального назначения и для поверхностной обработки почвы.*

К первой группе относятся: тракторные плуги общего назначения; плуги-рыхлители и плоскорезы для безотвальной вспашки.

Во вторую группу входят: плуги лесные, кустарниково-болотные, плантажные и садовые; фрезы для обработки почвы на осушенных болотах и вырубках; ямокопатели и др.

К третьей группе относятся: бороны зубовые, дисковые, сетчатые; луцильники; катки; культиваторы.

По способу агрегатирования с трактором почвообрабатывающие машины и орудия бывают *навесные, полунавесные и прицепные.* Наибольшее распространение получили навесные машины. Они присоединяются к навесной системе трактора и при переездах поднимаются целиком в транспортное положение. К полунавесным относятся машины и орудия, при переводе которых в транспортное положение навесной системой трактора поднимается только передняя часть машины, а оставшаяся часть опирается на колеса. Прицепные машины имеют собственное шасси.

Основные преимущества навесных машин перед прицепными: меньшее число узлов и деталей, меньшая масса (на 40–50 %); большая маневренность; более легкое обслуживание и регулировки.

РЕЦ

## 2.5 Почвообрабатывающие машины и механизмы

2.5.1 Плуги и их рабочие органы, плуги для обработки дренированных, временно переувлажняемых и избыточно увлажненных почв

2.5.2 Фрезы лесные и машины для поверхностной обработки почвы

2.5.3 Техника безопасности при обработке почвы

### 2.5.1 Плуги и их рабочие органы, плуги для обработки дренированных, временно переувлажняемых и избыточно увлажненных почв

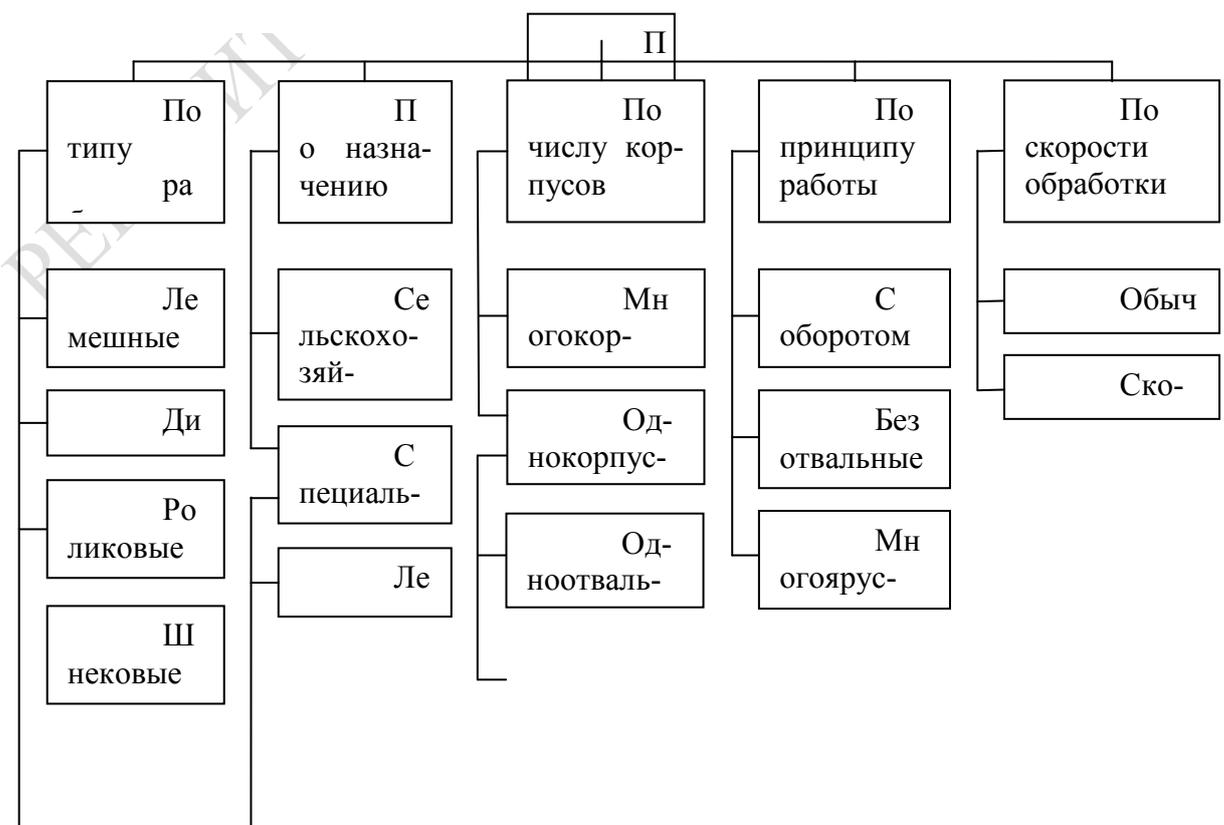
Плуги классифицируются по типу рабочих органов, назначению, числу корпусов, по скорости обработки и по принципу работы (рисунок 5.1).

Отвальные (лемешные) плуги получили самое широкое распространение в лесном хозяйстве. Дисковые применяются для обработки почв на вырубках, на сухих твердых и переувлажненных почвах. Комбинированные плуги представляют орудия, у которых вместо одного из рабочих органов (отвала, предплужника, почвоуглубителя) ставится фреза или ротор, предназначенные для улучшения рыхления почвы.

В зависимости от способа присоединения к трактору плуги бывают навесные, полунавесные и прицепные.

К плугам общего назначения относятся плуги, применяемые в полеводстве.

Плуги могут иметь от одного до десяти корпусов. Однокорпусные плуги могут быть одно- и двухотвальными. Лесные плуги чаще всего одно- и двухкорпусные. Различают плуги обычные, с рабочей скоростью до 5 км/ч и скоростные – 5–10 км/ч и выше.



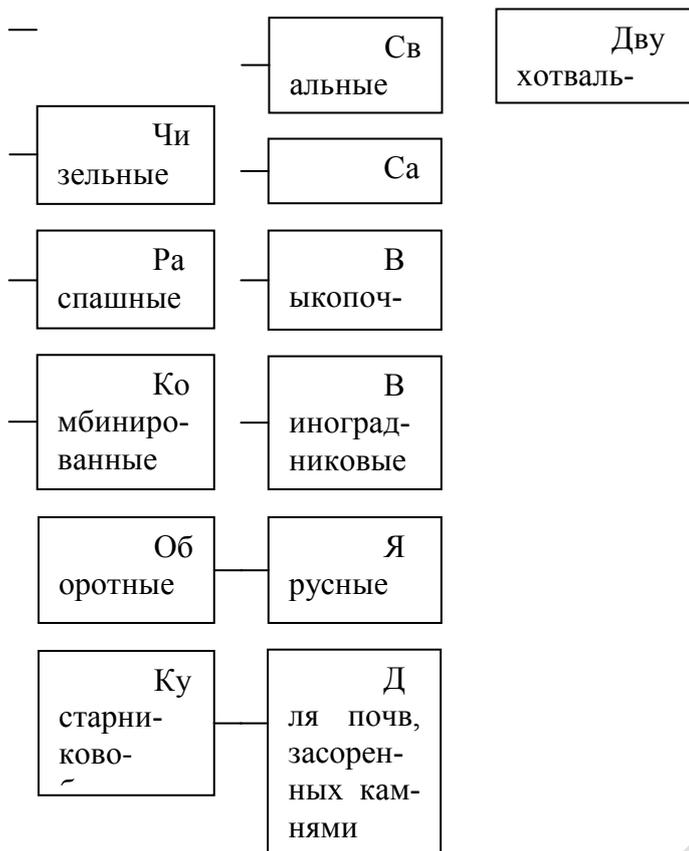
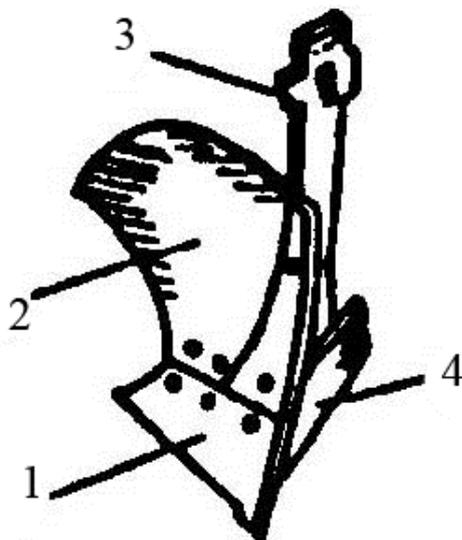


Рисунок 5.1 – Классификация плугов

**Рабочие органы лемешного плуга.** Основной рабочий орган плуга – это корпус (рисунок 5.2), который состоит из *лемеха*, *отвала*, *полевой доски* и *стойки*. Лемех и отвал образуют рабочую поверхность корпуса плуга.

На отвалах некоторых специальных плугов прикрепляют перо для полного оборота пласта. Многие плуги имеют почвоуглубитель для рыхления дна борозды.



1 – лемех; 2 – отвал; 3 – стойка; 4 – полевая доска

## Рисунок 5.2 – Схема лемешного плуга

Лемех предназначен для подрезания пласта почвы в горизонтальной плоскости и приподнятия его над дном борозды. Лемеха бывают двух основных типов: трапецидальные и долотообразные.

Отвал служит для поднятия, крошения, оборота и отваливания пласта в сторону. Различают отвалы с цилиндрической, культурной, винтовой и полувинтовой поверхностями.

Отвалы во время работы испытывают большие нагрузки от скользящей по их поверхности почвы, от встречающихся в почве камней и древесных остатков и относительно быстро изнашиваются. Для повышения прочности отвалы изготавливают из двух или трех слоев металла: наружный – обычно из твердого и износостойкого металла, внутренний – из менее прочного, но устойчивого против изгибающих деформаций и ударов.

Рабочая поверхность отвала должна быть тщательно отшлифована и не иметь вмятин.

Для отвалов лесных плугов важным параметром является высота рабочей поверхности. Она должна исключать попадание на тыльную сторону порубочных остатков, которые обычно формируются перед движущимся корпусом в виде призмы волочения. Последняя может смещаться как на правую, так и на левую боковую поверхность плуга. Расчеты показывают, что нормальный процесс расчистки при захлапленности вырубков  $70 \text{ м}^3/\text{га}$  и ширине захвата 2 м достигается при рабочей высоте отвала 0,6–0,65 м.

Полевая доска обеспечивает устойчивый ход плуга, предохраняет стойку от изнашивания, компенсирует боковые реакции, возникающие при вспашке, и предотвращает смещение плуга в сторону. Полевой доской корпус опирается о стенку борозды. Она имеет прямоугольную форму и расположена под углом  $2\text{--}3^\circ$  к стенке и дну борозды. Для повышения срока службы полевых досок к ним иногда крепятся сменные пятки.

Стойка корпуса плуга служит для крепления к ней отвала, лемеха и полевой доски. К раме плуга стойка крепится болтами.

Вспомогательные части плуга. К вспомогательным частям плуга относятся: рама, опорное колесо, механизмы подъема, предплужник, черенковый нож, дисковый нож.

Рама служит для крепления всех узлов плуга, а также для приложения к ней тягового усилия.

Колеса служат для опоры на почву во время работы или транспортировки (полунавесных и прицепных) плугов и регулировки глу-

бины вспашки.

Навеска служит для присоединения плуга к трактору, оборудованному гидравлическим подъемным механизмом. Навеска у плугов обычно трехточечная для обеспечения жесткости соединения плуга с трактором.

Предплужник срезает верхний небольшой слой почвы с сорняками. Он представляет собой небольшой корпус без полевой доски шириной, составляющей  $\frac{2}{3}$  захвата основного корпуса, крепится к раме плуга впереди основного корпуса на таком расстоянии, чтобы пласт во время вспашки свободно проходил и не касался предплужника. Носок лемеха предплужника должен находиться от носка лемеха основного корпуса на расстоянии 25–30 см по ходу плуга.

Черенковый нож используется на лесных, плантажных и кустарниково-болотных плугах для разрезания пласта и мелких корней во время вспашки и выноса на поверхность корневых остатков. Носок черенкового ножа устанавливают на 3–4 см впереди носка лемеха основного корпуса плуга и на 3–4 см выше лезвия лемеха. При таком расположении нож подрезает пласт несколько раньше, чем его начинает поднимать лемех. На задернелых и вновь осваиваемых землях носок ножа можно размещать на уровне носка лемеха корпуса. На кустарниково-болотных плугах для облегчения их работы нож рекомендуется опускать ниже носка корпуса на 4–5 см.

Дисковый нож – это стальной диск чаще всего толщиной 4 мм и диаметром 390 мм. Он установлен на оси и вращается в ступице на шарикоподшипниках. Ступица надета на консоль, вращающуюся на вертикальной стойке. Угол поворота консоли относительно стойки равен  $20^\circ$  в обе стороны. Нож можно перемещать вдоль рамы вперед и назад, а также вверх и вниз.

Дисковые ножи применяются на плугах для вспашки старопахотных земель, не засоренных камнями и корнями древесно-кустарниковой растительности. При вспашке задернелых почв дисковые ножи устанавливаются перед каждым корпусом.

Корпус плуга характеризуется *углами установки лемеха ко дну и стенке борозды, формой рабочей поверхности, шириной захвата и глубиной обработки почвы.*

Плуги специального назначения снабжены корпусами с шириной захвата 45, 50, 60, 70 и 100 см; общего назначения – 25, 30, 35, 40 см.

По форме рабочей поверхности отвальные корпуса подразделяются на винтовые, полувинтовые, культурные, цилиндрические, комбинированные и др.

Чаще всего применяются полувинтовые и культурные корпуса плугов. Винтовые корпуса используются на плугах специального

назначения для обработки лесных почв, перепашки полей с многолетними травами, целинных земель. Они хорошо оборачивают пласт, но хуже его крошат. Хорошо оборачивают пласт и полувинтовые корпуса, поэтому их устанавливают на болотно-кустарниковых и некоторых типах плугов общего назначения для вспашки сильно задернелых и целинных почв.

Культурные корпуса применяются для вспашки старопахотных почв, а также в посевном и школьном отделениях лесных питомников. Они хорошо крошат и оборачивают пласт. Для скоростной вспашки применяются скоростные культурные корпуса.

Безотвальные корпуса применяются для глубокого рыхления почвы без существенного деформирования пласта. Рыхление почвы осуществляется лемехом, который подрезает пласт и перемещает его через себя. От падения через лемех пласт крошится без значительного перемешивания. Безотвальная вспашка используется в основном в районах, подверженных ветровой эрозии.

Корпуса с почвоуглубителем устанавливаются на плугах для вспашки маломощных, подзолистых, засоленных почв с одновременным углублением пахотного слоя на 6–15 см. Почвоуглубитель в виде стрельчатой лапы размещается позади основного корпуса плуга и рыхлит дно борозды, что устраняет вынос на поверхность вредного для растительности подпочвенного горизонта. Почвоуглубители используются на лесных почвах многих типов.

Дисковые корпуса применяются для вспашки почв, засоренных погребенной древесной растительностью, с низкими пнями на вырубках, на переувлажненных почвах. Корпус снабжен сферическим диском, который свободно вращается на оси.

Одним из значимых показателей работы лемешного плуга является **оборачиваемость пласта почвы**. При рассмотрении условий оборачиваемости пласта предполагается, что в поперечном сечении он имеет прямоугольную форму. Рассмотрим пласт ABCD, оборачиваемый корпусом плуга (рисунок 5.3). Пласт, отрезанный от дна борозды по грани BA и от стенки борозды по граням BC и AD, поступает на рабочую поверхность корпуса. Перемещаясь по ней, пласт поворачивается вокруг ребра D, встает на грань A<sub>1</sub>D в положение A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D, а затем в положение A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D.

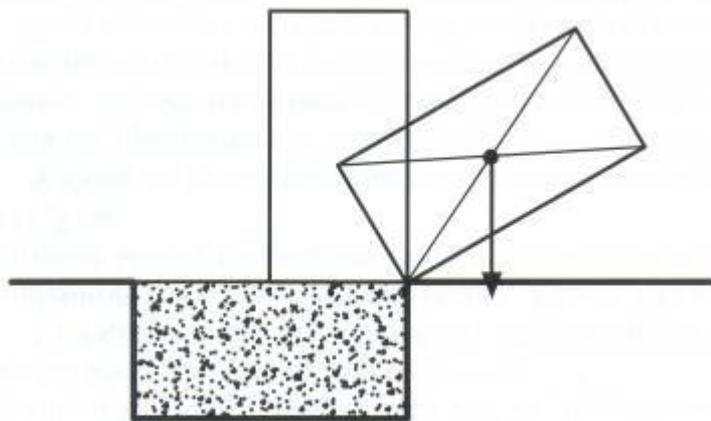


Рисунок 5.3 – Схема оборота пласта почвы при вспашке лемешным плугом

Рассматривая оборот пласта при вспашке, представим условно, что пласт не деформируется и его параметры  $a$  (глубина пахоты) и  $b$  (ширина пласта) не изменяются. Для оборота пласта большое значение имеет отношение ширины захвата корпуса к глубине пахоты, т. е. –  $b:a$ . Во время вспашки пласты не должны падать обратно в борозду. Для того чтобы пласт обратно не возвращался в борозду после прохождения плуга, линия действия силы тяжести  $G_n$  должна находиться правее точки его опоры  $D$ .

В результате теоретических расчетов установлено, что отношение ширины пласта к глубине вспашки должно быть больше 1,27 ( $k > 1,27$ ).

В практике, в зависимости от типа плуга и условий работы пласт оборачивается при значении  $k = 0,8-3$ .

Для обеспечения **устойчивой работы плуга** необходимо правильно навесить его на трактор. При правильной установке плуга в продольной плоскости линия силы тяги трактора должна проходить через точку следа центра тяжести плуга и шарнир крепления нижних продольных тяг к трактору. След центра тяжести – это точка пересечения перпендикуляра, проведенного из центра тяжести плуга с опорной (горизонтальной) поверхностью. След центра тяжести многокорпусных плугов находится посередине прямой линии, соединяющей носки первого и последнего корпусов.

Устойчивость хода навесных и полунавесных плугов в поперечной плоскости регулируется смещением навески плуга относительно оси трактора.

Специальные лесные плуги для нарезки борозд в качестве рабочего органа имеют в основном двухотвальные плужные корпуса.

Дисковые плуги меньше подвержены поломкам при встрече с препятствиями, так как они автоматически выглубляются и перекатыва-

ются через них. Однако они уступают лемешным плугам по глубине обработки почвы, нормально работают лишь на незадернелых, относительно легких почвах, на предварительно расчищенных вырубках.

Плуги общего назначения используются для обработки почвы в лесных питомниках, на лесокультурных объектах бывшего сельхозпользования, рекультивируемых нарушенных землях, в защитном лесоразведении.

В зависимости от площади обрабатываемых участков и наличия тяговых средств применяются навесные плуги от одно- до шестикорпусных. Они предназначены для пахоты на глубину до 30 см старопахотных почв с удельным сопротивлением  $90 \text{ кН/м}^2$ , кроме почв с наличием камней. Корпуса, предплужники и дисковые ножи навесных плугов отличаются только размерами. Они состоят из плоской рамы с навесным устройством, опорного колеса с винтовым механизмом, основных корпусов, предплужников и дискового ножа. Наиболее широкое распространение в лесном хозяйстве имеют плуги общего назначения ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35, ПЛН-6-35. ОАО «Лидсельмаш» выпускает плуги этой категории Л-101, Л-107, Л-108 (рисунок 1.34). Агрегатируются эти плуги в зависимости от количества корпусов с тракторами МТЗ-80/82, ДТ-75, Т-150, Т-150К. Ширина захвата составляет 90–210 см, производительность 0,7–1,5 га/ч.

На вырубках с сухими и дренированными почвами используют плуги для обработки почвы нарезкой одно- или двухотвальных борозд под последующую посадку или посев лесных культур в дно борозды. Для этих целей разработаны плуги ПКЛ-70 в различных модификациях, ПЛ-1, ПЛП-135, ПЛШ-1,2, ПЛБ-0,7, ПЛБ-1 и др.



Рисунок 5.4 – Плуг ПЛН-3-35

**Плуг комбинированный лесной ПКЛ-70А** (рисунок 5.5) предназначен для полосной обработки почвы бороздами с различной степе-

нью задернения на нераскорчеванных вырубках с числом пней до 600 шт./га, не покрытых лесом площадях, а также для прокладки противопожарных минерализованных полос.

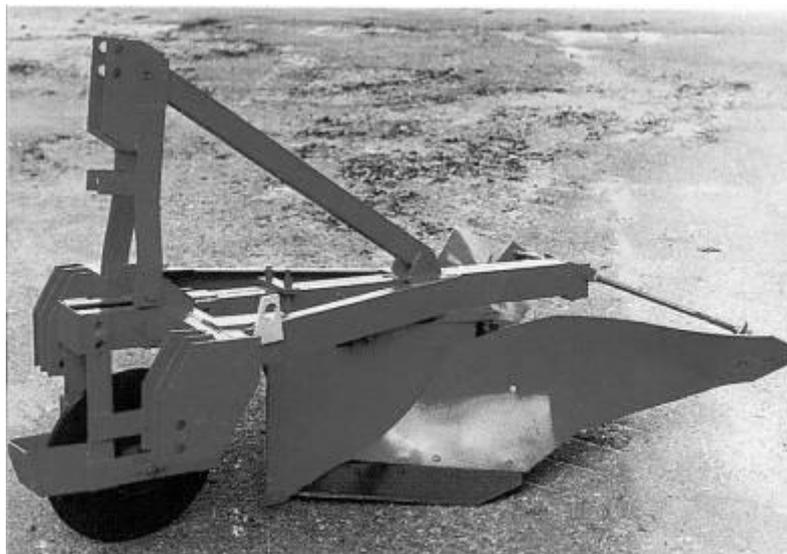
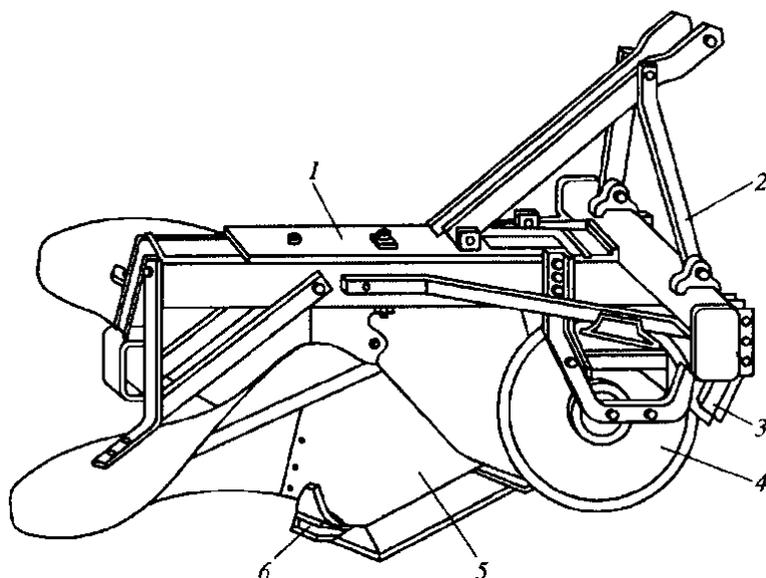


Рисунок 5.5 – Общий вид плуга комбинированного лесного ПКЛ-70А

Основные части плуга (рисунок 5.6): рама 1 с навесным устройством 2, двухотвальный корпус 5 с право- и левооборачивающими поверхностями, дисковый нож 4 и опорная пята. В комплект плуга могут входить дополнительное оборудование: рыхлительная лапа и посевное приспособление. Агрегатируется плуг с тракторами ЛХТ-55, ТДТ-55А с задней навеской, ДТ-75М, МТЗ-82 (на легких почвах). Лемеха подрезают пласты почвы снизу, приподнимают их, далее пласты скользят по винтовой поверхности отвалов, оборачиваются и укладываются на необработанную поверхность рядом с бороздой. Подрезающие ножи отрезают пласты по краям борозды и этим предотвращают их самопроизвольное оборачивание в борозду.

РЕПОЗИ



1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – защитный кожух; 4 – дисковый нож; 5 – двухотвальный корпус; 6 – подрезающий нож

Рисунок 5.6 – Схема плуга ПКЛ-70А

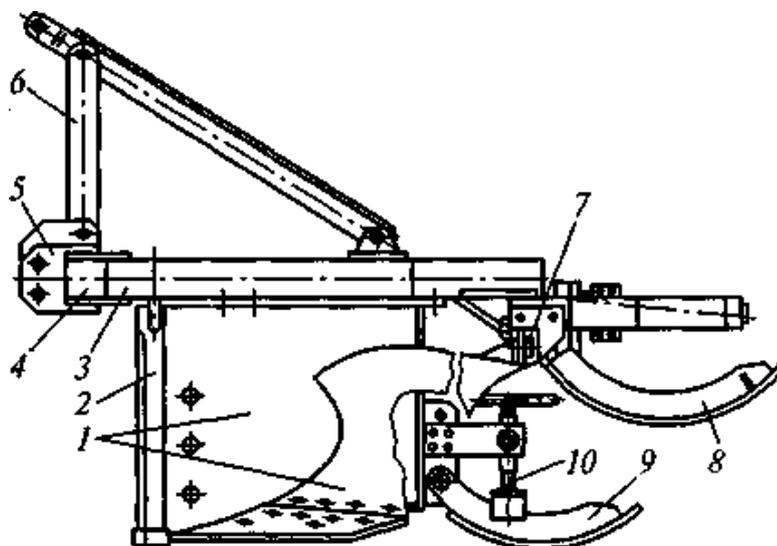
Ширина борозды 70 см, ширина пластов по 35 см, глубина борозды 10–15 см, производительность плуга за 1 ч основного времени 2–3,5 км, масса 450 кг.

**Плуг лесной ПЛ-1** (рисунок 5.7) предназначен для нарезки двухотвальных борозд шириной 1 м под посадку лесных культур на нераскорчеванных вырубках с числом пней до 600 шт./га, а также для прокладки противопожарных минерализованных полос. Это мощный и прочный плуг, рассчитанный на силу тяги тракторов ЛХТ-100, ТЛТ-100; может также агрегатироваться с тракторами ЛХТ-55, ТДТ-55А с задней навеской.



Рисунок 5.7 – Общий вид плуга лесного ПЛ-1

Основные узлы плуга (рисунок 5.8): рама сварной конструкции, состоящая из продольного 3 и поперечного 4 брусьев коробчатого сечения; навесное устройство 6; рабочий орган.



1 – клин; 2 – черенковый нож; 3 – продольный брус рамы; 4 – поперечный брус рамы; 5 – проушина; 6 – навесное устройство; 7 – распорный брус; 8 – прижимное устройство; 9 – опорная пята; 10 – регулировочный винт

Рисунок 5.8 – Схема плуга ПЛ-1

Рабочий орган состоит из плужного двухотвального корпуса, прижимных устройств 8 и опорной пяты 9.

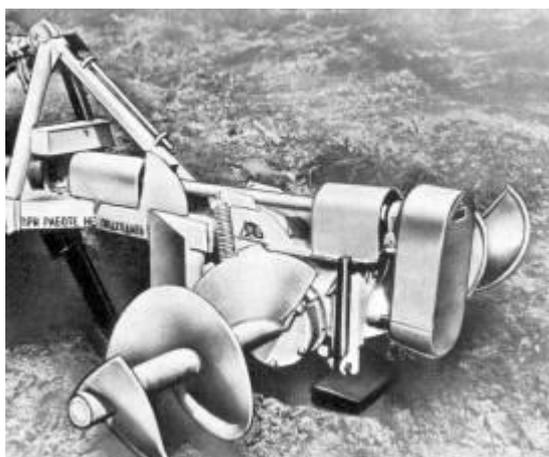
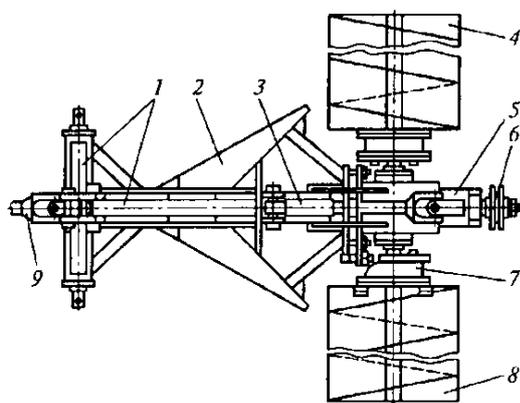
При движении агрегата черенковый нож разрезает дернину, лесную подстилку и почву на глубину хода плуга. Пласты, подрезанные лемехами, оборачиваются отвалом на 180°, при этом прижимные устройства предотвращают завал пластов обратно в борозду.

Ширина борозды 1 м, глубина борозды 10–15 см, ширина минерализованной полосы 2,0–2,1 м, масса плуга 650 кг, производительность за 1 ч основного времени 2,5–3 км.

На временно переувлажняемых вырубках посадку осуществляют в микроповышения в виде пластов по обе стороны борозды, образованных плугами ПЛП-135, ПЛБ-1, ПЛ-1, ПЛ-2-50, либо в виде гряд, образованных плугами ГОШ-1,3, ПЛМ-1,5, ПДВ-1,5, ПШ-1.

**Плуг шнековый ПШ-1** (рисунок 5.9) предназначен для нарезки дренирующих канав с образованием двух микроповышений (гряд) под посадку лесных культур на предварительно расчищенных полосах шириной 3,5–4,0 м. Он может использоваться для обработки почвы на дренированных и избыточно увлажненных почвах. Плуг

представляет собой сочетание двухотвального плужного корпуса 2 и двух шнеков (правого 4 и левого 8), смонтированных на раме 7. Перед плужным корпусом установлен черенковый нож с тупым углом вхождения в почву. Шнеки приводятся в действие от ВОМ трактора через карданную передачу 9, цепную передачу 6 и конический редуктор 5. Диаметр шнеков 580 мм, длина 1 м, частота вращения 50–75 мин<sup>-1</sup>.



*а* – схематическое изображение; *б* – общий вид; 1 – рама;  
2 – плужный корпус; 3 – механизм копирования микрорельефа;  
4, 8 – шнеки; 5 – редуктор; 6 – цепная передача;  
7 – предохранительная муфта; 9 – карданная передача

Рисунок 5.9 – Плуг шнековый ПШ-1

При работе плуга черенковый нож разрезает почву и находящиеся в ней корни, лемеха плужного корпуса подрезают пласты толщиной до 30 см и поднимают их по отвалам на поверхность по обе стороны борозды, где они подхватываются вращающимися шнеками, измельчаются и перемещаются в сторону от краев борозды на 80 см, образуя микроповышения в виде валиков шириной 75 см, высотой 30–35 см с расстоянием между ними по центрам 3,2 м. В свободное пространство между бороздой и валиками вписываются гусеницами или колесами тракторы при проведении посадочных работ и уходе за лесными

культурами.

Плуг ПШ-1 агрегируется с тракторами ЛХТ-55, ЛХТ-100, оборудованными задним ВОМ. Масса плуга 740 кг, производительность за 1 ч основного времени 1,8–2 км.

**Плуг дисковый для вырубков ПДВ-1,5** (рисунок 5.10) предназначен для создания микроповышения по центру полосы, расчищенной орудием для расчистки вырубков ОРВ-1,5. Агрегируется плуг с тракторами ЛХТ-55, ЛХТ-100, а также ТДТ-55А, ТЛТ-100, оборудованными задней навесной системой. Основные узлы плуга: рама с навесным устройством; четыре дисковых корпуса (два правооборачивающих и два левооборачивающих), установленные попарно в свал с помощью колленчатых полуосей; два защитных устройства, смонтированные на раме перед дисковыми корпусами; балластный ящик.



Рисунок 5.10 – Плуг дисковый для вырубков ПДВ-1,5

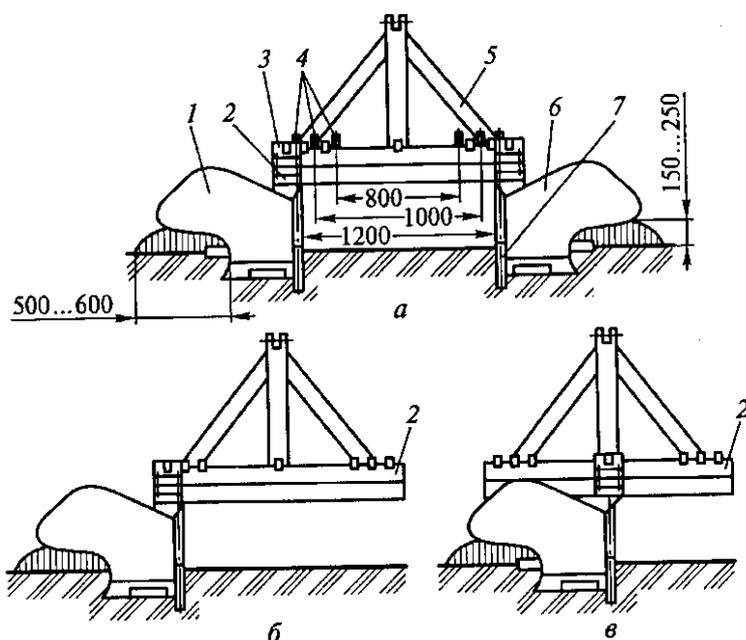
Диаметр дисков 650 мм, угол атаки дисковых корпусов регулируется от 35 до 45°, угол наклона дисковых корпусов относительно вертикали – 20°.

В процессе работы дисковые корпуса подрезают пласты, оборачивают их, рыхлят почву и перемещают пласты к середине полосы в свал, в результате чего на середине расчищаемой полосы образуется микроповышение. Ширина захвата плуга 1,3–1,5 м, глубина обработки 12–18 см, высота образуемой гряды по центру 15–20 см, производительность плуга за 1 ч основного времени до 3,5 км, масса 950 кг.

Для обработки избыточно увлажненных почв разработаны специ-

альные лесные плуги (ПЛ-2-50, ПЛО-400), плуги-канавокопатели (ПКЛН-500А, ЛКН-600 и др.) и кустарниково-болотные плуги (ПКБ-75, ПБН-100, ПБН-3-45 и др.).

**Плуг лесной двухкорпусной ПЛ-2-50** (рисунок 5.11) предназначен для обработки почвы под посадку лесных культур на вырубках и может использоваться в двух- и однокорпусном вариантах. В двухкорпусном варианте плуг применяют на предварительно расчищенных от пней, валежника и порубочных остатков полосах шириной 3–4 м, в однокорпусном – на нераскорчеванных вырубках с количеством пней до 800 шт./га. Агрегатируется плуг с тракторами ЛХТ-55, ЛХТ-100.



1, 6 – плужные корпуса; 2 – рама; 3 – хомут; 4 – штифты; 5 – навесное устройство; 7 – черенковый нож

Рисунок 5.11 – Плуг лесной ПЛ-2-50 в двухкорпусном (а) и однокорпусном (б, в) вариантах

Основные части плуга: рама 2 с навесным устройством 5, два плужных корпуса (с правооборачивающим 1 и левооборачивающим 6 отвалами) и два черенковых ножа 7 с тупым углом вхождения в почву. Каждый корпус имеет винтовой отвал, лемех, долото, полевую доску и подрезной нож.

В двухкорпусном варианте плуг работает в развал, образуя профиль обработанной почвы, показанный на рисунке 5.11, а. При этом положение плужных корпусов на поперечном бруске рамы можно менять (регулировать), устанавливая расстояние между ними 0,8; 1,0 и 1,2 м. Благодаря этому можно изменять расстояние между центрами пластов от 1,8 до 2,9 м. В однокорпусном варианте плужный корпус

устанавливают или в центре рамы плуга (рисунок 5.11, в) или на расстоянии 0,4; 0,5 либо 0,6 м от центра (рисунок 5.11, б) в зависимости от принятых последующих технологических операций по созданию лесных культур.

Каждый корпус во время работы образует отдельную непрерывную борозду шириной 50 см и глубиной 15—25 см, формируя при этом пласт шириной более 40 см и толщиной в среднем 20 см. Черенковые ножи, расположенные перед корпусом, разрезают почву и корни древесных пород диаметром до 6 см. Лемех подрезает пласт почвы снизу, а подрезной нож – сбоку, после чего пласт, двигаясь по отвалу, обрачивается на 180°, укладывается рядом с бороздой и с помощью крыльев отвала прижимается к необработанной почве.

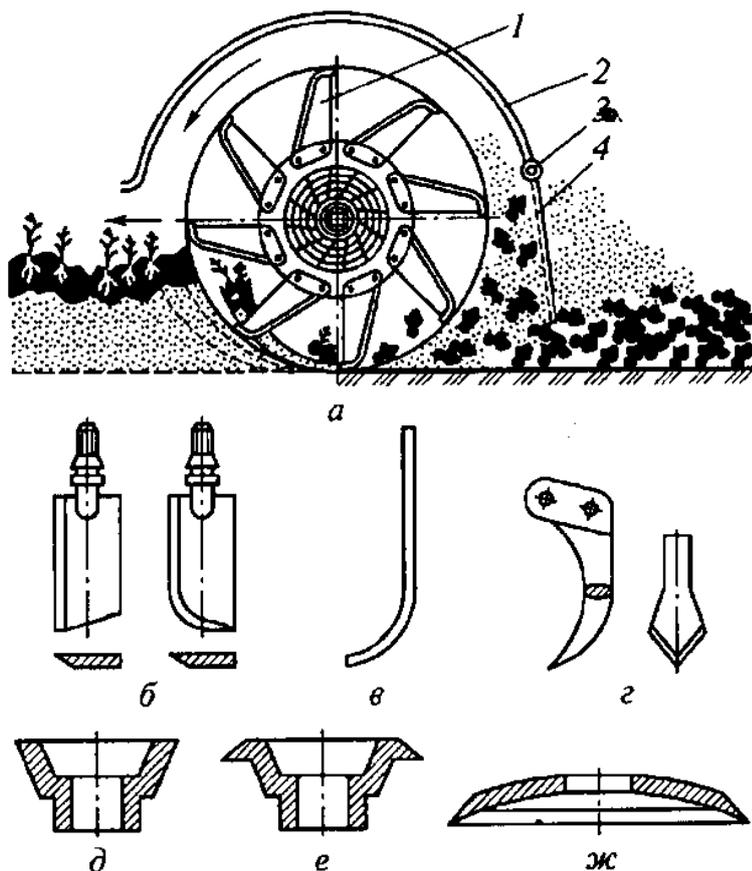
В однокорпусном варианте плуг в зависимости от установленного корпуса может отваливать пласты в разные стороны (налево или направо). При этом запахивается поросль лиственных пород высотой до 1 м.

Расстановку плужных корпусов на раме регулируют в зависимости от ширины колеи трактора, используемого при посадке и уходе за культурами. При этом гусеницы или колеса трактора должны вписываться в борозды, образуемые плугом. Глубину хода плуга регулируют изменением длины верхней тяги навесной системы трактора.

Масса плуга в двухкорпусном варианте 950 кг, производительность за 1 ч основного времени до 3,5 км.

### **2.5.2 Фрезы лесные и машины для поверхностной обработки почвы**

Фрезы производят наиболее качественное рыхление почвы с измельчением дернины с одновременным ее перемешиванием. Рабочим органом почвообрабатывающих фрез является фрезерный барабан (ротор) 1 (рисунок 5.12, а) с установленными на нем режущими элементами. Различают фрезы с прямым и обратным вращением фрезерного барабана. При прямом вращении отрезание почвенной стружки происходит сверху вниз, как показано на рисунке 5.12, а, а при обратном вращении – снизу вверх.



*a* – принципиальная схема фрезерного рабочего органа; *б* – прямой скалывающий пластинчатый нож; *в* – изогнутый Г-образный нож; *г* – рыхлящее долото; *д* – чашечный нож; *е* – тарельчатый нож; *ж* – дисковый нож; *1* – фрезерный барабан; *2* – защитный кожух; *3* – шарнир; *4* – решетка

Рисунок 5.12 – Рабочий орган фрезерных машин и его режущие элементы

В зависимости от назначения и условий применения фрезерные рабочие органы имеют различные по форме и размерам режущие элементы. Для обработки на глубину до 12—15 см малозадернелой почвы с наличием небольшого кустарника (поросли) и корней применяют прямые пластинчатые ножи (рисунок 5.12, б), которые характеризуются небольшой энергоемкостью при резании почвы. Изогнутые Г-образные ножи (рисунок 5.12, в) предназначены для обработки средне- и сильнозадернелых почв с наличием порубочных остатков и корневищ, а также для разделки пластов после вспашки кустарниково-болотными плугами. Для рыхления минеральных почв, а также для обработки почв с каменистыми включениями применяют рыхлящие долота (рисунок 5.12, г). Для обработки торфяных и мине-

ральных почв с древесными включениями используют чашечные (рисунок 5.12, д), тарельчатые (рисунок 5.12, е) и дисковые (рисунок 5.12, ж) ножи. Ножи устанавливаются в специальные державки, приваренные к барабанам, и крепятся болтами. Одним из преимуществ тарельчатых и дисковых ножей является то, что при износе одной части лезвий их можно повернуть другой частью.

Для обработки почвы фрезерованием разработаны специальные лесные фрезы ФЛУ-0,8, ФЛШ-1,2, МЛФ-0,8, МФ-0,9, ФП-1,3, ФПП-1 и др. Для глубокого фрезерования выпускается фреза МТП-42А, а для фрезерования торфяников – ФБН-1,5 и ФБН-2,0.

**Фреза почвенная ФП-1,3** (рисунок 5.13) предназначена для дополнительной обработки почвы перед посевом семян или посадкой сеянцев в лесных питомниках, включающих разрушение почвенных комков в верхнем пахотном слое, заделку удобрений в почву и выравнивание поверхности. Агрегатируется с тракторами Т-40АМ, МТЗ-80/82. Ширина захвата – 1,3 м, масса – 320 кг.

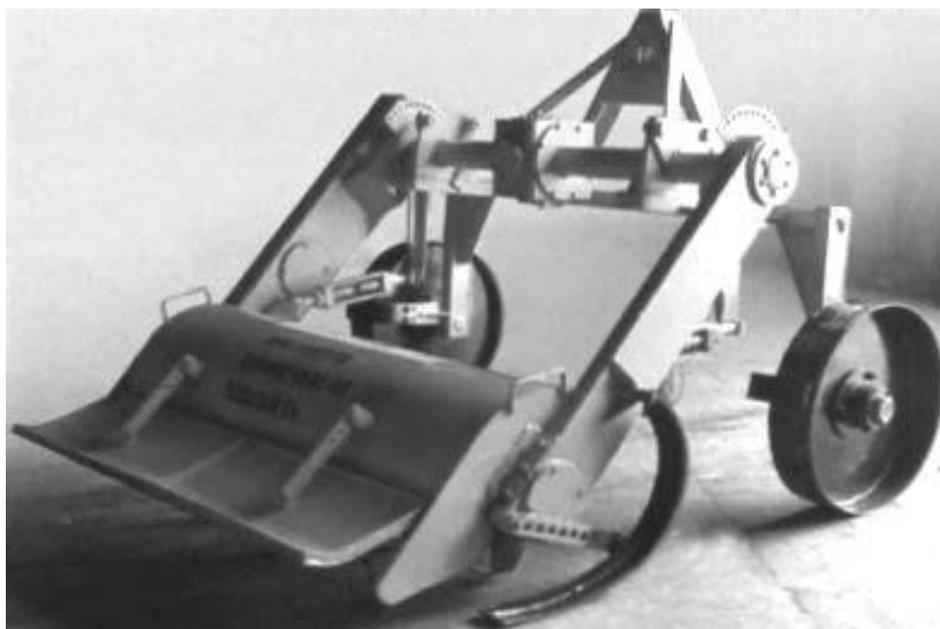
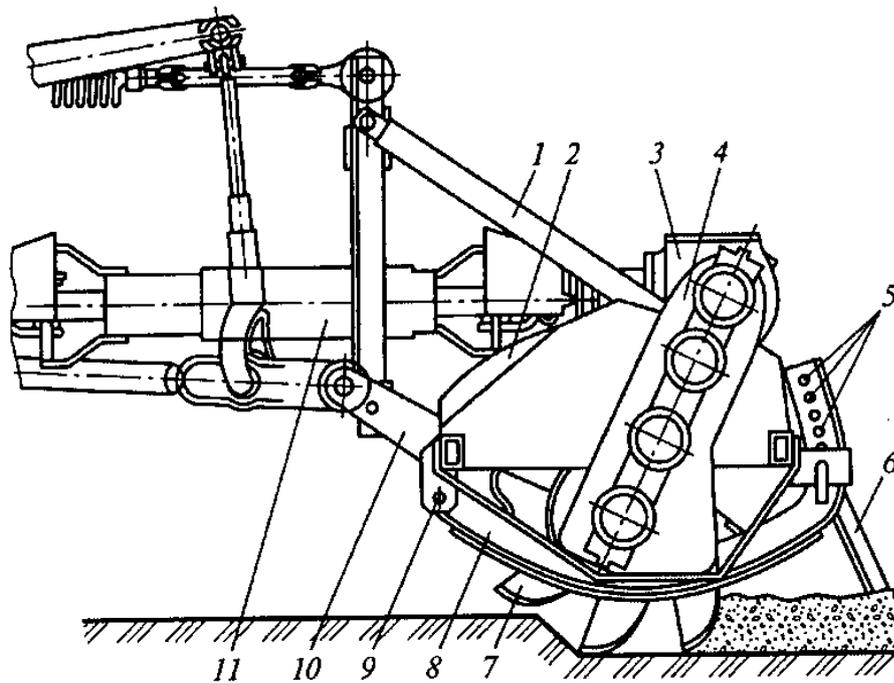


Рисунок 5.13 – Почвенная фреза ФП-1,3

**Фреза лесная унифицированная ФЛУ-0,8** (рисунок 5.14) предназначена для обработки почвы на глубину до 16 см полосами на свежих вырубках с числом пней до 600 шт./га под посадку лесных культур, для содействия естественному возобновлению леса, а также для подновления противопожарных полос. Агрегатируется она с трактором ДТ-75М.

Основные узлы фрезы: рама 10 с навесным устройством 1, карданная передача 11, конический 3 и цилиндрический 4 редукторы, фрезерный барабан 7, грабельная решетка 6, ограничительный полоз 8 и защитный кожух 2.



1 – навесное устройство; 2 – защитный кожух; 3, 4 – конический и цилиндрический редукторы; 5 – регулировочные отверстия; 6 – грабельная решетка; 7 – фрезерный барабан; 8 – ограничительный полоз; 9 – шарнир ограничительного полоза; 10 – рама; 11 – карданная передача

Рисунок 5.14 – Фреза лесная унифицированная ФЛУ-0,8

Фрезерный барабан имеет правые и левые Г-образные ножи, которые закреплены на семи ведомых дисках, свободно установленных на приводном валу. На каждом диске крепятся восемь ножей: четыре левых и четыре правых. Вращение ведомым дискам передается от ведущих дисков при помощи фрикционов, что обеспечивает предохранение ножей от поломок при встрече с пнями и крупными корнями. Привод фрезерного барабана осуществляется от заднего вала отбора мощности (ВОМ) трактора.

При рабочем движении трактора вращающийся фрезерный барабан ножами измельчает почву и корни диаметром до 4 см и отбрасывает измельченную массу на грабельную решетку 6, которая дополнительно дробит крупные фракции дернины. Растительные остатки и крупные комки почвы задерживаются решеткой и располагаются в нижней части обрабатываемого слоя почвы, а мелкие фракции проходят сквозь решетку граблей и засыпают обработанный слой сверху. Глубина обработки почвы регулируется перестановкой по высоте ограничительных ползьев 8.

Ширина захвата фрезы 0,8 м, диаметр фрезерного барабана 640 мм,

частота его вращения  $240 \text{ мин}^{-1}$ , глубина обработки 12–16 см, производительность фрезы за 1 ч основного времени 3,0 км, масса 750 кг.

**Фреза для подготовки почвы ФПП-1** (рисунок 5.15) служит для подготовки почвы под посадку лесных культур на лесосеках.

Производительность – 0,2 га/ч, ширина вспаханной борозды – 0,4–0,6 м, глубина обработки почвы – 10–25 см, рабочая скорость движения – 1,9–3,0 км/ч. Масса – 400 кг.

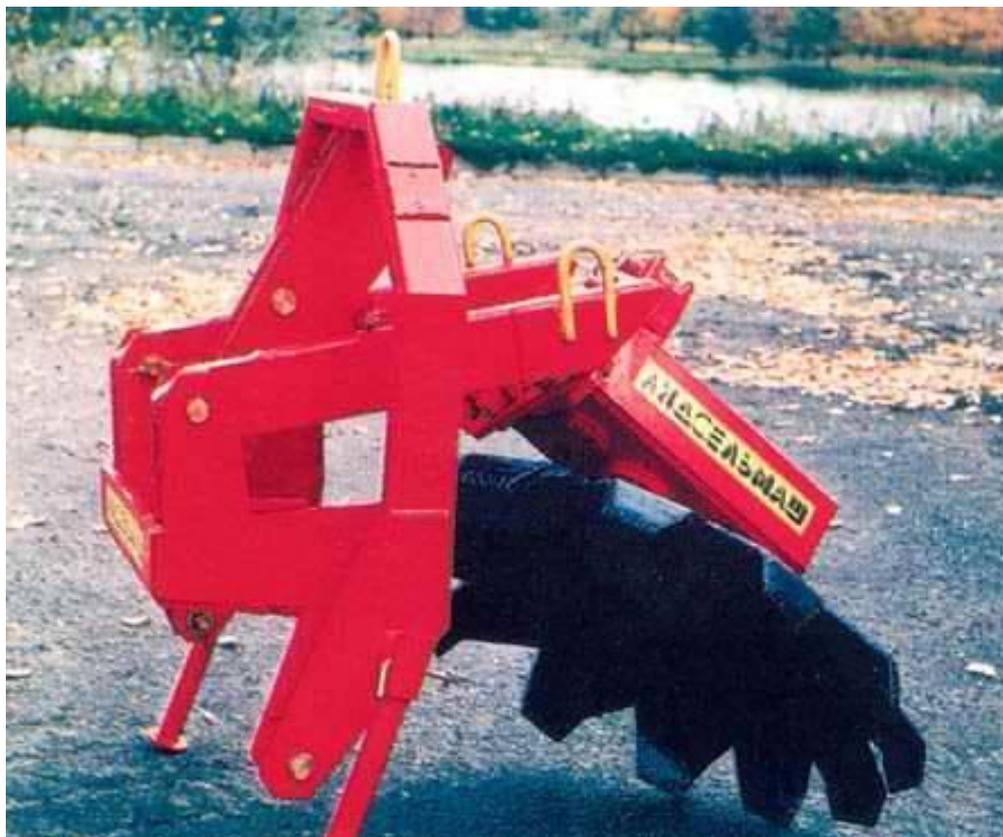


Рисунок 5.15 – Фреза для подготовки почвы ФПП-1

Машины для поверхностной обработки почвы по назначению объединяются в следующие группы: *бороны, культиваторы, катки*. Применяются эти машины в лесных питомниках, при закладке плантационных насаждений, при создании лесных культур на рекультивируемых землях и на вырубках после сплошной раскорчевки пней, а также для проведения агротехнических (лесокультурных) уходов.

Бороны служат для заделки семян и удобрений, рыхления верхнего слоя почвы, выравнивания поверхности обрабатываемого поля, борьбы с сорной растительностью. Бороны бывают зубовыми и дисковыми, а также подразделяются на бороны общего и специального назначения.

Зубовые бороны применяют для рыхления верхнего слоя почвы после вспашки, разрушения почвенной корки весной на посевах и боронования всходов, заделки семян и минеральных удобрений, выравнивания поверхности поля перед посевом, уничтожения сорняков. Ра-

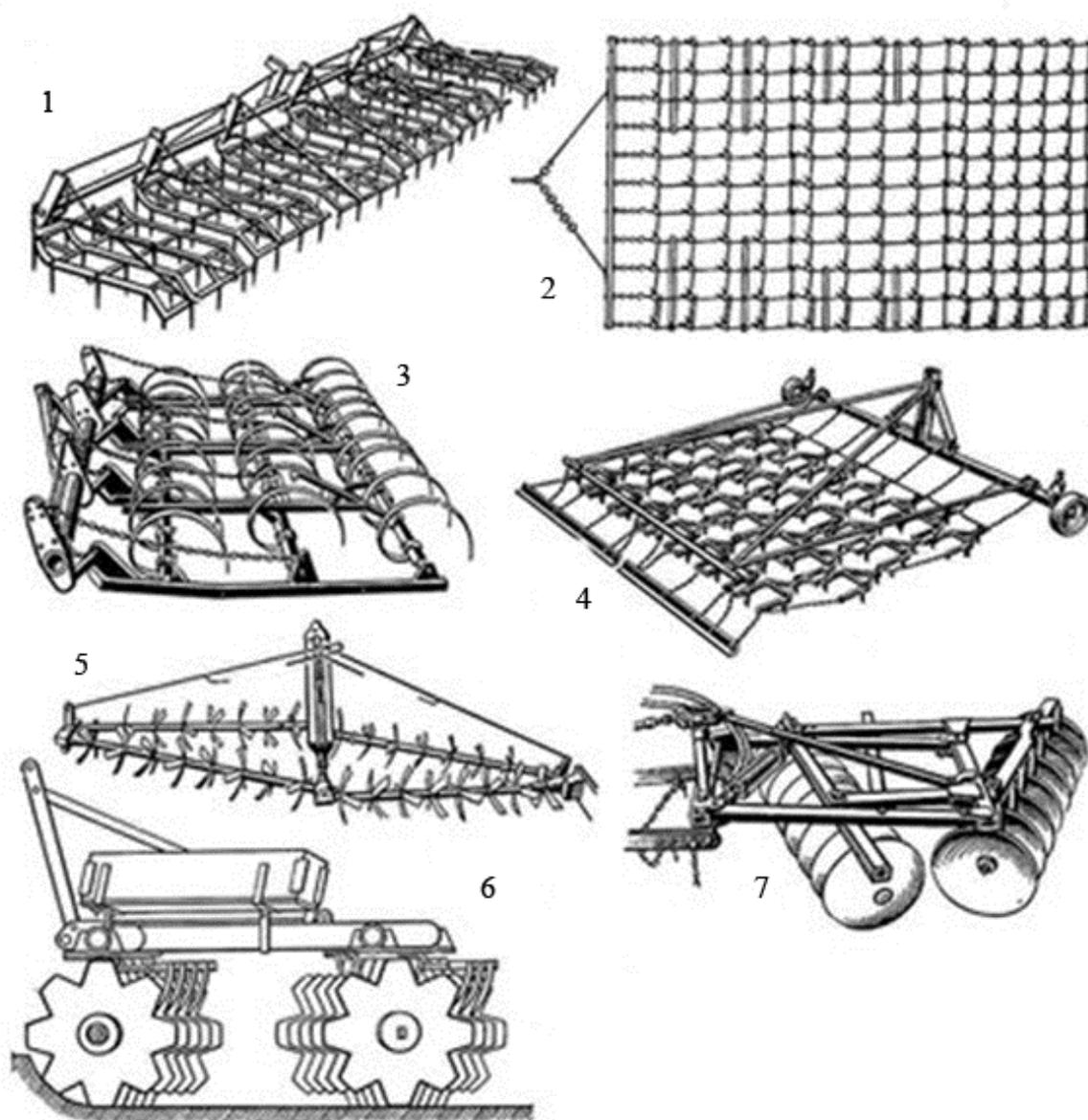
бочие органы этих борон – стальные зубья (квадратные, круглые, прямоугольные, ножевидные). Зубья крепят жестко или шарнирно к раме бороны либо к пружинной стойке. Для зубовых борон принята рама зигзагообразной формы, которая обеспечивает симметричное расположение зубьев и меньшую забиваемость орудия. По нагрузке, приходящейся на один зуб, эти бороны разделяют на тяжёлые (16–20 Н), средние (12–16 Н) и легкие (5–12 Н).

Зубовые бороны бывают следующих типов: «Зигзаг», шлейф-борона, сетчатые, пружинные, пропалочные, луговые и ножевые вращающиеся (рисунок 5.16).

В лесном хозяйстве широкое применение имеют ножевые вращающиеся бороны с рабочими органами в виде пластинчатых ножей (дисков), закрепленных на вращающихся валах. Сферические диски бывают сплошные и вырезные.

Диаметр диска оказывает существенное влияние на его заглубление в почву. С увеличением диаметра резко возрастает вертикальная слагающая реакции, за счет чего ухудшается заглубление диска в почву, поэтому необходима дополнительная нагрузка для заглубления дисков в почву. Радиус кривизны определяет крошащую способность рабочей поверхности. Чем меньше радиус, тем интенсивнее крошится и оборачивается пласт.

Угол атаки определяет боковое смещение, оборот и крошение пласта. Увеличение угла приводит к росту указанных показателей. Величина угла атаки также влияет на подрезание сорняков и залипание поверхности. При большом угле залипание диска увеличивается. Лезвие затачивают со стороны выпуклой поверхности диска.



1 – навесная зубовая «Зигзаг»; 2 – прицепная сетчатая; 3 – навесная пружинная; 4 – навесная луговая; 5 – навесная ножевая вращающаяся; 6 – навесная дисковая болотная; 7 – навесная дисковая садовая

Рисунок 5.16 – Типы борон

Для вырезных дисков наряду с указанными параметрами существенное значение имеют размеры вырезов. Вырезы способствуют захвату диском стеблей и перемещению их по направлению движения диска. Это препятствует сгуживанию корней и стеблей растений перед дисками.

Диски собирают в батареи. Расположенные под углом к направлению движения агрегата диски, вращаясь во время работы, разрезают пласты почвы, рыхлят, перемешивают и отваливают почву в сторону.

**Борона дисковая лесная Л-113-01** (рисунок 5.17) используется для обработки почвы в междурядьях лесных культур, лесных питомников.

Производительность – 1,4 га/ч, рабочая ширина захвата – 240 см,

глубина обработки почвы – 6–12 см, рабочая скорость движения – 6–12 км/ч. Масса – 1 200 кг.



Рисунок 5.17 – Борона дисковая лесная Л-113-01

**Борона дисковая навесная Л-111-01** (рисунок 5.18) предназначена для работы на легких и средних почвах нормальной влажности.

Производительность – 1,4 га/ч, рабочая ширина захвата – 250 см, глубина обработки почвы – 12 см, рабочая скорость движения – 3–6 км/ч. Масса – 870 кг.

**Борона дисковая садовая тяжелая БДСТ-2,5** (рисунок 5.19) применяется для глубокого рыхления почвы и уничтожения сорняков в междурядьях садов. Может использоваться для сплошной обработки полей. В рабочем положении борона является прицепным устройством.

Производительность – 0,9 га/ч, рабочая ширина захвата – 250 см, глубина обработки почвы – 12–15 см, количество дисков – 20 шт., диаметр дисков – 650 мм. Масса – 1 080 кг.



Рисунок 5.18 – Борона дисковая навесная Л-111-01



Рисунок 5.19 – Борона дисковая садовая тяжелая БДСТ-2,5

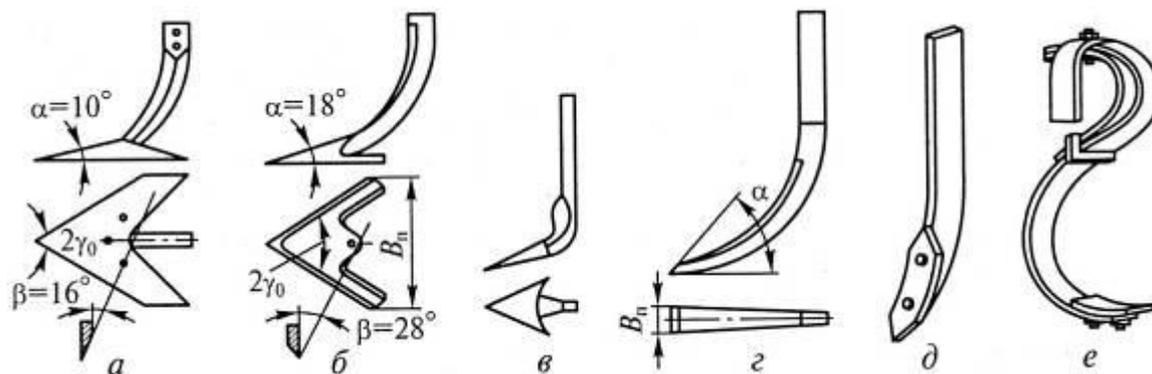
Культиваторы применяются для уничтожения сорной растительности и рыхления почвы с целью обеспечения благоприятного водного, воздушного и питательного режимов.

В лесном хозяйстве наиболее широкое применение нашли культиваторы КЛБ-1,7, КЛ-2,6, КВП-2,8, КРТ-3,0, КРН-2,8МО, КФП-1,5, КРЛ-1, КБЛ-1, КДС-1,8, КЛП-2,5, КПС-4, КЛ-1,25, КПШ-1,5, ККП-1,5 и др.

По назначению различают культиваторы: паровые – для сплошной обработки почвы (борьба с сорной растительностью перед посевом или посадкой в питомниках и на лесокультурных площадях); для

междурядной обработки (рыхление почвы и уничтожение сорняков в междурядьях и около рядков культур); универсальные – для сплошной и междурядной обработки почвы, обработки почвы в междурядьях и в рядах культур одновременно.

В лесных питомниках культиваторы используются для дополнительной обработки почвы, подкормки растений минеральными удобрениями, ухода за посадочным материалом в посевных и школьных отделениях питомника. В питомниках применяют в основном типы рабочих органов культиваторов, показанные на рисунках 5.20 и 5.21.



*a* – полольная плоскорежущая лапа; *б* – универсальная полольная стрельчатая лапа; *в* – рыхлительная копьевидная лапа;

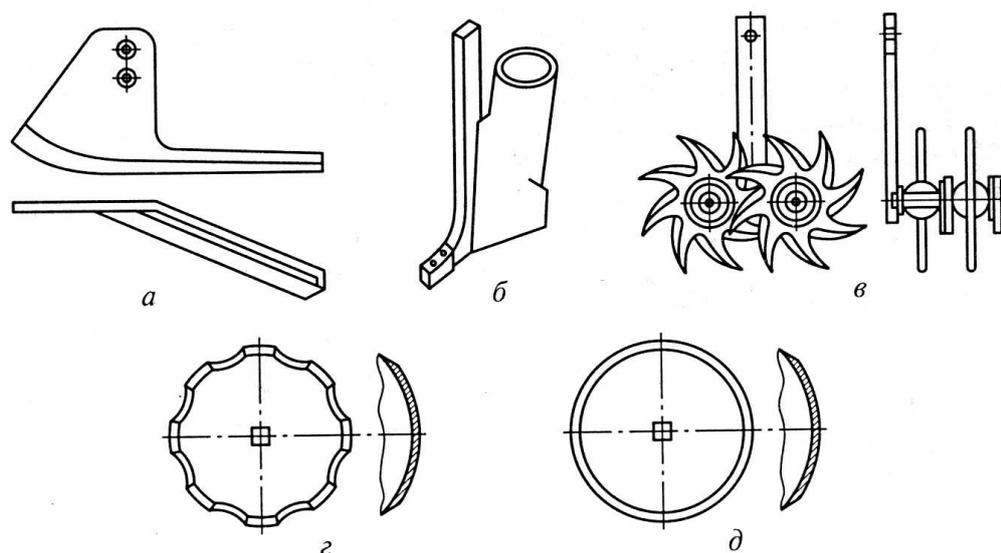
*г* – рыхлительная долотообразная лапа; *д* – рыхлительная

оборотная лапа; *е* – рыхлительная лапа на пружинной стойке;

$\gamma_0$  – угол между лезвием и направлением движения;  $\alpha$  – угол заточки лапы;  $\beta$  – угол крошения (между плоскостью лапы и дном борозды);  $B_n$  – ширина захвата лапы

Рисунок 5.20 – Рабочие органы культиваторов для сплошной обработки почвы

Полольные плоскорежущие стрельчатые лапы (рисунок 5.20, *a*) предназначены для подрезания сорняков в почве на уровне распределения основной массы их корней (на глубине 6–12 см) и извлечения их на поверхность для пересыхания. Универсальные полольные стрельчатые лапы (рисунок 5.20, *б*) применяются для рыхления почвы на глубину 8–16 см вслед за полольными плоскорежущими лапами и для подрезания сорняков с одновременным рыхлением. Рыхлительные лапы (рисунок 5.20, *в*, *г*, *д*, *е*) используют только для рыхления почвы.



*а* – односторонняя плоскорежущая лапа (бритва); *б* – подкормочный нож (лапа); *в* – игольчатые диски (ротационные звездочки); *г* – вырезной сферический диск; *д* – гладкий сферический диск

Рисунок 5.21 – Рабочие органы культиваторов для междурядной обработки почвы

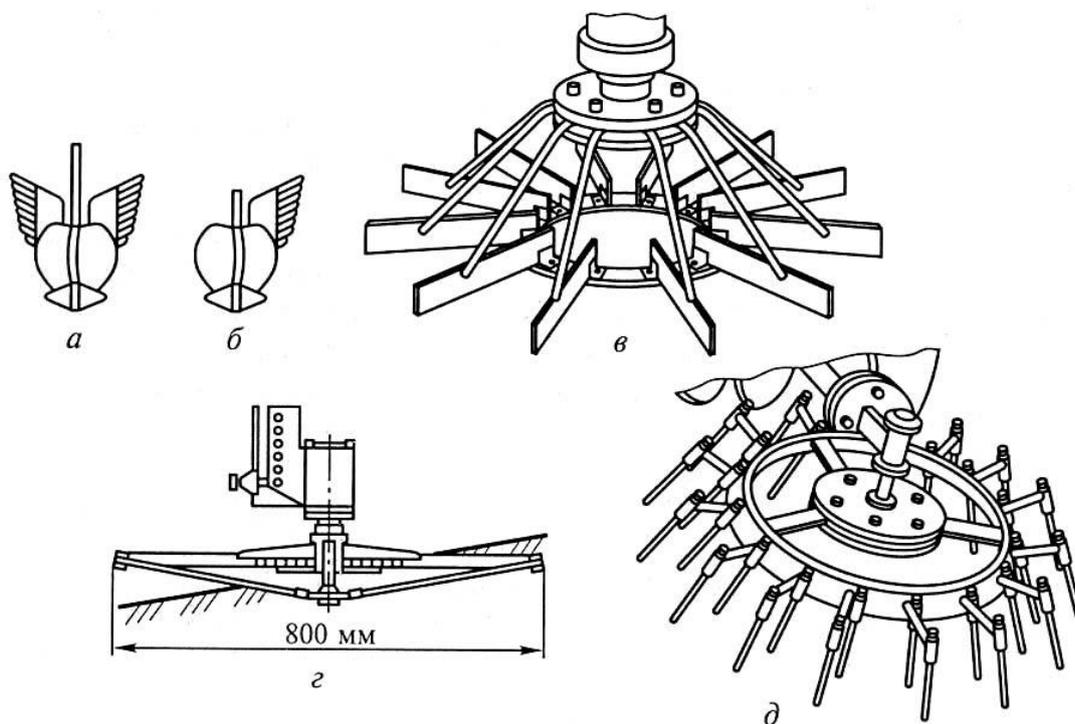
Полольная односторонняя плоскорежущая лапа-бритва (рисунок 5.21, а) имеет горизонтальный нож, расположенный под углом 28–32° к направлению движения орудия, и вертикальный щиток. Щиток разрезает стебли сорняков, отделяет обрабатываемый слой почвы в вертикальной плоскости и предохраняет при междурядной обработке молодые растения от засыпания почвой. Такие лапы используют при междурядных обработках для подрезания сорной растительности и рыхления почвы на глубину до 6 см.

Игольчатые диски (ротационные звездочки) (рисунок 5.21, в) с горизонтальной осью вращения применяют для разрушения почвенной корки, рыхления почвы в рядах и защитных зонах. Над каждым рядом растений справа и слева устанавливают две пары дисков. Наиболее эффективны игольчатые диски для обработки защитных зон у ряда на тяжелых и суглинистых почвах после дождей при первой и второй культивации, так как именно в это время корка сильно задерживает развитие растений.

Подкормочные лапы или ножи (рисунок 5.21, б) используют для рыхления почвы с одновременным внесением минеральных удобрений. Они представляют собой рыхлительные долотообразные лапы с тукопроводами, через которые удобрения поступают на дно борозды.

При уходе за лесными культурами самое широкое распространение получили культиваторы с дисковыми рабочими органами (рисунок 5.21, г, д).

Существуют еще и специальные культиваторы, на которых в качестве рабочих органов используют окучники, крыльчатки и т. п. (рисунок 5.22).



*а* – окучивающий корпус с универсальной стрелчатой лапой и пальцевым отвалом; *б* – то же с односторонним отвалом; *в* – лопастной рабочий орган (крыльчатка); *з* – каркасно-проволочный рабочий орган; *д* – пальцевый рабочий орган

Рисунок 5.22 – Специальные рабочие органы культиваторов

Рассмотрим наиболее распространенные конструкции культиваторов.

**Машина навесная для ухода и рыхления Л-127** (рисунок 5.23) служит для работы в лесных питомниках по рыхлению и уничтожению сорной растительности в междурядьях лесных насаждений и для сплошной предпосевной обработки. Может быть применена и для ухода за сельскохозяйственными культурами. Поля должны быть очищены от камней, пней и других посторонних предметов.

Производительность эксплуатационного времени при сплошной обработке – 2,4 га/ч, при междурядной обработке – 0,5 га/ч. Рабочая ширина захвата при сплошной обработке – 2 м. Рабочая скорость при сплошной обработке – 12 км/ч, при междурядной обработке – 7,4 км/ч. Глубина обработки при сплошной обработке – до 0,015 м, при междурядной обработке – до 0,01 м. Количество обрабатываемых междурядий – 5 шт. Ширина обрабатываемых междурядий – 0,2–0,5 м. Масса конструкционная с комплектом пружинных зубьев

для сплошной обработки – 360 кг, дополнительный комплект сменных рабочих органов и принадлежностей – 177 кг.



Рисунок 5.23 – Культиватор Л-127

Для ухода за лесными культурами, созданными на нераскорчеванных вырубках, посевом или посадкой на полосах, подготовленных плугом ПКЛ-70 и другими орудиями широко используют **культиватор лесной бороздной КЛБ-1,7** (рисунок 5.24).

Производительность за 1 час основного времени – 4 км, рабочая скорость – 3,1–4,1 км/ч. Количество обрабатываемых рядков – 1 шт. Рабочая ширина захвата – 1,7 м, глубина обработки – 6–12 см. Угол наклона батарей – 20°, угол атаки дисков – 30°. Масса – 510 кг.

Катки служат для выравнивания почвы, дробления глыб, разрушения почвенной корки, уплотнения верхних слоев почвы. По форме поверхности катки делятся на гладкие и кольчатые. В лесных питомниках для прикатывания почвы для посева семян применяются водоналивной гладкий каток ЗКВГ-1,4, кольчато-шпоровый каток ЗККШ-6, кольчато-зубчатый каток ККН-2,8.



Рисунок 5.24 – Культиватор дисковый КЛБ-1,7

Для формирования корневых систем сеянцев и саженцев в лесных питомниках применяются корнеподрезчики КНУ-1,2, ППК-1,2 и др.

**Приспособление для подрезки корней ППК-1,2** (рисунок 5.25) обеспечивает подрезку корней на глубине 0,08–0,20 м. Рабочая скорость – 1–3 км/ч, масса оборудования – 200 кг.

Механизация выкопки выращенного посадочного материала достигается применением выкопочных приспособлений и машин: НВС-1,2, ВМ-1,25, МВ-1,3 и др.

**Машина выкопочная МВ-1,3** (рисунок 5.26) применяется для выкопки сеянцев и саженцев хвойных и лиственных пород в питомниках. Состоит из П-образной рамы с навеской к трактору. Рабочий орган выполнен в виде скобы с ножками. Сверху рамы установлен конический редуктор, который получает вращение от вала отбора мощности трактора посредством карданного вала. На раздаточных валах конического редуктора установлены кривошипы, приводящие в колебательное движение рычаги, соединенные с валом, на котором закреплены рыхлительные планки и толкающие ролики. Глубина выкопки регулируется опорными колесами. Ширина захвата машины – 1,3 м, глубина выкопки – 15–30 см, производительность – 0,2–0,4 га/ч, масса – 500 кг. Агрегатируется с тракторами МТЗ-80/82.



Рисунок 5.25 – Приспособление для подрезки корней ППК-1,2



Рисунок 5.26 – Машина выкопчная МВ-1,3

### **2.5.3 Техника безопасности при обработке почвы**

К работе на почвообрабатывающих машинах допускаются лица, прошедшие инструктаж, знающие их устройство и правила эксплуатации.

Перед началом работы необходимо проверить крепление отвалов, лемехов, фрез и других рабочих органов и исправность почвообрабатывающей машины.

На вырубках проходы для пахотного агрегата должны быть расчищены от порубочных остатков. Не разрешается работать пахотным аг-

регатам, фрезам и культиваторам на площадях с количеством пней, превышающим 600 шт. на 1 га, без предварительной расчистки проходов.

Регулировку и очистку рабочих органов следует производить при полной остановке трактора и выключенном двигателе.

Исправление и замену узлов и деталей на машинах осуществляют только в том случае, когда они опущены на землю. При необходимости вести ремонт машины в поднятом положении применяют подставку, но находиться под поднятой машиной не разрешается.

Присоединение машины должно производиться только после остановки трактора и подачи сигнала трактористом. Подъезжать к машине следует без рывков, осторожно, при малых оборотах двигателя. Тракторист должен смотреть по направлению движения и следить за местонахождением рабочего, производящего сцепку. После присоединения машины к трактору необходимо проверить работоспособность гидравлической системы. Машина должна подниматься и опускаться без перекосов и заеданий.

В случае закоривания плуга под пень, корневые системы, камни и при наезде на порубочные остатки следует поднять его в транспортное положение, объехать препятствие, очистить корпус и вновь заглубить. Преодолевать препятствия рывками нельзя.

Обработка почвы лесными плугами на нераскорчеванных вырубках должна выполняться в агрегате с трелевочными тракторами, оборудованными навесными системами. Во время работы тракторной лебедки нельзя находиться на платформе трактора.

При работе с почвенными фрезами приближаться к работающей фрезе можно на расстояние до 15 м.

Перегонять почвообрабатывающие агрегаты с одного участка на другой разрешается только в транспортном положении.

Подготовку почвы полосами фрезами, плугами можно на склонах до 12° при движении агрегата поперек склона по горизонтали. При работе на одном склоне двух и более агрегатов одновременно расстояние между ними должно быть не менее 50 м.

Работа почвообрабатывающих агрегатов должна производиться на подготовленных участках с разбивкой их на загоны и с обозначенными поворотными полосами. При переездах и поворотах необходимо следить за тем, чтобы не задеть машиной находящихся поблизости людей.

При обработке батарей дисковых борон и культиваторов, фрез, луцильников необходимо работать в спецодежде.

## **2.6 Посевные машины**

### **2.6.1 Способы и схемы посева, лесотехнические требования,**

предъявляемые к посеву

## 2.6.2 Конструкции лесных сеялок

### 2.6.1 Способы и схемы посева, лесотехнические требования, предъявляемые к посеву

Посев семян древесных и кустарниковых пород производят как в питомниках для выращивания посадочного материала, так и на лесокультурной площади.

В лесных питомниках, в зависимости от размещения посевных бороздок, посевы могут быть *рядовые (строчные)* и *ленточные*. Ленточные посевы включают несколько рядов (строчек), между которыми оставляют более широкие междурядья, чем при рядовых. При выращивании сеянцев хвойных пород широко используют шестистрочные схемы посева с попарно-сближенными посевными строчками: 10-25-10-25-10-70.

При выращивании сеянцев лиственных пород эффективны четырех-, трех- и даже двухстрочные схемы посева.

На лесокультурной площади семена высевают *строчным, строчно-луночным, гнездовым* и *разбросным* способами.

Строчки располагают на одинаковом расстоянии друг от друга, причем между крайними строчками двух соседних лент пространство оставляют большее, чем между строчками в ленте. Ширина строчек обычно составляет 2–4 см. Применяют также широкострочные (широкобороздные) посевы, когда ширина строчек достигает 20 см.

При строчно-луночном посеве семена высевают по несколько штук в одну лунку. Лунки располагают в ряду на одинаковом расстоянии друг от друга.

При гнездовом посеве семена высевают гнездами, каждое из которых включает несколько лунок, сгруппированных на площадке, имеющей форму квадрата.

При разбросном посеве (или аэропосеве) семена случайным образом располагают на высеваемой поверхности и ничем не заделывают.

При любой схеме посева соблюдают следующие основные требования:

- наиболее полное использование посевной площади;
- возможность механизации посева, ухода за посевами и выкопки посадочного материала;
- минимизация затрат на переналадку культиваторов при уходе за сеянцами и саженцами.

Основные требования к лесным сеялкам следующие:

- производить высев мелких, средних и крупных сыпучих и несыпучих (с крылатками) семян древесных и кустарниковых пород;
- обеспечивать рядовой (строчный) посев в соответствии с принятыми схемами и прямолинейность рядов для механизации ухода и выкопки посадочного материала;
- выдерживать нормы посева и равномерно распределять семена по площади, в рядках или лунках;
- не повреждать семена;
- соблюдать глубину посева и заделки семян;
- сошники не должны забиваться сорняками и влажной почвой.

По способу посева сеялки разделяют на:

- рядовые – для посева различных древесных и кустарниковых пород рядовым способом;
- квадратно-гнездовые – для посева семян гнездами в вершинах квадратов или прямоугольников;
- гнездовые – для посева гнездами в параллельных рядах;
- пунктирные – для посева рядами с размещением семян на одинаковом расстоянии;
- разбросные – для посева семян путем разбрасывания по поверхности участка.

По назначению различают сеялки универсальные и специальные. *Универсальные сеялки* используются для посева семян различных древесных и кустарниковых пород, *специальные* – для посева семян одного или ограниченного числа древесно-кустарниковых пород.

## 2.6.2 Конструкции лесных сеялок

Основными частями сеялок являются *высевающие аппараты, семяпроводы, сошники (бороздообразующие органы), заделывающие устройства, механизм привода высевающих аппаратов, бункер (ящик) для семян.*

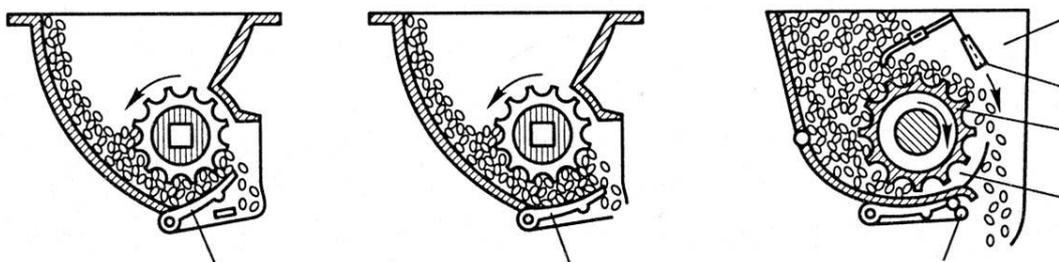
*Высевающие аппараты.* Для посева семян хвойных пород (сосна, ель, лиственница) применяют катушечные, ячеисто-дисковые, дисковые высевающие аппараты, а семян кедра – катушечно-лопастные.

При посеве несыпучих семян (клена, ясеня и др.), а также семян с материалом стратификации или в смеси с торфом, опилками используют аппараты транспортерного типа.

Для выращивания посадочного материала без перешколивания на основе разреженного или точного посева сеялки снабжают катушечными, ячеисто-дисковыми и пневматическими высевающими аппаратами.

На желудевых сеялках использовались высевальные аппараты катушечно-лопастного и лабиринтного типа.

Самое широкое распространение в лесных сеялках получил *катушечный высевальный аппарат* (рисунок 6.1). Он крепится снизу к семенному бункеру сеялки, в дне которого прорезано окно для прохода семян. Катушка 3 с желобками аппарата, вращается в семенной коробке 1.



а, б, в – схемы высева соответственно мелких, средних и крупных семян; 1 – семенная коробка; 2 – верхний порожек; 3 – катушка; 4 – розетка; 5 – нижний порожек; б – дно

Рисунок 6.1 – Катушечный высевальный аппарат

Во время работы сеялки семена самотеком поступают в семенную коробку 1 и заполняют пространство вокруг катушки. Вращающаяся катушка 3 перемещает семена, попавшие в желобки, и часть семян, не попавших в желобки, но расположенных вблизи ее ребер, в нижнюю часть корпуса и сбрасывает их в сторону семяпровода. Толщина слоя семян, не попавших в желобки, но вовлеченных во вращение за счет внутреннего трения, зависит от высеваемой культуры и равна суммарной толщине четырех-шести семян.

Возможны верхний и нижний высевы семян. Нижним принято считать такой высев, когда катушка высевального аппарата вращается в ту же сторону, что и ходовые колеса сеялки, подгребая семена под себя. Эти семена через нижний порожек 5 направляются в семяпровод (рисунок 6.1, а, б). Данный способ применяют для высева мелких и средних сыпучих семян. При верхнем высеве катушка вращается в сторону, противоположную вращению ходовых колес сеялки, и переносит семена через верхний порожек 2 (рисунок 6.1, в). Таким образом высевают крупные семена с легко повреждаемой оболочкой.

Норма высева семян зависит от длины рабочей части катушки и частоты ее вращения.

Катушечные аппараты универсальны, их легко приспособить для высева сыпучих мелких и средних семян различных культур. При

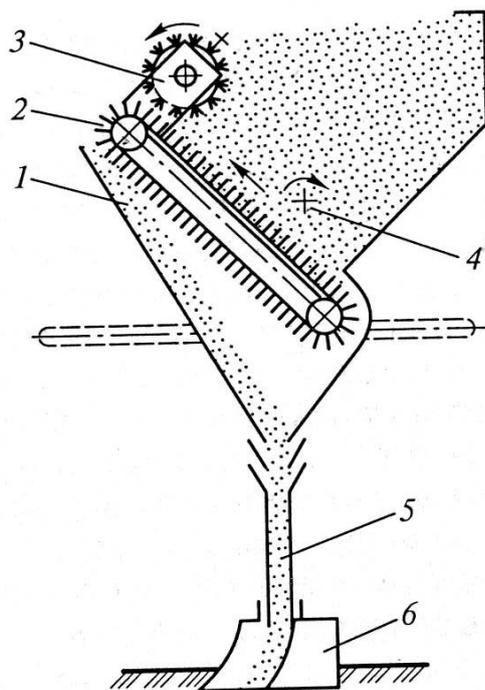
этом обязательно учитывают размеры семян и изменяют зазор между дном и нижним ребром муфты. Для крупных семян зазор увеличивают, а для мелких – уменьшают.

*Высевающие аппараты транспортерного типа* применяют для высева нессыпучих семян (клена, ясеня и др.), а также семян, высеваемых с материалом стратификации или в смеси с торфом, опилками и др. Такие аппараты изготавливают, как правило, из штампованных крючковых цепей, на которых закреплены гребенки. Сам высевающий аппарат (верхнего высева) расположен в бункере 7 для семян (рисунок 6.2). Сверху над транспортерами 2 установлены вращающиеся цилиндрические щетки 3, предназначенные для сбрасывания обратно в бункер излишков семян с движущихся транспортерных лент. Для разрушения сводов в нижней части бункера 1 расположена ворошилка 4.

Высевающий аппарат монтируется над семяпроводом 5 и сошником 6. Линейную скорость транспортеров устанавливают с помощью клиноременного вариатора; при этом меняется норма высева. Норма высева также меняется при изменении зазора между гребенками транспортера и щетками. Количество высевающих аппаратов должно строго соответствовать схеме посева, для которого используется сеялка.

*Катушечно-лопастной высевающий аппарат* является разновидностью катушечного и отличается от последнего лишь большими размерами желобков катушки.

*Ячеисто-дисковый высевающий аппарат* с горизонтальной осью вращения снабжен диском, на цилиндрической поверхности которого имеется несколько рядов ячеек. Вдоль рядов глубже ячеек прорезана узкая кольцевая канавка. Диск установлен в кольцевой проточке корпуса, сверху и снизу которого выполнены окна для прохода семян. Сверху над диском располагается бункер, снизу – сошник. В бункере установлен рифленый ролик, удаляющий излишки семян, а в сошнике – выталкиватели, носки которых входят в кольцевые канавки. Сеялки с подобными высевающими аппаратами относятся к сеялкам с повышенной точностью высева.



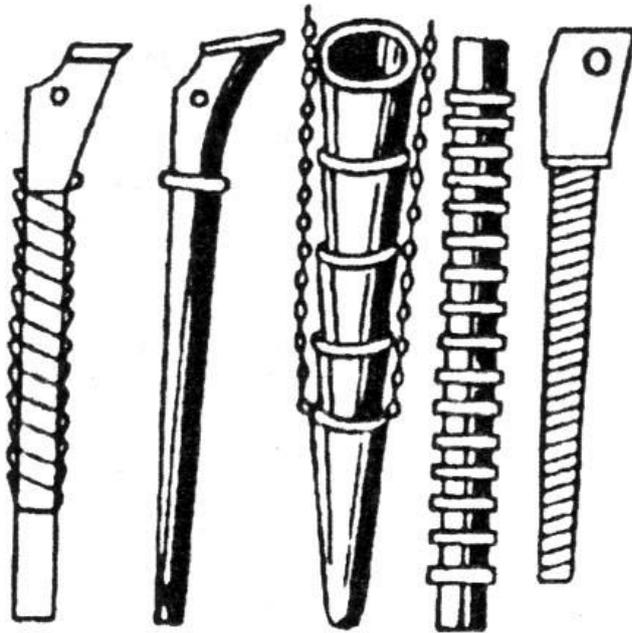
1 – бункер; 2 – транспортер; 3 – цилиндрические щетки;  
4 – воршилка; 5 – семяпровод; 6 – сошник

Рисунок 6.2 – Высевающий аппарат транспортерного типа

*Пневматические высевающие аппараты* подразделяются по принципу дозирования семян на две основные группы: с использованием избыточного давления или вакуума. В аппаратах первой группы заполнение высевающего диска семенами происходит под действием избыточного давления, во второй – в результате присасывания семян под действием вакуума. Пневматические высевающие аппараты применяют, когда требуется повышенная точность высева.

*Семяпроводы.* По семяпроводам семена поступают от высевающих аппаратов в сошники. В верхней части семяпроводы имеют воронку для присоединения к высевающему аппарату. На рядовых сеялках применяются металлические и резиновые семяпроводы (рисунок 6.3).

Спирально-ленточный семяпровод изготавливают из стальной ленты, благодаря чему он может сжиматься, растягиваться, изгибаться.



*а* – спирально-ленточный; *б* – прорезиненный гладкий;  
*в* – воронкообразный; *г* – гофрированный; *д* – спирально-проволочный

Рисунок 6.3 – Семяпроводы

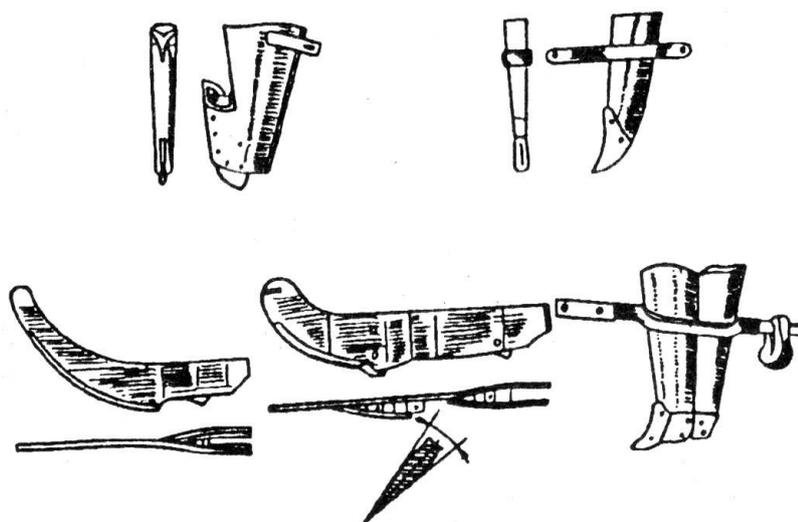
Воронкообразный семяпровод состоит из отдельных воронок, соединенных цепочками. Сжатие и изгиб его ограничены, он может работать только в отвесном положении. Гладкие семяпроводы имеют вид конусных трубок из различных материалов. Они легки, дешевы, но не могут изменять своей длины.

*Сошники* образуют в почве бороздку заданной глубины, укладывают в нее семена и засыпают их почвой.

По конструкции сошники делятся на две группы – *наральниковые* и *дисковые*.

Наральниковые сошники, в свою очередь, делятся на анкерные с острым и килевидные с тупым углом вхождения в почву (рисунок 6.4). К килевидным сошникам относятся и полозовидные.

*Килевидные сошники* при встрече с препятствиями выглубляются из почвы, отчего глубина посевной бороздки уменьшается. Поэтому сеялки с килевидными сошниками используются для работы на тщательно обработанных почвах, а также на почвах легкого механического состава.



*a* – с острым углом вхождения в почву; *б* – с тупым углом вхождения в почву; *в* – полозовидный; *г* – комбинированный с острым углом вхождения с туковой и семенной воронками

Рисунок 6.4 – Наральниковые сошники

*Полозовидные сошники* обеспечивают посев семян на глубину до 10–12 см. Глубину посева семян сеялками с килевидными сошниками регулируют сжатием нажимной пружины.

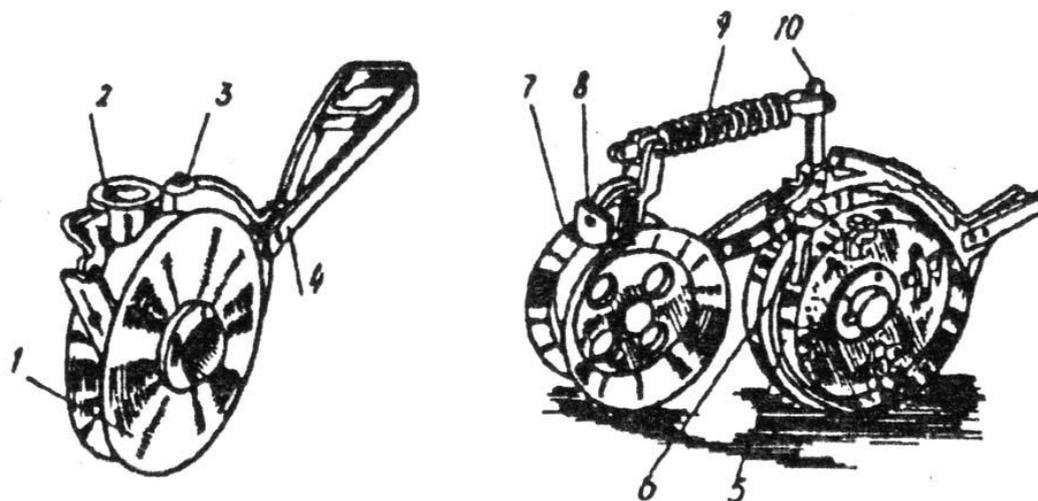
*Анкерные сошники* открывают в почве бороздку и удерживают ее от осыпания до высева семян. Регулирование глубины посева производится навешиванием на хвостовик груза и нажимом пружины. Анкерные сошники целесообразно использовать на почвах, хорошо очищенных от сорняков.

*Дисковые сошники* бывают однодисковыми и двухдисковыми (рисунок 6.5). Они широко используются на сеялках специального и общего назначения при высеве средних и мелких семян. При этом требуется менее тщательная обработка почвы.

При высеве мелких семян используются сошники с ограничительными ребрами. Положение реборды относительно края диска регулируется.

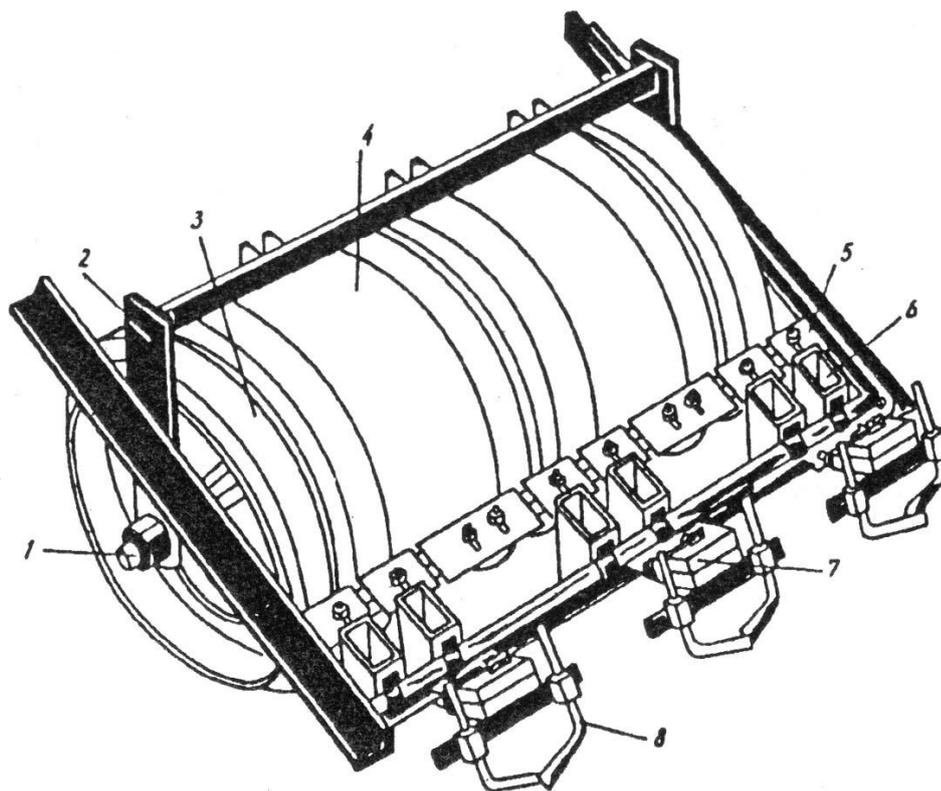
Однодисковые сошники применяются на лесных сеялках при высеве мелких семян на вырубках без обработки или на плотных почвах.

У сеялок «Литва-25» и СЛШ-4М вместо сошника установлен *бороздообразующий каток* (рисунок 6.6), который приводится во вращение от приводного колеса. Для очистки канавок от налипшей почвы служат чистики. С их помощью можно изменять глубину бороздок, а следовательно, глубину высева семян. По мере удаления чистиков от реборд глубина бороздок уменьшается. При плотном прижатии чистиков к поверхности впадин катка глубина борозд будет максимальной.



1 – диски; 2 – воронка; 3 – корпус; 4 – поводок; 5 – реборда; 6 – чистик дисков; 7 – катки; 8 – чистик катков; 9 – пружина; 10 – штанга

Рисунок 6.5 – Дисковые сошники



1 – ось; 2 – рама; 3 – реборда; 4 – каток; 5 – чистик; 6 – насадка; 7 – грузик; 8 – загортач

Рисунок 6.6 – Бороздообразующий каток

Для закрытия семян почвой используют *заделывающие устройства*: загортачи, подпружиненные стойки с крыльями – отвесными пластинами, чугунные кольца, цепи, боронки с пружинными и жесткими зубьями. Кроме заполнения бороздок почвой, эти устройства

выравнивают поверхность почвы.

*Подъемно-установочный механизм* служит для подъема сошников из рабочего положения в транспортное и обратно. Он состоит из системы рычагов и силового гидроцилиндра.

*Передаточный механизм* предназначен для привода высевających аппаратов и ворошилок сеялок. Привод осуществляется от колеса сеялки через цепную передачу или от дополнительного вала отбора мощности трактора.

*Бункеры для семян* чаще всего бывают коробчатой формы. Их объем обеспечивает непрерывную работу сеялки в течение 2–4 ч.

Для посева семян в лесных питомниках используют сеялки:

- СЛУ-5-20 – высевает семена сосны, ели, лиственницы;
- СЛН-5, СЛН-5/9 – для сыпучих семян хвойных пород;
- «Литва-25» – для хвойных пород с повышенной точностью посева;
- СЛП-1А – для посева семян кедра и мелких семян хвойных пород (сосны, ели, пихты, лиственницы);
- СНП-3 – для посева нессыпучих семян;
- СЛН-8Б – сеялка луковая для желудей и фундука;
- СКВ-1 – для посева семян кедра на любых почвах;
- ПРСМ-7 – парниковая ручная сеялка.

Модельный ряд лесных сеялок для питомников не ограничивается перечисленными. Для применения в питомниках могут использоваться и сельскохозяйственные сеялки.

Конструкция лесных сеялок примерно одинаковая. В качестве примера рассмотрим **сеялку лесную навесную СЛН-5/9** (рисунок 6.7). Она предназначена для рядового и повышенной точности посевов мелких сыпучих семян. Агрегируется с тракторами тягового класса 1,4; представляет собой дальнейшее развитие конструкции сеялки СЛУ-5-20.

Рама имеет сварную конструкцию из квадратной трубы, уголков и листового материала. На раме закреплены семенной бункер и бороздообразующий каток. К задней части рамы шарнирно присоединены загортачи и дополнительная рамка с прикатывающим катком.

При движении агрегата вращающиеся катушки высевających аппаратов захватывают семена из бункера и по семяпроводам направляют их на дно посевных строчек. Загортачи засыпают посевные строчки почвой, а прикатывающий каток ее уплотняет.



Рисунок 6.7 – Сеялка лесная навесная СЛН-5/9

Особенность сеялки СЛН-5/9, кроме большей равномерности высева, заключается в одновременном прикатывании посевной ленты после заделки семян почвой. Масса сеялки 400 кг, ширина захвата 1,2 м, расстояние между строчками при четырех- и пятистрочном посевах 22,5 см, при девятистрочном – 11,3 см.

Для посева лесных семян на вырубках используются сеялки:

- ПДН-2 – покровосдиратель-сеялка для высева семян хвойных пород при любом количестве пней на вырубке;
- СЖН-1, СЖУ-1 – для высева желудей;
- ЩСГ-1 – для высева семян косточковых пород;
- СФК-1 – сеялка комбинированная. Выполняет подготовку почвы фрезерованием, внесение удобрений, высев желудей на нераскорчеванных вырубках с количеством пней до 600 шт./га;
- сажалка СЛ-2А в варианте сеялки;
- посевное приспособление к плугу ПКЛ-70А.

## **2.7 Лесопосадочные машины и ямокопатели**

2.7.1 Способы посадки леса, лесотехнические требования к посадке

2.7.2 Конструкции лесопосадочных машин и ямокопателей

2.7.3 Требования безопасности труда при посадке леса

### **2.7.1 Способы посадки леса, лесотехнические требования к посадке**

Лесопосадочные машины обеспечивают механизированную посадку лесных культур сеянцами, саженцами и черенками.

Наибольшее распространение при лесовосстановлении получили сеянцы одно- или двухлетнего возраста.

Создание лесных культур с использованием саженцев обходится дороже. Однако по сравнению с сеянцами саженцы более устойчивы против травянистой растительности и возобновления мягколиственных пород.

Кроме посадочного материала с открытой корневой системой, применяется посадочный материал с закрытой корневой системой. Он выращивается в специальных горшочках, брикетах, в целлофановых мешочках, гильзах.

Посадка является основной технологической операцией создания лесных культур при лесовосстановлении.

Процесс механизированной посадки включает следующие технологические приемы: подготовку посадочного места в виде непрерывной борозды (щели) или дискретно расположенных лунок, подачу растений к посадочному месту и заделку корневой системы высаживаемых растений почвой.

Для проведения качественной посадки, гарантирующей хорошую приживаемость и рост высаживаемых лесных культур, лесопосадочные машины должны обеспечивать:

– установленное расстояние между растениями в ряду – шаг посадки (отклонение должно быть не более 10 %);

– сохранность надземной части и корневой системы высаживаемых растений;

– вертикальное положение надземной части сеянцев и саженцев (отклонение не должно превышать 30°);

– одинаковую глубину заделки корневых шеек (для дренированных почв не более 6 см, для влажных – 2 см);

– отсутствие сильных изгибов и скручивания корневых систем (размещение корней в посадочной щели должно быть близко к есте-

ственному);

– хорошую заделку (уплотнение) почвой корневых систем.

Современный типаж лесопосадочных машин следует различать по назначению и конструкции рабочих органов (рисунок 7.1).

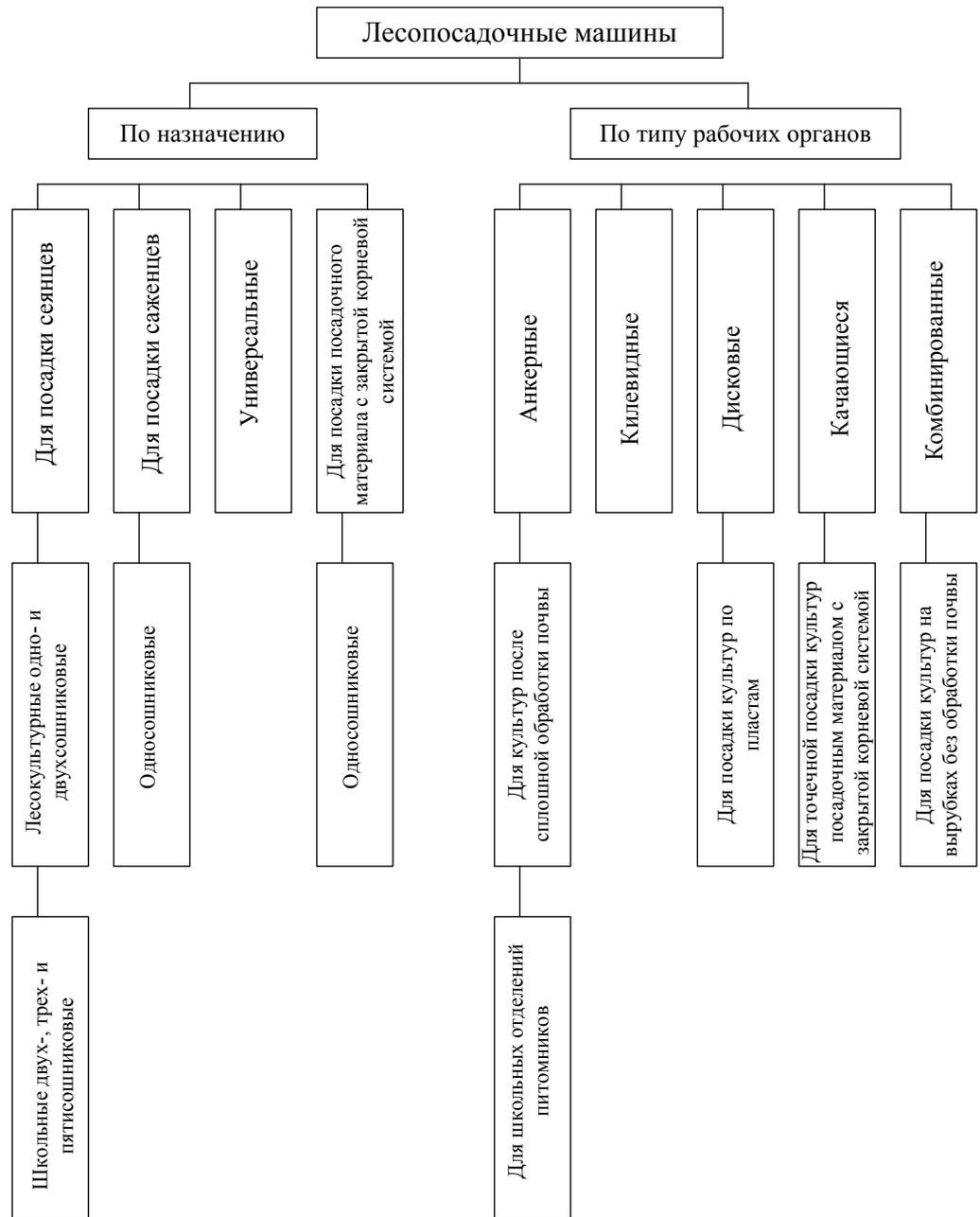


Рисунок 7.1 – Классификация лесопосадочных машин

## 2.7.2 Конструкции лесопосадочных машин и ямокопателей

Все лесопосадочные машины состоят из *рамы, сошника, посадочного аппарата, заделывающего устройства, ящиков для посадочного материала, сидений для сажальщиков или автоматического*

*посадочного аппарата.*

*Сошник* предназначен для образования посадочной щели. Наибольшее распространение в конструкциях лесопосадочных машин получили сошники коробчатой формы с острым или тупым углом вхождения в почву.

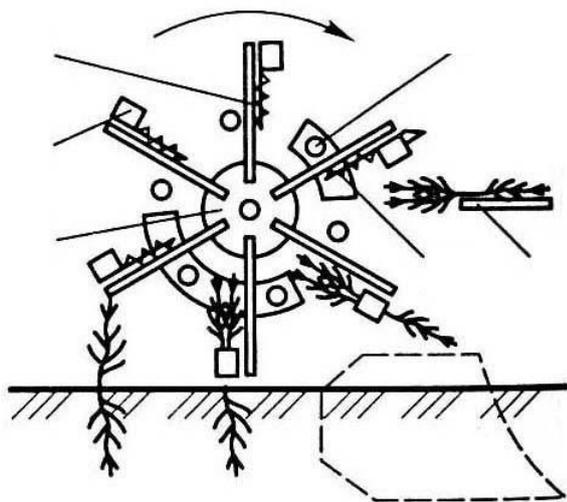
Другим типом сошников являются дисковые сошники. Они состоят из двух плоских дисков, установленных под углом 12–14° в поперечной плоскости таким образом, что их кромки смыкаются в передней части. Зазор между дисками впереди закрывается специальным ограждением. По сравнению с коробчатыми сошниками дисковые значительно меньше забиваются растительными остатками, имеют меньшее сопротивление перемещению и хорошо преодолевают препятствия, перерезая их или перекатываясь через них.

На некоторых лесопосадочных машинах устанавливают комбинированные сошники.

*Посадочные аппараты* подают в формируемую сошником посадочную щель высаживаемые растения по одному через определенные промежутки времени и в строго определенном положении. В лесопосадочных машинах чаще всего используются *лучевые аппараты вращательного типа* с установленными на концах лучей зажимными устройствами в виде подпружиненных лапок (захватов). Для зажима и перемещения крупных растений применяют посадочный аппарат в виде качающегося рычага.

Принцип работы лучевого вращательного аппарата следующий (рисунок 7.2).

Вращающиеся захваты, проходя через верхнее лекало, раскрываются. В раскрывшийся захват сажальщик подает растение. Продолжающийся двигаться по круговой траектории захват закрывается, зажимая растение, и переносит его вниз к посадочной щели. Здесь захват раскрывается нижним лекалом и оставляет высаживаемое растение в посадочной щели. Момент укладки и высадки растения регулируется положением направляющих лекал. Количество лучей может быть от двух до шести в зависимости от рабочей скорости агрегата и требуемого шага посадки.



1 – диск; 2 – захват; 3 – луч; 4 – ролик; 5 – приемный столик;  
6 – ось с пружиной

Рисунок 7.2 – Схема лучевого посадочного аппарата

Посадочный аппарат с *качающимся в продольно-вертикальной плоскости рычагом* снабжен только одним захватом. Направление движения рычага с высаживаемым растением противоположно направлению движения агрегата. Угол качания  $90^\circ$ . При верхнем (горизонтальном) положении рычага в открытые створки захвата укладывается саженец, при сходе захвата с лекала он зажимает саженец, а при нижнем (вертикальном) положении рычага освобождает саженец.

В последние годы все большее распространение получают посадочные аппараты в виде двух резиново-металлических дисков (рисунок 7.3).



Рисунок 7.3 – Дискковый посадочный аппарат машины МЛУ-1А

*Заделывающие устройства* лесопосадочных машин выполнены в виде катков, которые осуществляют заделку корней почвой и уплот-

няют почву по сторонам ряда растений. Используются несколько типов металлических уплотняющих катков (конические с горизонтальной осью вращения, цилиндрические и комбинированные с наклонной осью вращения), а также пневматические уплотняющие катки. Почва считается нормально уплотненной катком, если при выдерживании посаженного сеянца усилие составляет 40–50 Н.

Для посадки в школьное отделение сеянцев ели, черенков и кустарника имеются специальные школьные сажалки ЭМИ-5, СШ-3/5, ССЧ-5/3, Л-218.

Для закладки кулисных рядов саженцами в комбинированных школах находят применение сажалки для крупномерного посадочного материала СПЛК и МПС-1. Посадку кулисных рядов сеянцами выполняют навесной посадочной машиной СЛН-1 или сажалкой СЛЧ-1.

Рама школьных сажалок чаще всего имеет прямоугольную форму для обеспечения эшелонированного размещения посадочных секций в два ряда: в первом – три секции, во втором – две (на сажалке ЭМИ-5 две секции впереди, три сзади). Первые секции в этом случае монтируются внутри охватывающей рамы. Раму снабжают регулируемыми по высоте опорными (опорно-приводными) колесами.

Посадочный аппарат, как правило, монтируется на подвижной рамке, прикрепленной к раме машины, что обеспечивает лучшее копирование поверхности почвы. На подвижной рамке монтируют также сошник, загортачи, уплотняющие катки, следоразравниватели, приемный столик, сиденья и подножки для сажальщиков и ящики для посадочного материала. Глубина хода сошников чаще всего регулируется изменением положения опорных колес по высоте и изменением длины центральной тяги навески трактора.

**Машина посадочная Л-218** (рисунок 7.4) предназначена для сеянцев и черенков в лесных питомниках. Агрегатируется с тракторами МТЗ-82 с комплектом дополнительных передних грузов, понижающим редуктором и гидроходоуменьшителем ГХУ-0,2. Производительность – 2,0 га/см. Шаг посадки – 10–50 см, ширина посадки между рядками – не менее 22,5 см, количество рядов посадки – 5 шт. Рабочая скорость – 0,16–0,8 км/ч, глубина хода сошника – 15–25 см. Масса – 900 кг. Производитель – Лидский завод сельхозмашин.

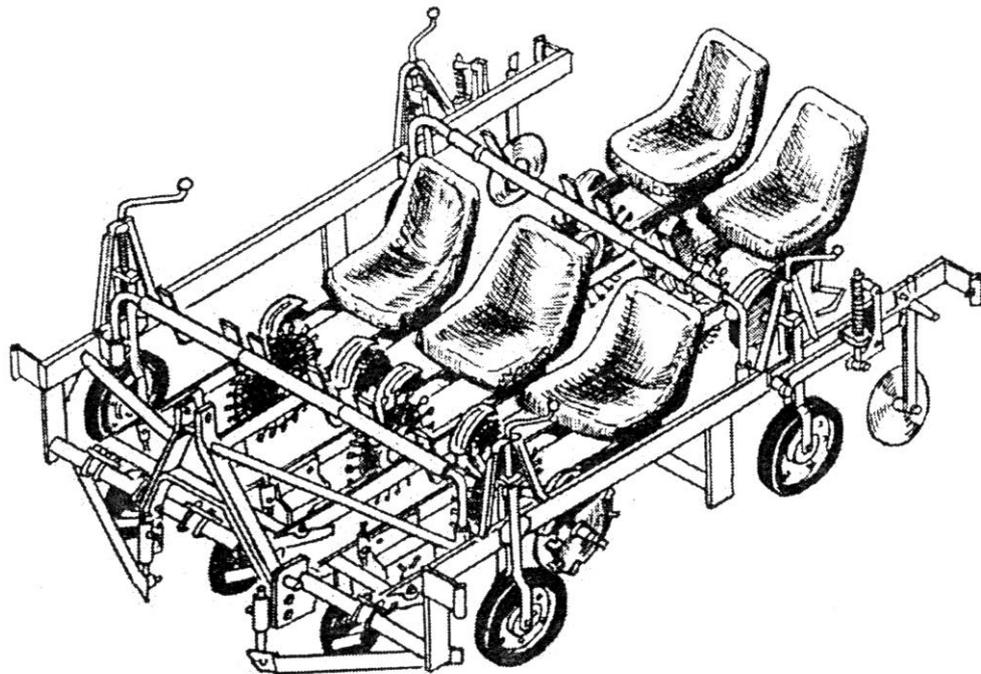


Рисунок 7.4 – Посадочная машина для школьных отделений питомников Л-218

Для посадки лесных культур на вырубках в борозды (на дренированных почвах) разработан целый ряд лесопосадочных машин:

– МЛУ-1, МЛА-1, ЛМД-2 – высаживают сеянцы и саженцы хвойных пород на вырубках с количеством пней до 600 шт./га;

– МЛУ-1А – высаживает сеянцы и саженцы хвойных и лиственных пород;

– ЛМД-81, ЛМД-91, МЛК-1 – для посадки крупномерных саженцев хвойных пород на вырубках без предварительной полосной корчевки пней и обработки почвы плугами;

– МЛ-1 – посадка крупномерных саженцев хвойных и лиственных пород на торфяниках и осушенных болотах;

– МУЛ-1 – применяется при облесении оврагов и склонов;

– СЛГ-1, СЛГ-1А, СЛП-2, СЛ-2, СЛ-2А и др. – для посадки лесных культур в микроповышения (пласты, гряды) на увлажненных и влажных почвах.

Для посадки крупномерных саженцев с высотой надземной части до 2–3 м применяются лесопосадочная машина МПС-1 и лесопосадочный агрегат ЛПА-1. Подача саженцев в образующуюся посадочную щель осуществляется вручную.

Для посадки сеянцев древесных и кустарниковых пород при создании лесных полос в полевом лесоразведении используется сажалка СПЛ-1 и ССН-1.

Для посадки сеянцев и саженцев с закрытой корневой системой разработана лесопосадочная машина САБ-1.

Минский завод «Минскагропроммаш» создал лесопосадочную машину ЛПМ-1. Аналогичную посадочную машину ЛПМ-2 изготавливает ООО «Стимул Брест». Машины предназначены для посадки саженцев на вырубках и других лесокультурных площадях. За аналог принята машина ЛМД-2. Но в отличие от нее ЛПМ-1 и ЛПМ-2 оснащены более производительным посадочным аппаратом и двухотвальным дерноснимом, что позволяет производить посадку без предварительной подготовки почвы.

С целью автоматизации процесса лесопосадки разработано приспособление лесопосадочное автоматическое ПЛА-1 и лесопосадочная машина МЛА-1А «Илана».

Рассмотрим устройство и работу некоторых лесопосадочных машин более подробно.

**Машина лесопосадочная МЛЮ-1А** (рисунок 7.5) имеет один комбинированный сошник коробчатой формы с прямым ( $90^\circ$ ) углом вхождения в почву, используемый для посадки семян и саженцев. При посадке лесных культур в предварительно подготовленную почву для ограничения глубины хода сошника на плоском ноже устанавливают полозья, а при посадке в почву без предварительной ее подготовки на место полозьев устанавливают дерноснимы.



Рисунок 7.5 – Лесопосадочная машина МЛЮ-1А

В качестве посадочного установлен дисковый аппарат (рисунок 7.3), состоящий из двух резиновых дисков, закрепленных на полуосях с помощью металлических дисков и болтов. Один из дисков

приводится от левого прикатывающего катка. Диски установлены под углом друг к другу таким образом, что спереди вверху они сходятся, а сзади внизу расходятся. Момент схождения дисков вверху и расхождения внизу регулируется роликами. В дисковом посадочном аппарате нет захватов. Сажальщики подают растения в пространство между дисками в момент схождения их вверху. В приводе посадочного аппарата нет предохранительной муфты, так как дисковый аппарат мало подвержен забиванию порубочными остатками.

В машине МЛУ-1А уменьшена высота сошника, в результате чего увеличился транспортный просвет, общая масса машины снижена до 900 кг. Шаг посадки произвольный и зависит от опыта и слаженности работы сажальщиков. Для обеспечения требуемого шага посадки достаточно нанести метки на резиновом диске, напротив которых сажальщики будут вкладывать растения. По сравнению с МЛУ-1 машина МЛУ-1А обеспечивает лучшее качество посадки, имеет более высокие эксплуатационно-технологические показатели и надежность. Производительность машины за 1 ч основного времени до 3,5 км. Агрегатируется она с тракторами ЛХТ-55, ЛХТ-100.

**Лесопосадочная машина ЛМД-2** (рисунок 7.6) предназначена для посадки саженцев деревьев хвойных пород высотой от 4 до 30 см на вырубках. Агрегатируется с тракторами: МТЗ-82, ТДТ-55, ЛХТ-55. Шаг посадки – 50–100 см, заглубление сошника – не более 24 см. Рабочая скорость – 1,8–2,5 км/ч.



Рисунок 7.6 – Лесопосадочная машина ЛМД-2

**Машина лесопосадочная МЛК-1** (рисунок 7.7) предназначена для посадки крупномерного посадочного материала. Агрегатируется с трактором ЛХТ-55. Шаг посадки – 1–1,5 м, заглубление сошника – до 30 см. Производительность за 1 ч – 1,5 км. Масса – 950 кг.



Рисунок 7.7 – Лесопосадочная машина для крупномера МЛК-1

**Лесопосадочная машина СЛ-2А** (рисунок 7.8) предназначена для посадки саженцев и семян ели, сосны, лиственницы с открытой корневой системой, а также семян и саженцев хвойных пород с закрытыми корнями по непрерывным микроповышениям. Агрегатируется с тракторами ЛХТ-55, ЛХТ-100, ЛХТ-100Б, Т-130, ДТ-75В. Состоит из прицепного устройства и двух посадочных секций. Наличие щеточного узла с активным приводом позволяет осуществлять при посадке крупномера заделку корней засыпкой.



Рисунок 7.8 – Лесопосадочная машина для микроповышений СЛ-2А

Производительность при посадке семян с открытой корневой системой – 2,3–3,0 км/ч, саженцев с открытой корневой системой, посадочного материала с закрытой корневой системой и крупномера – 1,5–2,0 км/ч. Ширина междурядий – 2–3 м, шаг посадки в рядах семян – 0,8–1,2 м, саженцев – 1,5 м. Масса – 1 700 кг.

**Лесопосадочная машина с автоматической подачей сеянцев МЛА-1А «ИЛАНА»** (рисунок 7.9) с приспособлением для обработки почвы предназначена для посадки сеянцев хвойных пород на свежих слабо- и среднезадернелых нераскорчеванных вырубках с количеством пней до 500 шт. на 1 га, очищенных от порубочных остатков и валежника, одновременно с обработкой почвы. Машина разработана в Институте леса НАНБ (г. Гомель) и выпускается заводом «Гомсельмаш».



*а* *б*  
*а* – вид со стороны посадочного аппарата; *б* – вид сбоку

Рисунок 7.9 – Лесопосадочная машина МЛА-1А «Илана»

Машина состоит из следующих основных частей: навески, ограждения, ящика для кассет, механизма подачи, кассеты, механизма лентопротяжного, аппарата посадочного, прикатывающего катка, сошника, черенкового ножа, загортачей, натяжного устройства, рыхлителя, щитка, приспособления для обработки почвы.

Навеска сборной конструкции предназначена для присоединения машины к навесным системам колесных (МТЗ-80/82, ТТР-401) тракторов.

Механизм подачи служит для поддержания и направления движения кассеты с сеянцами к звездочке лентопротяжного механизма.

Механизм лентопротяжный служит для синхронной кинематической связи вращения захватов и движения кассеты.

Посадочный аппарат ротационного типа предназначен для подачи сеянцев в посадочную щель, образованную сошником. На горизонтальной оси закреплен диск, к которому можно присоединить 6, 4 или 3 лучевых захвата, шаг посадки при этом будет равен 50, 75, 100 см. Захват имеет подвижную и неподвижную створки. Для открытия подвижных створок перед забором сеянцев из кассеты и закрытия их предназначено верхнее

лекало. Для открытия створок захватов при высадке сеянцев предназначено нижнее лекало. Момент раскрытия и закрытия створок захватов регулируют перемещением лекал.

Привод посадочного аппарата осуществляется от правого прикатывающего катка через ведущую зубчатую шестерню, промежуточную и ведомую шестерню, установленную на валу посадочного аппарата.

Катки прикатывающие предназначены для уплотнения почвы около корневой системы высаженных сеянцев и для обеспечения привода аппарата. С наружной стороны обода правого катка приварены почвозацепы, с внутренней стороны укреплен ведущая звездочка привода посадочного аппарата.

Сошник коробчатой формы, с тупым углом вхождения в почву, служит для образования посадочной щели.

Черенковый нож с тупым углом вхождения в почву предназначен для разрезания перед сошником встречающихся в почве корней, порубочных остатков и валежника.

Загортачи расположены сзади сошника по обеим его сторонам. Загортачи подрезают пласты почвы, сдвигают их к центру борозды и засыпают корневую систему сеянцев в момент посадки.

Приспособление для обработки почвы предназначено для создания двухотвальной борозды шириной 40 см и глубиной 5–7 см.

**Ямокопатели** – это навесные машины для рытья ям под плодовые деревья и саженцы древесных и кустарниковых пород. Различают ямокопатели *непрерывного действия*, когда яма выкапывается за одно погружение бура в грунт, и *прерывного действия* – за несколько погружений в грунт.

По способу погружения рабочего органа в грунт различают ямокопатели с *принудительным заглублением* и с *заглублением под действием собственного веса*.

Ямокопатель КЯУ-100М состоит из рабочего органа (бура), рамы, карданной передачи с предохранительной муфтой, редуктора, опор, кожуха. Агрегатируется с трактором МТЗ-80/82. Масса ямокопателя – 300 кг, глубина ям – до 70 см, диаметры – 30, 60, 80, 100 см, производительность – до 120 ям/ч.

Ямокопатель лесной ЯЛ-1,3 предназначен для подготовки посадочных ям под посадку саженцев и сеянцев на нераскорчеванных вырубках. Состоит он из рамы, навески, рабочего колеса с закрепленными на нем бурами, редукторов, двух карданных передач, предохранительной муфты. Агрегатируется ямокопатель ЯЛ-1,3 с тракторами ЛХТ-100, ЛХТ-55. Привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора. Масса ямокопателя – 950 кг, глубина выкапываемых ям – 15–25 см, ширина по верху – 12,6–24 см, расстояние между ям-

ками в ряду – 120 см.

Ямокопатель для склонов двухрядный ЯС-2 одновременно выкапывает две ямки, оборудован двумя сменными рабочими органами – клиновым и шнековым. Агрегатируется ЯС-2 с тракторами МТЗ-80/82, ДТ-75, ЛХТ-55. Масса ямокопателя – 540 кг, ширина междурядий – 2–2,5 м, глубина выкапываемых ям – 25–35 см.

### **2.7.3 Требования безопасности труда при посадке леса**

К работе на лесопосадочных машинах допускаются подготовленные рабочие, прошедшие инструктаж по охране труда.

При обслуживании лесопосадочного агрегата назначается старший, который следит за выполнением инструкций по охране труда. Трактор и лесопосадочные машины должны быть в исправном состоянии. Движущиеся и вращающиеся части машин ограждаются защитными кожухами. Сигнальная система должна быть в исправном состоянии и предохранена от повреждений, нагрева и замыканий. Рычаги управления рабочими органами машин и орудий должны иметь надежные фиксирующие устройства.

На лесокультурных участках устанавливается направление движения агрегата, обозначаются поворотные полосы, выявляются и ликвидируются препятствия. Опасные места обозначаются вешками.

Тракторист во время работы должен быть внимательным во избежание наездов на высокие пни, крупные камни, порубочные остатки, которые могут явиться причиной несчастного случая. Устранять неисправности разрешается только при полной остановке трактора, заглушенном двигателе и на опущенной на землю машине.

Крутые повороты и развороты в конце гона следует производить при транспортном положении лесопосадочной машины. Места для разворотов агрегата не должны иметь препятствий. Преодолевать препятствия можно только на первой передаче.

Перед каждым очередным движением лесопосадочного агрегата подается звуковой сигнал. Трогаться с места необходимо плавно и без рывков, убедившись, что поблизости нет людей и препятствий.

После завершения лесопосадочных работ машину следует поставить на место на хранение, выполнив требования технического обслуживания.

## **2.8 Машины для проведения рубок ухода за лесом**

### **2.8.1 Назначение и виды рубок ухода за лесом, классификация ма-**

шин и орудий для рубок ухода

2.8.2 Моторизованные инструменты и моторизованные агрегаты

2.8.3 Машины и оборудование для трелевки и транспорта заготовленного леса

2.8.4 Техника безопасности при проведении рубок ухода

### **2.8.1 Назначение и виды рубок ухода за лесом, классификация машин и орудий для рубок ухода**

В лесах Беларуси проводятся четыре вида рубок ухода за лесом:

– *осветления* – уход за составом в смешанных и сложных молодняках. Задача осветлений состоит в формировании насаждения желаемого состава, регулировании густоты и увеличении или сохранении в насаждении доли участия главной (или главных) породы, соответствующей данным лесорастительным условиям. В чистых насаждениях осветления, как правило, не назначают, за исключением перегущенных и неоднородных по происхождению молодняков;

– *прочистки* – мера ухода за составом и формой насаждения. Отличаются от осветлений тем, что наряду с уходом за составом обеспечивают преобладание и равномерное размещение деревьев главной (или главных) породы по площади, а также сохранение полезных для ее роста подгоночных пород, формируют структуру будущего древостоя и регулируют количественное соотношение между отдельными породами;

– *прореживания* – уход за формой ствола, кроны и получение максимального прироста всего древостоя. При прореживании продолжают уход за составом и формирование второго яруса в сложных древостоях;

– *проходные рубки* проводят в целях увеличения прироста на лучших деревьях и сокращения срока выращивания технически спелой древесины. При проходных рубках продолжают улучшать состав, структуру и повышать устойчивость насаждения, сохранять подрост и второй ярус. Ведут подготовку насаждений к главной рубке (улучшают условия естественного возобновления, уход за вторым ярусом и подростом).

При проведении рубок ухода применяются технологические процессы с заготовкой древесины в виде хлыстов, сортиментов или без наличия ликвидной древесины.

Машины, механизмы, приспособления, инструменты для рубок ухода можно разделить на следующие группы:

– моторизованные инструменты;

- моторизованные агрегаты;
- трелевочные машины и приспособления;
- машины для трелевки и транспорта заготовленного леса;
- многооперационные машины для заготовки леса.

## **2.8.2 Моторизованные инструменты и моторизованные агрегаты**

Из моторизованных инструментов на рубках ухода используются бензиномоторные пилы и ручные мотокусторезы. Бензиномоторный инструмент относится к средствам малой механизации.

*Бензиномоторные пилы (бензопилы)* предназначены для спиливания деревьев, обрезки сучьев и вершин деревьев, раскряжевки хлыстов на сортименты. Бензопилы подразделяются на редукторные и безредукторные.

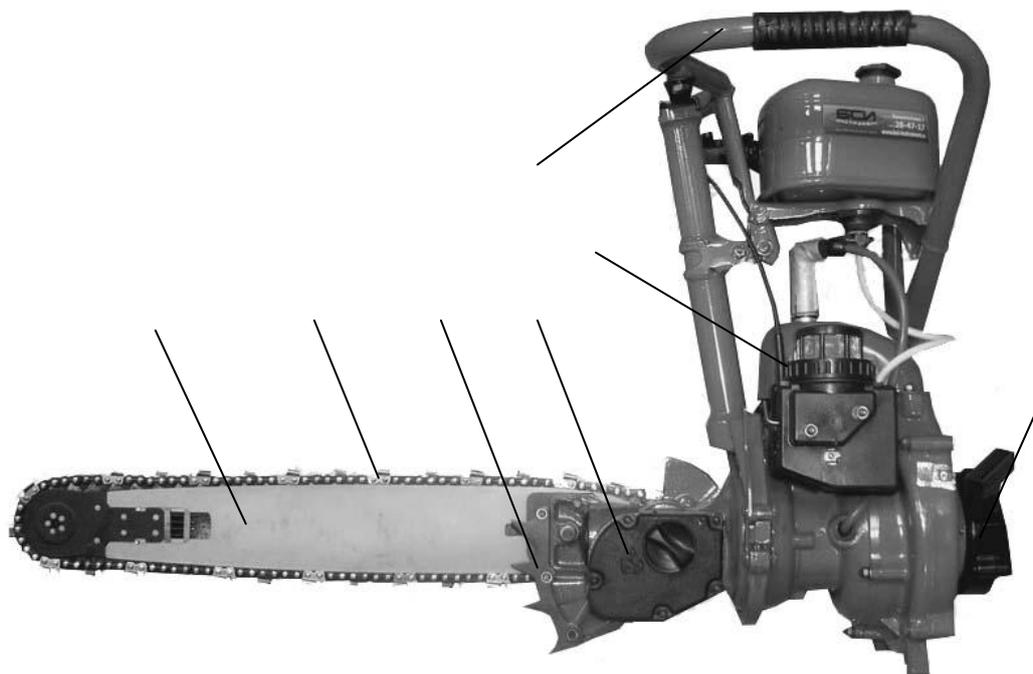
Из редукторных бензопил в лесном хозяйстве получили распространение «Дружба» и «Урал» различных модификаций.

Безредукторные высокооборотные бензиномоторные пилы широко используются как в лесном хозяйстве, так и в других отраслях, а также в быту. Поэтому, фирмы-производители предлагают большой выбор бензопил. К наиболее известным можно отнести пилы производства:

- Германия - Stihl, Dolmar, Solo, Jonsered, Makita, Al-Ko;
- Швеция – Husqvarna, Stiga;
- США – Partner, Patriot, Poulan, Chempion, McCulloch, Ryobi;
- США/Тайвань – Craftsman;
- США/Китай – Homelite;
- Китай – Greenline;
- Финляндия – BGT Finland;
- Япония – Shindaiwa, Echo;
- Италия – Alpina, Efco;
- Россия – Тайга;
- Украина – Мотор Сич.

В бензопилах применяют одноцилиндровые двухтактные карбюраторные двигатели внутреннего сгорания с воздушным охлаждением.

Редукторные бензопилы имеют следующие основные узлы (рисунок 8.1): раму 1; двигатель 2; муфту сцепления; редуктор 3; пильный аппарат, состоящий из пильной шины 6 и пильной цепи 5; стартер 7.



1 – рама; 2 – двигатель; 3 – редуктор; 4 – зубчатый сектор;  
5 – пильная цепь; 6 – пильная шина; 7 – съемный стартер

Рисунок 8.1 – Редукторная бензопила

Эти пилы дополнительно могут комплектоваться гидравлическим клином (гидроклином) с приводом гидронасоса от двигателя бензопилы. Использование гидроклина облегчает труд на валке деревьев и в определенных условиях позволяет вальщику работать без помощника.

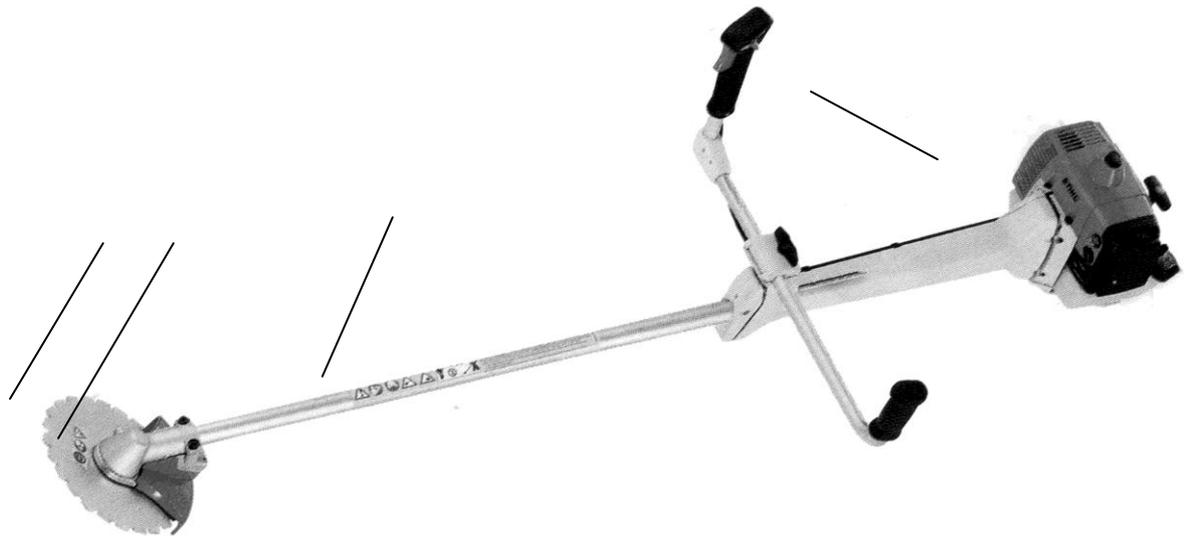
Безредукторные пилы не имеют редукторов (рисунок 8.2). Они значительно легче и обладают более высокой скоростью резанья, чем редукторные. Безредукторные пилы не имеют отдельно выполненной рамы, их ручки управления крепятся непосредственно к корпусу двигателя, поэтому эти пилы относятся к типу пил с низко расположенными рукоятками управления. Пильная цепь приводится в движение непосредственно от двигателя через центробежную муфту сцепления. Запуск двигателя производится встроенным стартером.



Рисунок 8.2 – Безредукторная бензопила

*Мотокусторезы* используются при рубках ухода в молодняках (осветлениях, прочистках) для спиливания нежелательной древесной растительности. Максимальный диаметр спиливаемых деревьев не превышает 15 см. Применяются, в основном, мотокусторезы фирм «Husqvarna» и «Stihl».

Все мотокусторезы имеют примерно одинаковую конструкцию (рисунок 8.3) и состоят из двигателя *1* от бензопилы, приводного ствола штанги *2*, головки *3* и рабочих органов – дисковой пилы *4* или коси-лочного резца.



*1* – двигатель; *2* – штанга; *3* – головка; *4* – дисковая пила

Рисунок 8.3 – Общий вид мотокустореза

Вращающий момент от двигателя к рабочему органу передается через центробежную муфту сцепления, промежуточный вал, размещенный в приводном стволе *2*, и редуктор с коническими шестер-

нями и передаточным числом 1:1. Промежуточный вал установлен в приводном стволе на пяти подшипниках. На нижнем конце приводного ствола закреплена головка 3 для присоединения рабочих органов. Для срезания древесины используется дисковая пила диаметром 230 мм, а для срезания травянистой растительности – косилочный резец диаметром 250 мм с тремя сегментами.

Во время работы мотокусторез располагается у правого бедра моториста и удерживается в подвешенном состоянии за счет фиксации на скобе специального снаряжения. Для срезания древесно-кустарниковой растительности моторист направляет режущий рабочий орган с помощью двух ручек. При необходимости он левой рукой может отодвигать в сторону срезанные деревца. При переходах моториста с места на место двигатель должен работать на холостом ходу.

Для проведения механизированного осветления рядовых лесных культур и молодняков естественного происхождения применяются:

- тракторные кусторезы-осветлители с активным рабочим органом (КОМ-2,3, КОГ-2,3, КОН-2,3, КН-1,5, КНГ-1,5, КРТ-1Б, КТГ-2,4, КР-2В и др.);

- тракторные кусторезы-измельчители (РКР-1,5, фронтальный измельчитель на ОрТЗ-150К);

- тракторные катки-осветлители с пассивным рабочим органом (КОК-2, КОК-2М, КУЛ-2А).

Осветления и прочистки указанными машинами осуществляются полосами определенной ширины при непрерывном движении трактора, т. е. коридорным способом. Они используются при проведении рубок ухода в молодняках по линейно-куртинным и линейным технологиям без заготовки древесины. Тракторные кусторезы-осветлители с активными рабочими органами, кроме того, используются для прокладки технологических коридоров при организации технологической сети на начальных стадиях рубок ухода, а также восстановления старых заросших технологических коридоров и просек; при проведении реконструкции малоценных насаждений; для срезания древесно-кустарниковой растительности под ЛЭП и на нефте- и газопроводных трассах.

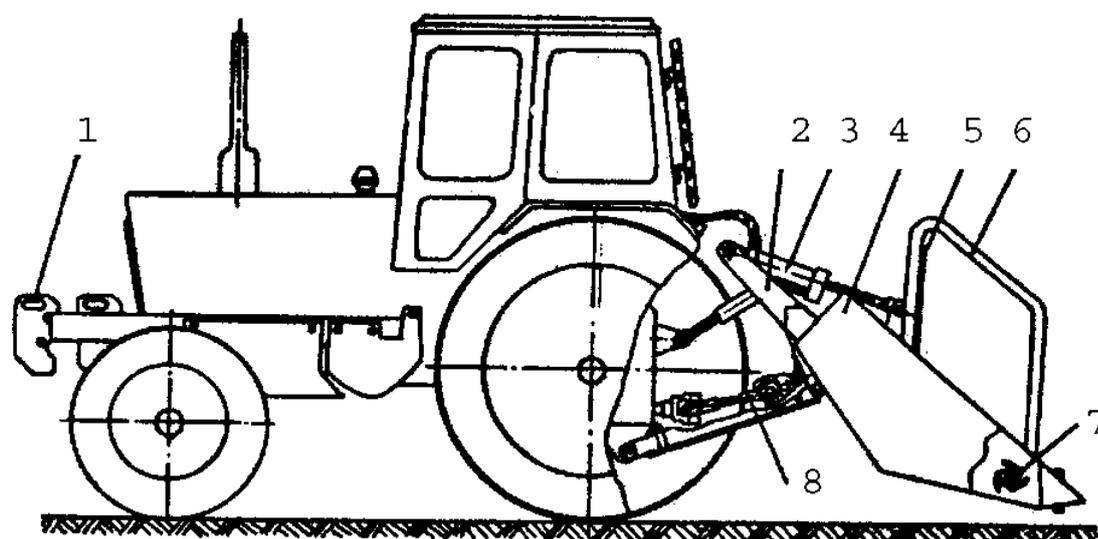
Использование тракторных кусторезов повышает производительность труда в 8–10 раз по сравнению с работой моторизованными ручными инструментами.

Общим для многих *тракторных кусторезов-осветлителей* с активным приводом является выполнение срезающего рабочего органа в виде трехножевой цилиндрической (скальчатой) фрезы с горизонтальной осью вращения. Фреза располагается спереди по ходу движения трактора. Такой рабочий орган не подвержен заклиниванию в

пропиле, значительно устойчивее работает при колебаниях и перекосах во время движения агрегата, не забивается растительными остатками, а также позволяет создавать кусторезы с различной шириной захвата простым увеличением или уменьшением секций.

Кусторезы-осветлители КОМ-2,3, КОН-2,3, КОГ-2,3 аналогичны по конструкции и отличаются только местом расположения на тракторе, типом трактора и типом привода рабочего органа.

**Кусторез-осветлитель КОН-2,3** агрегируется с реверсивным трактором МТЗ-82В и представляет собой быстросъемное устройство, навешиваемое на заднюю навеску трактора по обычной трехточечной схеме (рисунок 8.4). Рама и рабочий орган унифицированы с рамой и рабочим органом кустореза КОМ-2,3. Привод фрез осуществляется от заднего ВОМ трактора.



1 – дополнительные грузы; 2 – промежуточная рама;  
3 – гидроцилиндр; 4 – Ш-образная рама; 5 – щит-отражатель;  
6 – трубчатые ограждения; 7 – цилиндрическая трехножевая  
фреза; 8 – карданный вал

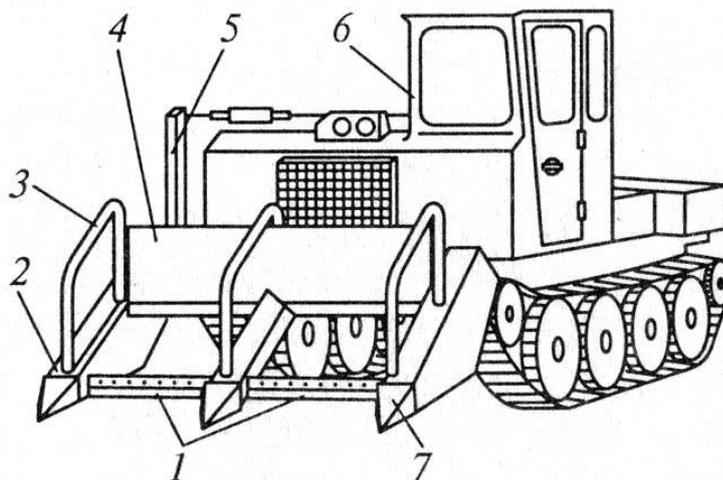
Рисунок 8.4 – Кусторез-осветлитель КОН-2,3

Кусторез КОН-2,3 работает при движении трактора назад, поэтому трактор МТЗ-82В предварительно переоборудуют для эксплуатации в таком режиме: поворачивают сиденье в кабине на  $180^\circ$  и переставляют рулевое колесо на дублирующую рулевую колонку, размещенную в задней части кабины. Там же находятся дублирующие органы управления: педали муфты сцепления, изменения подачи топлива и тормоза.

Частота вращения фрез  $3\ 500\ \text{мин}^{-1}$ , ширина захвата 2,3 м, расчетная

рабочая скорость трактора 2,6–3,6 км/ч, масса кустореза 755 кг.

**Кусторез-осветлитель КОГ-2,3** (рисунок 8.5) предназначен для работы в более тяжелых условиях и представляет собой навесное оборудование, агрегируемое с гусеничным трактором ТДТ-55А или ЛХТ-55. Ш-образная рама с редуктором и приводными валами, а также рабочий орган унифицированы с аналогичными узлами кустореза КОМ-2,3.



1 – трехножевые фрезы; 2 – рама; 3 – трубчатое ограждение; 4 – щит-отражатель; 5 – стойка; 6 – трактор; 7 – клин-рассекатель

Рисунок 8.5 – Кусторез-осветлитель КОГ-2,3

Кусторез навешивается на трактор вместо штатного толкателя. Для этого на поперечном бруске рамы предусмотрены присоединительные элементы. На основании рамы установлен щит-отражатель 4, а на боковых и центральной балках – трубчатые ограждения 3. Вращающий момент на фрезы 1 передается от раздаточной коробки трактора через два карданных вала, повышающий конический редуктор и клиноременную передачу. Для обеспечения продольной устойчивости во время работы на лонжеронах трактора сзади устанавливается дополнительный груз – противовес.

Частота вращения фрез  $2\ 700\ \text{мин}^{-1}$ , ширина захвата 2,3 м, максимальный диаметр древесной растительности, срезаемой на проход, составляет 6 см, расчетная рабочая скорость трактора 1,5–3,5 км/ч. Масса кустореза 1 100 кг.

**Кусторезы КН-1,5 и КНГ-1,5.** Эти кусторезы с шириной захвата рабочего органа 1,5 м предназначены для осветления рядовых плантационных культур с междурядьем 2,0–3,0 м и агрегируются с тракторами небольшой мощности – Т-30А, Т-30А-80.

Рама кусторезов представляет собой двухбрусовую П-образную конструкцию. В передней ее части установлена односекционная трехножевая фреза длиной 1 220 мм. Максимальный диаметр древесной растительности в месте реза составляет 5 см. Производительность за 1 ч основного времени КН-1,5 равняется 9 км, КНГ-1,5 – 13,5 км, масса кусторезов соответственно 325 и 480 кг.

Принцип работы кусторезов с фронтальными ножевыми фрезами при уходе за лесными культурами заключается в следующем. В начале подлежащего обработке междурядья тракторист переводит кусторез в рабочее положение, для чего раму с помощью гидроцилиндра устанавливает на заданной высоте срезания древесной растительности (от 30 до 100 см от земли). После этого он включает привод фрезы. Когда частота вращения фрезы достигает номинального значения, тракторист включает необходимую передачу для движения трактора и начинает рабочий ход по междурядью с соблюдением необходимой защитной зоны (30–50 см) от ряда культур. Вся растительность по ширине захвата срезается ножами фрезы и за счет вращения ее снизу вверх отбрасывается комлями назад в сквозные проемы (окна), наклоняется щитом-отражателем вперед по ходу движения агрегата и укладывается под трактор вершинами вперед. Смещению срезанной растительности назад способствует вновь поступающая растительность с ножевых фрез. Имеющиеся на раме трубчатые ограждения удерживают срезанную растительность от повала (наклона) на сторону (вбок) или смешивания в середине и обеспечивают равномерное ее перемещение под трактор. После прохода агрегата на поверхности почвы остается полоса срезанной древесной растительности. В конце гона тракторист отключает привод рабочего органа, поднимает раму в транспортное положение и заезжает в следующее междурядье для движения в обратную сторону.

При ширине захвата кустореза 2,3 м за один проход (с учетом защитных зон) проводится обработка междурядья шириной 3–4 м. В лесных культурах с междурядьями более 4 м обработка проводится за два прохода. Если на пути движения кустореза встречаются отдельные деревья диаметром до 10–12 см, срезание их производится за несколько приемов. Более крупные деревья предварительно спиливают бензопилами. Оставшуюся после прохода кустореза-осветлителя мелкую древесную растительность в защитных зонах и рядах срезают мотокусторезами, а более крупную – бензопилами.

При осветлении лесных культур могут применяться кусторезы-осветлители и с другими рабочими органами. Так, у **кустореза тракторного гусеничного КТГ-2,4** в качестве рабочего органа используются дисковые пилы (рисунок 8.6). Изготавливается кусторез

на базе тракторов ТДТ-55, ЛХТ-100(Б), ТЛТ-100(Б). Предназначен для срезания древесно-кустарниковой растительности под линиями электропередач и на нефтепродуктопроводах, в широких междурядьях, просеках и прочих объектах. Диаметр стволов срезаемого кустарника – не более 0,09 м, ширина рабочей зоны кустореза – 2,4 м. Техническая производительность при срезании кустарника – не менее 0,25 га/час.



Рисунок 8.6 – Кусторез КТГ-2,4

Тракторные кусторезы-измельчители, наряду со срезанием древесно-кустарниковой растительности, измельчают ее на щепу. **Рубщик коридоров роторный РКР-1,5** используется для осветления культур дуба и других пород. Он срезает около рядов поросль древесных пород полосой шириной 1,5 м, измельчает срезанный материал в щепу и разбрасывает ее в образуемом коридоре. Рубщик применяется в культурах с междурядьем не менее 3 м, созданных на вырубках после сплошной или полосной раскорчевки, или без раскорчевки, но с понижением пней в междурядьях до высоты не более 15 см. Средняя высота поросли должна быть не более 4 м, максимальный диаметр – до 4 см. Рубщик навешивают на заднюю навесную систему тракторов МТЗ-80/82. Спереди трактора на лонжеронах устанавливают пригибающее устройство.

Рубщик РКР-1,5 имеет следующие основные узлы: раму, роторный барабан, редуктор, трансмиссионный вал, опорные колеса. Рама служит для крепления роторного барабана, опорных колес и для навешивания рубщика на трактор.

Роторный барабан представляет собой трубу диаметром 112 мм с толщиной стенки 8 мм. По всей длине трубы установлены с интервалом 65 мм и приварены диски диаметром 250 мм, в промежутках между которыми размещены по винтовой линии и закреплены с по-

мощью распорных втулок и болтов 20 ножей молоткового типа. Вращающий момент на роторный барабан передается от заднего ВОМ трактора через карданный вал, конический редуктор, цепную муфту, трансмиссионный вал и клиноременную передачу, ведущий шкив которой крепится к консоли трансмиссионного вала.

Опорные колеса служат для разгрузки гидросистемы трактора при работе рубщика и регулировки высоты среза поросли.

Ширина захвата 1,5 м, высота срезания поросли 0,1–0,4 м, расчетная рабочая скорость агрегата до 2,5 км/ч, масса рубщика 600 кг.

**Фронтальный измельчитель на базе трактора ОпТЗ-150К** (рисунок 8.7) срезает растительность, одновременно измельчая остатки в щепу, которая частично закапывается в почву, что увеличивает сроки безлесного состояния между расчистками. Отличительной особенностью измельчителя является наличие срезающего устройства, представляющего собой ротор с зафиксированными на нём по диаметру твёрдосплавными резцами, количество которых может достигать 60. При работе резцы не требуют специальной заточки. Средний срок службы резцов: 350–400 часов, усиленных резцов: 900–1 500 часов. При износе резцов производится их замена, не требующая длительного времени и высокой квалификации.

Ротор располагается в специальном кожухе с открывающейся и закрывающейся по команде оператора крышкой. Измельчитель приводится в действие карданным валом, который соединяет ротор измельчителя с ВОМ. Расчистка происходит при движении измельчителя как вперёд, так и назад, а диаметр срезаемых деревьев может достигать 40 см. Во время движения ротор, частота вращения которого составляет до 2 100 оборотов в минуту, захватывает растительность и срезает её. На навеске установлена специальная гидравлическая рама давления, облегчающая за счёт прижатия к земле растительности её срезание, а также помогающая задать нужное направление падения дерева или кустарнику. Оператор имеет возможность регулировать высоту подъёма навески или её заглубление в почву.



Рисунок 8.7 – Кусторез-измельчитель

Установки обеспечивают полное измельчение древесно-кустарниковой растительности до уровня земли, а установки с фиксированными фрезами способны работать с заглублением в почву до 15 см. Диаметр ротора навески, по желанию заказчика, может быть от 330 до 500 мм, а ширина захвата – 2 000, 2 200 и 2 500 мм.

Для проведения рубок ухода коридорным способом на стадии осветлений и прочисток используются также орудия с пассивным рабочим органом – *катки-осветлители*. Принцип их воздействия на растущую древесно-кустарниковую растительность заключается в ее повале катком и прикатывании с частичным дроблением и ошкуриванием ребрами катка. При работе катка максимальный диаметр древесной растительности может составлять до 8 см. Катком можно столкнуть и повалить отдельно стоящие деревья диаметром до 12 см, но в этом случае не будет их дробления и должного прикатывания.

**Каток-осветлитель КОК-2М** (рисунок 8.8) монтируется на фронтальное навесное устройство трактора ЛХТ-100, ЛХТ-55 или ТДТ-55А. Основными узлами катка являются рама и установленный на ней в подшипниках скольжения ножевой барабан (каток), который может быть цельным или состоять из двух частей. Рама устанавливается на штатные места переднего навесного устройства трактора и при помощи пальцев соединяется с его гидроцилиндрами. Передняя часть рамы оканчивается валочным брусом, размещенным над ножевым барабаном, по бокам которого установлены клиновидные рычаги, а в средней части – треугольные направители в виде пластин. Ножевой барабан представляет собой полый цилиндр, к которому с помощью болтовых соединений крепятся режущие ножи. Высота ножей

от поверхности барабана составляет 200 мм. Диаметр барабана по концам ножей равняется 1 000 мм. Барабан не имеет специального привода, а перекачивается при движении трактора. Ширина захвата рабочего органа 2,0 м, масса катка-осветлителя 1 450 кг.



Рисунок 8.8 – Каток-осветлитель КОК-2М:

Принцип работы катка-осветлителя заключается в следующем. Каток, самопроизвольно вращаясь, движется вдоль ряда культур (с учетом требуемой защитной зоны) и производит повал, приземление и частичное дробление стволиков и ветвей древесно-кустарниковой растительности. Балочный брус наклоняет древесную растительность в зоне ширины захвата перед катком. Боковые клиновидные рычаги отодвигают находящиеся в непосредственной близости от ряда культур стволики древесной растительности и направляют их под каток. Направители, закрепленные на валочном брус, предотвращают скольжение древесной растительности вдоль бруса и обеспечивают ее направленный и равномерный повал по ходу движения агрегата. После прохода агрегата тракторист с помощью навесной системы трактора поднимает каток в транспортное положение и заезжает в следующее междурядье. После прохода катка-осветлителя образуется коридор с подмятой и частично дробленной древесной растительностью шириной 2,1–2,3 м. Если за один проход не достигнут желаемый результат, производят повторный проход в том же направлении.

**Каток универсальный лесной КУЛ-2А** (рисунок 8.9) предназначен для осветления рядовых лесных культур на вырубках, а также для

агротехнического ухода за культурами, посаженными в плужные борозды. Агрегируется каток с тракторами ЛХТ-100, ЛХТ-55. Отличие его от катка КОК-2М заключается в том, что рабочий орган состоит из двух самовращающихся ножевых барабанов, установленных на двух секциях с подшипниковыми узлами, которые с помощью сменного монтажного бруса присоединяются к задней навеске трактора.



Рисунок 8.9 – Каток-осветлитель КУЛ-2А

Ножевые барабаны по конструкции аналогичны барабану катка КОК-2М, имеют такой же диаметр, но меньшую длину (750 мм). Для осветления рядовых лесных культур в створе ножевых барабанов установлен сдвоенный клин-рассекатель. Его ширина, равная 0,85 м, перекрывает расстояние между ножевыми барабанами. Процесс осветления осуществляется так же, как и катком КОК-2М. Ширина захвата при работе катка в качестве осветлителя составляет 2,2 м, масса катка 1 650 кг. При агротехническом уходе за лесными культурами клин-рассекатель демонтируют. Каток КУЛ-2А обрабатывает культуры седланием рядка. При этом вся древесно-кустарниковая растительность (поросль), находящаяся сбоку рядка в полосе шириной 0,8–1,0 м, подавляется (перерезается и вминается в почву).

### **2.8.3 Машины и оборудование для трелевки и транспорта заготовленного леса**

Трелевка древесины (деревьев, хлыстов, сортиментов) от мест проведения рубок ухода является одной из важнейших операций, к которой предъявляются жесткие лесоводственные требования, направленные

ные на снижение до минимума повреждений почвенного покрова и оставляемых для дальнейшего роста деревьев.

Для трелевки древесины используют трелевочные лебедки и трелевочные захваты.

Все **трелевочные лебедки** (рисунок 8.10) и приспособления для трочокерной трелевки имеют сходную конструкцию и состоят из следующих основных узлов: привода, редуктора, барабана для наматывания каната, муфты включения барабана во вращение, стального каната (троса), направителя троса и чокеров для сбора пачки и трелевки.

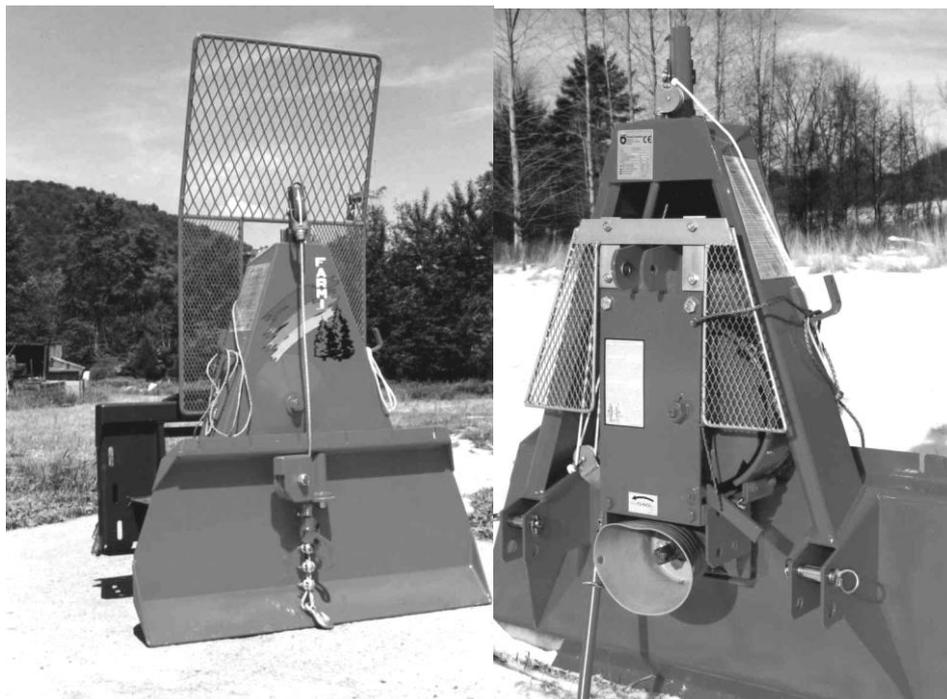


Рисунок 8.10 – Трелевочная лебедка Farmi JL 351

Различают лебедки с приводом от ВОМ трактора с помощью карданного вала и с гидравлическим приводом с помощью гидромотора, устанавливаемого на входном валу редуктора.

В трелевочных лебедках используют как специально спроектированные двухступенчатые редукторы, так и серийно выпускаемые.

Муфты сцепления применяют кулачковые и фрикционные одно- и многодисковые с ручным включением и включением с помощью гидроцилиндра.

Барабаны для наматывания троса имеют реборды для размещения троса длиной от 30 до 50 м. Барабан, как правило, вращается в подшипниках на оси. На одной из реборд крепят ведомую часть муфты включения, другая реборда часто служит барабаном для ленточного тормоза, предотвращающего разматывание троса при трелевке.

Собирающий канат (трос) при рубках ухода используют диаметром 12–14 мм, для чокеров – диаметром 8–10 мм.

Широкое применение находят трелевочные лебедки ПТН-10А,

ПТН-30, ТЛН-1А, а также различные лебедки фирм Farmi, Estre, Tajfun и др.

**Трелевочные захваты** предназначены для бесчokerной трелевки древесины (деревьев, хлыстов или сортиментов). В хозяйствах используются приспособление трелевочное навесное ПТН-0,8 («Муравей»), приспособление трелевочное бесчokerное ПТБ-4,5, устройство для бесчokerной трелевки УБТ-0,8, устройство трелевочное гидравлическое УТГ-4,8, захват Л-412. Принципиальным конструктивным отличием их от трелевочных лебедок и приспособлений является то, что для сбора и трелевки древесины они снабжены клещевыми захватами, управляемыми с помощью гидроцилиндра из кабины трактора (рисунок 8.11).

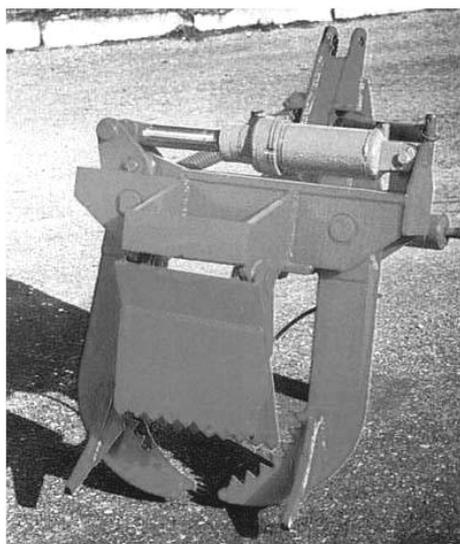
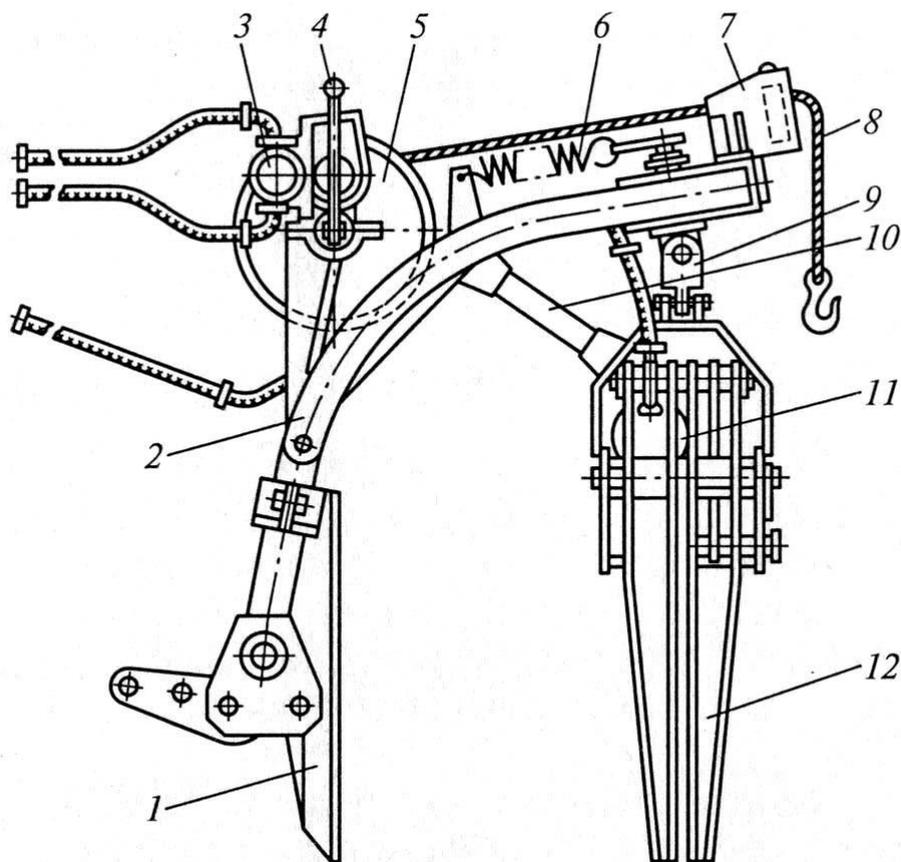


Рисунок 8.11 – Захват трелевочный Л-412

Интересной разработкой являются трелевочные захваты ЗТН-0,8 и ЗТЛ-2, которые наряду с клещевым захватом оснащены тяговой лебедкой с гидравлическим приводом. Это позволяет, кроме основной функции – трелевки древесины бесчokerным способом, вначале осуществлять подтрелевку древесины с пасеки, формировать пачки древесины, снимать зависшие деревья.

**Захват трелевочный навесной ЗТН-0,8** (рисунок 8.12) агрегируется с тракторами класса МТЗ-80/82. Основными его узлами являются: рама 2, клещевой захват 12, упорный щит 1, тросовая лебедка 5, направитель троса 7. Рама 2 с проушинами для навески на трактор представляет собой сварную дугообразную конструкцию из двух труб, сходящихся впереди. В нижней части рамы закреплен съемный упорный щит 1, который частично закрывает колеса трактора с внутренней стороны.



1 – упорный щит; 2 – рама; 3 – гидромотор; 4 – ручка; 5 – лебедка; 6 – дисциплинирующая пружина; 7 – направитель троса; 8 – трос; 9 – шарнир; 10 – фиксирующая тяга; 11 – гидроцилиндр; 12 – клещевой захват

Рисунок 8.12 – Захват трелевочный навесной ЗТН-0,8

Клещевой захват 12 крепится к раме с помощью шарнира 9 с тремя степенями свободы (перемещения в продольно-горизонтальной и поперечной плоскостях и вращение вокруг вертикальной оси). Захват выполнен из двух перемещаемых гидроцилиндром клещевых частей. Одна часть захвата выполнена сдвоенной, другая – одинарной, входящей при смыкании в сдвоенную часть. Для повышения надежности зажима пачки древесины внутренние поверхности клещевого захвата имеют такую форму (кривизну), что усилия, действующие на пачку при зажиме захвата, направлены вверх. Установка захватов перпендикулярно продольной оси рамы автоматически осуществляется при помощи двух дисциплинирующих пружин 6. Для исключения раскачивания клещевого захвата при транспортных переездах имеется фиксирующая тяга 10. При работе она отсоединяется от корпуса захвата.

На раме 2 над щитом 1 установлена съемная тросовая лебедка 5 с приводом от гидромотора 3. Гидромотор 3 и гидроцилиндр 11 привода клещевого захвата с помощью рукавов высокого давления подсо-

единяются к выводам гидросистемы трактора. Составными частями лебедки являются редуктор и тросовый барабан. В редукторе имеется храповая муфта для включения и выключения привода тросового барабана с помощью рычага (ручки) 4. Для обеспечения работы троса под различными углами на дышле рамы перед лебедкой установлен направитель 7. В комплект ЗТН-0,8 входят восемь чокеров комбинированной конструкции, выполненных из троса и цепи.

Максимальное раскрытие клещевого захвата 1,3 м, грузоподъемность клещевого захвата 700 кг, диаметр трелюемых деревьев – 10–60 см, угол поворота клещевого захвата относительно продольной оси рамы  $\pm 60^\circ$ , тяговое усилие лебедки до 12 кН, рабочая длина троса 35 м, скорость перемещения троса 0,4–0,7 м/с, производительность захвата за смену 32 м<sup>3</sup>, масса захвата 340 кг.

Захват трелевочный лесной ЗТЛ-2. Захват имеет аналогичную, но усиленную по сравнению с ЗТН-0,8 конструкцию.

Работа трелевочными захватами заключается в следующем: вначале лебедкой древесину подтаскивают с пачки к технологическому коридору и формируют отдельные пачки древесины. Затем лебедку отключают, тракторист раскрывает захват, задним ходом подъезжает к сформированной пачке, опускает щит и, продолжая двигаться назад, выравнивает торцы бревен. После этого он ставит рычаг распределителя в плавающее положение и опускает захват на пачку или отдельное дерево до упора его в раму захвата. Затем тракторист включает в работу гидроцилиндр, обеспечивающий смыкание захвата, и древесина зажимается в створе клещевого захвата. После этого навеской трактора тракторист поднимает захват вместе с обращенным к трактору концом пачки и осуществляет трелевку древесины в полуподвешенном состоянии на верхний склад. Подъехав к месту укладки древесины, тракторист останавливает трактор, размыкает клещевой захват, и древесина под действием собственного веса опускается на землю.

В настоящее время на рубках ухода преимущественно используются специальные лесные колесные тракторы.

**Трелевочная машина ТТР-401** (рисунок 8.13) предназначена для сбора хлыстов, деревьев и сортиментов на лесосеке, формирования их в пачки и трелевки древесины на погрузочный пункт.



Рисунок 8.13 – Трелевочная машина ТТР-401

Базовой моделью трелевочной машины ТТР-401 является сельскохозяйственный трактор МТЗ-82.1, оборудованный трелевочным приспособлением, торцевателем и специальными ограждениями. Трелевочное приспособление навешивается на заднюю навесную систему, а отвал устанавливается на раме спереди трактора. Трелевочное приспособление оснащено лебедкой с канатом и чокерными замками. Привод лебедки осуществляется от заднего ВОМ через карданный вал. Для подъема (опускания) трелевочного приспособления и отвала, а также включения муфты привода лебедки используется гидросистема трактора. С целью обеспечения безопасности труда кабина трактора и трелевочное приспособление оборудованы специальными оградительными решетками.

При трелевке древесины трактор устанавливают в технологическом коридоре так, чтобы линия трелевки древесины примерно совпадала с продольной осью трактора. Тракторист принудительно, с помощью гидроцилиндра, опускает трелевочное приспособление, придавливая его к земле, и отключает привод лебедки для возможности свободного разматывания троса. Чокеровщик, углубляясь в пасеку, разматывает трос на необходимую длину для чокеровки и сбора древесины в пачку. По сигналу чокеровщика тракторист включает привод лебедки и подтрелевывает пачку древесины к трелевочному

щиту, после чего отключает привод лебедки. Комли древесины под действием собственного веса опускаются на землю. Чокеровщик высвобождает чокера из зацепов тягового троса и прицепляет к поперечному брусу рамы (фиксирует на раме). Если подтрелеванной древесины мало для необходимого объема пачки, производят второй цикл подтрелевки древесины или с того же места установки трактора, или после переезда на другое место. После набора пачки тракторист осуществляет трелевку древесины на верхний склад или разделочно-погрузочную площадку. При этом, если достаточно тягового усилия, дополнительно с пачкой, закрепленной на раме, можно трелевать несколько деревьев непосредственно тяговым тросом лебедки, зафиксировав его от разматывания. При наличии кучно расположенной древесины лебедкой можно не пользоваться, а чокера сразу же фиксировать на раме. На верхнем складе подсобный рабочий отцепляет чокера, и трактор возвращается на пашку.

Для повышения производительности труда используют два комплекта чокеров. Пока тракторист трелюет древесину на верхний склад, чокеровщик на пашке готовит следующую пачку древесины.

Трелевочным щитом можно подторцовывать древесину в штабелях, проводить предварительное окучивание. Движением назад при опущенном на землю трелевочном щите, можно подторцовывать (подравнивать) лежащую на земле древесину, группировать ее до необходимого объема пачки.

Базовый трактор может комплектоваться трелевочным приспособлением различных модификаций и фирм-производителей.

Уже широко используется модель трелевщика «ТТР-411» на базе «МТЗ-1221» с широкими задними шинами, как у форвардера, и увеличенными передними. На нем устанавливается доработанная лебедка с тяговым усилием 6 и 8 т. Эта модель представляет собой наиболее перспективную замену гусеничных трелевщиков.

На промежуточных рубках и рубках ухода в насаждениях со средним объемом хлыста 0,25–0,35 м<sup>3</sup> целесообразно использовать трелевочные тракторы, оборудованные приспособлениями для бесчокерной трелевки (рисунок 8.14).

Базовой моделью бесчокерной трелевочной машины является сельскохозяйственный трактор МТЗ-82.1, оборудованный клещевым захватом, торцевателем и при необходимости специальными ограждениями. Клещевой захват навешивается на заднюю навесную систему, а отвал-торцеватель устанавливается на раме спереди.



Рисунок 8.14 – Оборудование для рубок ухода ОРУ-2

Трелевочный захват служит для подбора и удержания пачки деревьев, хлыстов, сортиментов. Захват может поворачиваться относительно продольной оси машины, вследствие чего имеется возможность захвата пачки древесины под углом до  $80^\circ$  продольно к оси машины, что сокращает время на формирование пачки.

При проведении рубок ухода с заготовкой сортиментов большой объем работ приходится на погрузочно-транспортные операции, которые являются и наиболее травмоопасными. Для механизации этих операций создаются погрузочно-транспортные машины различных конструкций.

**Машина погрузочно-транспортная «Беларус МПТ-461»** (рисунок 8.15) предназначена для сбора, погрузки, транспортирования по лесосекам, волокам, усам к лесовозным дорогам, приречным лесным складам и погрузочным площадкам сортиментов длиной 2,0–6,0 м, а также их разгрузки, сортировки и складирования при сортиментной технологии заготовки древесины.



Рисунок 8.15 – Машина погрузочно-транспортная «Беларус МППТ-461»

Машина работоспособна в любое время года при температуре окружающего воздуха от минус 30 до плюс 40 °С в условиях равнинной и пересечённой местности на лесосеках и лесных участках с наличием подроста, пней и камней высотой до 0,3 м, порубочных остатков, ваlejника, поваленных деревьев диаметром до 0,3 м, на волоках, усах и лесовозных дорогах, на снежной целине с глубиной снежного покрова до 0,4 м, а также в условиях ограниченной видимости (тёмное время суток, дождь и т. п.).

Машина погрузочно-транспортная «Беларус МППТ-461» состоит из энергетического средства – трактора лесохозяйственного «Беларус Л-82.2», оборудованного в соответствии с требованиями техники безопасности для работы в лесу, и полуприцепа ПЛ-9 с манипулятором.

В последнее время принято направление разработки специальных машин (форвардеров), для которых проектируются энергомодуль (тягово-энергетическое средство), технологический модуль (включающий грузовую платформу и гидроманипулятор с грейферным захватом), система управления гидроманипулятором. Типовую конструкцию форвардеров рассмотрим на примере погрузочно-транспортной машины МЛППТ-354М, выпускаемой Минским тракторным заводом.

**Погрузочно-транспортная машина МЛППТ-354М** (рисунок 8.16) выполнена на базе специального шарнирно сочлененного шасси и включает передний энергетический и задний технологический модули, шарнирно сочлененные между собой с возможностью поворота в

горизонтальной и качания в вертикальной плоскостях. Она предназначена для сбора, погрузки и транспортировки сортиментов, а также для их разгрузки и штабелевки.



Рисунок 8.16 – Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354М

Энергетический модуль состоит из силовой установки: двигателя, сцепления, коробки передач, переднего ведущего моста с бортовыми редукторами, обеспечивающими повышенный дорожный просвет. На мосту закреплена соединительная рама с кронштейном и передней опорой вертикального шарнира.

Технологический модуль включает раму, задний ведущий мост, карданный привод, согласующий редуктор, узлы пневмопривода тормозов. Рама заднего модуля с помощью вертикально-горизонтального шарнира соединена с передней опорой на энергетическом модуле. Двухступенный шарнир позволяет обеспечивать относительный поворот модулей до  $40^\circ$  в обе стороны в горизонтальной плоскости и до  $15^\circ$  – в поперечной вертикальной плоскости.

В качестве технологического оборудования на погрузочно-транспортной машине установлены гидроманипулятор с поворотным ротатором и радиальным грейферным захватом на конце рукояти, грузовая платформа с кониковыми устройствами и ограждение.

Управление гидроманипулятором осуществляется с рабочего места оператора с помощью электрогидравлической системы пропорционального управления от двух пультов, имеющих по одной рукоятке под левую и правую руку. При этом обеспечивается подъем-опускание стрелы и рукояти манипулятора, их разворот, разворот захвата, а также управление выдвигной секцией рукояти и челюстями захвата.

Грузовая платформа погрузочно-транспортной машины для транспортировки сортиментов оборудована четырьмя кониковыми устройствами, расположение которых обеспечивает погрузку сортиментов

длиной 2–6 м. Основания переднего и заднего коников снабжены зубчатыми планками для повышения надежности удерживания сортиментов от смещения вдоль продольной оси машины.

С целью обеспечения защиты кабины и гидроманипулятора от возможного сдвига сортиментов на платформе установлено ограждение, представляющее собой решетчатый щит, окантованный балками прямоугольного сечения. На задней поперечной балке грузовой платформы предусмотрено буксирное устройство.

#### **2.8.4 Техника безопасности при проведении рубок ухода**

##### Техника безопасности при работе бензопилами.

При работе с бензопилой рабочий должен иметь следующую экипировку: брюки с защитной волокнистой прокладкой; шлем с защитными наушниками и передней маской (защитной сеткой); защитные сапоги со стальным укреплением в носке и с крупным протектором на подошве; рабочие перчатки; рубашу с длинными рукавами или куртку.

При запуске двигателя необходимо выбрать удобное и пожаробезопасное место. Запрещается запускать двигатель бензопилы: на месте заправки (расстояние от места заправки должно быть не менее 3 м); не протерев двигатель насухо после заправки; в закрытом помещении. Нельзя заправлять бензопилу топливом при работающем двигателе.

Необходимо избегать проведения работ бензопилой в плохую погоду (густой туман, сильный дождь, холод или сильный ветер). Нельзя пользоваться бензопилой для опоры или для других целей, для которых она не предназначена.

Положение вальщика при работе бензопилой должно быть устойчивым. Бензопилу необходимо крепко удерживать за рукоятки обеими руками, рукоятку следует обхватывать всеми пальцами.

При пилении бензопилу необходимо держать в таком положении, чтобы выхлопные газы не попадали в дыхательные органы. При проверке натяжения, регулировке, замене пильной цепи, а также при устранении прочих неисправностей двигатель бензопилы необходимо заглушить.

При переносе бензопилы от дерева к дереву необходимо заглушить двигатель и заблокировать пильную цепь. Переносить пилу необходимо пильным аппаратом назад. При переносе бензопилы на большое расстояние на пильную цепь необходимо надеть защитный чехол.

##### Техника безопасности при работе мотокусторезами.

Моторист должен быть обеспечен защитной каской с наушниками и щитком из прозрачного оргстекла (для предохранения лица от ударов

ветвями, щепками), защитными брюками, курткой, перчатками, защитными ботинками или сапогами и иметь при себе аптечку для оказания первой помощи.

Запрещается заправлять мотокусторез топливом при работающем двигателе. Перед заправкой в процессе работы надо дать охладиться двигателю в течение нескольких минут. Нельзя запускать двигатель, если на него или на одежду моториста пролилось топливо, а также если имеет место подтекание топлива. Для запуска необходимо перенести мотокусторез не менее чем на 3 м от места заправки.

Перед запуском двигателя необходимо удостовериться, что рядом нет людей или животных, которые могут войти в соприкосновение с режущим рабочим органом.

Желательно не работать мотокусторезом в плохую погоду (густой туман, сильный дождь, сильный ветер или сильный холод).

Перед работой необходимо осмотреть участок, удалить свободно лежащие предметы (камни, осколки стекла, стальную проволоку, веревки и т. п.), которые могут быть отброшены или повредить пильный диск.

В процессе работы моториста посторонним лицам запрещается находиться от него на расстоянии менее 15 м.

Ноги моториста во время работы должны иметь надежную опору.

Запрещается переходить от дерева к дереву с вращающимся пильным диском.

Запрещается работать мотокусторезом со снятым защитным кожухом рабочего органа.

Не разрешается: начинать работу в густых зарослях (необходимо выбрать более разреженное место); сгибать деревья и кустарники до большого напряжения в стволах; срезать деревья диаметром более 9 см без подпила; срезать кустарники и деревья не видя рабочий орган; очищать рабочий орган без остановки двигателя.

#### Техника безопасности при работе на тракторных кусторезах.

На кусторезы должны быть нанесены специальные надписи с указанием мер безопасности при работе на кусторезе.

К работе на тракторных кусторезах допускаются аттестованные трактористы, изучившие устройство и принцип работы кусторезного оборудования.

При снятии и установке ножей фрезы необходимо зафиксировать вал от вращения, заклинив его деревянным клином или зажав деревянной рейкой; пользоваться только торцовыми ключами и работать в рукавицах.

При запуске двигателя трактора и включении привода фрезы необходимо следить, чтобы никто не находился впереди фрезы на расстоянии менее 50 м и сбоку на расстоянии менее 5 м. Во всех случаях

появления людей в опасной зоне необходимо немедленно отключить привод фрезы.

Все вращающиеся элементы кустореза, кроме рабочего органа, должны быть закрыты защитными кожухами.

Запрещается работа кустореза: при наличии неисправностей у трактора или у кустореза; при снятых или неисправных ограждениях; при наличии препятствий (высокие пни, корни, проволока, куски металла, тросов, бетона и др.); в условиях плохой видимости и при сильном дожде.

В случае забивания фрезы древесными остатками необходимо остановить трактор, отключить привод, поднять раму с рабочим органом вверх и отъехать на 1,5–2 м назад, после чего снова включить привод фрезы и провести несколько раз подъем и опускание рабочего органа. Если такая мера не даст положительного результата (самоочищения фрезы), то нужно снова отключить привод фрезы и, соблюдая все меры предосторожности, произвести очистку рабочего органа вручную, стараясь находиться сбоку от него.

Категорически запрещается производить подтяжку креплений, регулировку и другие работы с кусторезным оборудованием при работающем двигателе трактора.

#### Техника безопасности при работе с катками-осветлителями.

На катки-осветлители должны быть нанесены специальные надписи с указанием мер безопасности. Кабина трактора должна иметь ограждение переднего стекла. Очистку ножей от набившихся порубочных остатков допускается выполнять только в защитных рукавицах. При работе катков-осветлителей запрещается находиться посторонним лицам на расстоянии менее 5 м сбоку от агрегата и менее 20 м по ходу его движения.

#### Техника безопасности при работе с трелевочными лебедками и приспособлениями.

К работе с трелевочными лебедками и приспособлениями допускаются трактористы-операторы, прошедшие специальную подготовку по изучению конструкции и правил эксплуатации трелевочных средств.

Прежде чем приступить к работе, тракторист-оператор обязан убедиться в исправности всех механизмов трелевочного устройства, для чего должен тщательно провести внешний осмотр. Особое внимание необходимо обратить на состояние тросо-блочной системы. Осмотр должен производиться при заглушенном двигателе трактора.

Убедившись в исправном состоянии приспособления, тракторист-оператор должен опробовать его работу на холостом режиме и проверить взаимодействие всех механизмов.

Запрещается производить чокеровку и трелевку древесины на расстоянии менее 50 м от места валки леса.

При разматывании троса необходимо пользоваться брезентовыми или кожаными рукавицами.

При подтрелевке древесины с пасеки нельзя допускать ее столкновений с крупными камнями, пнями и другими препятствиями, а в случае такого столкновения следует немедленно отключить привод лебедки.

Подтрелевку древесины необходимо начинать при минимальной частоте вращения барабана до полного затягивания петли чокера на стволе дерева.

Во избежание поломок запрещается перемещать груз резким включением лебедки или резким увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Перед приведением во вращение ВОМ трактора необходимо убедиться в отсутствии на трелевочном устройстве посторонних предметов.

При трелевке древесины запрещается: трогать трактор с места без подачи звукового сигнала; открывать дверь во время движения трактора и высовываться в окно; ездить на трелевочном устройстве и трелеваемой древесине; включать лебедку и трелевать древесину без сигнала чокеровщика; садиться на трактор и сходить с него во время движения; при развороте трактора с пачкой древесины находиться как с внутренней, так и с наружной стороны разворачиваемой пачки; освобождать зажатую между пнями древесину во время движения трактора или при натянутом тяговом тросе лебедки.

При трелевке древесины чокеровщику не разрешается: переходить через натянутый или движущийся тяговый трос; поправлять чокера, отцеплять и прицеплять пачку древесины во время движения троса или трактора; находиться в опасной зоне разворачиваемой пачки древесины; находиться на расстоянии менее 10 м от конца пачки или сбоку при движении трактора с пачкой; чокеровать к тяговому тросу стволы, зажатые другими стволами или между пнями; производить отцепку пачки древесины до ослабления тягового троса лебедки.

В момент выдергивания чокеров из-под пачки древесины трактором запрещается находиться на расстоянии менее 10 м от трелевочного устройства.

#### Техника безопасности при работе с трелевочными захватами.

При работе с трелевочными захватами необходимо выполнять все требования техники безопасности, что и при работе с трелевочными приспособлениями. Кроме того, запрещается: вручную подправлять клещевой захват во время зажима дерева или пачки деревьев; очищать клещевой захват при работающем двигателе трактора.

### Техника безопасности при работе погрузочно-транспортных машин.

Помимо требований безопасности при работе на тракторе, которые изложены в техническом описании и инструкции по эксплуатации трактора, необходимо соблюдать следующие требования:

- к работе на форвардере допускаются лица, имеющие опыт работы на манипуляторных машинах (погрузчиках) и прошедшие специальную подготовку;

- до начала работы оператор должен ознакомиться с намеченным видом работ, технологическим процессом и изучить маршрут движения;

- при пуске двигателя рычаги управления должны быть установлены в нейтральное положение, а гидронасосы выключены;

- манипулятор должен быть зафиксирован в транспортном положении;

- перед троганием с места необходимо убедиться, что путь свободен и рядом с форвардером нет людей, подать звуковой сигнал и только после этого начать движение;

- сев в кресло, оператор должен убедиться в надежности и удобстве своего положения, проверить, достаточны ли обзор и освещенность рабочей зоны;

- при остановке форвардера для погрузки сортиментов он должен быть заторможен, привод на колеса должен быть отключен;

- груз необходимо поднимать и опускать плавно, без рывков, при этом под грузом не должно быть людей.

Запрещается: работать на форвардере, имеющем неисправности; находиться посторонним людям на расстоянии 15 м при погрузке сортиментов и менее 10 м при перевозке; работать с открытой дверцей кабины, а также без ограждений на боковых и заднем стеклах кабины; стоять под поднятой стрелой манипулятора; производить ремонт технологического оборудования при работающем двигателе; работать на участках с уклоном более 10° зимой и в дождливую погоду летом, более 20° – в сухую погоду; пользоваться открытым огнем для подогрева двигателя и узлов гидросистемы.

При вынужденной остановке форвардера на уклоне необходимо затормозить его стояночным тормозом, а в случае продолжительной стоянки подложить под передние и задние колеса чурбаки или деревянные бруски.

После окончания работы необходимо поставить форвардер на стоянку, остановить двигатель, отключить электропитание аккумуляторной батареи и произвести внешний осмотр машины.

## **2.10 Машины для борьбы с вредителями и болезнями леса**

2.10.1 Задачи и способы защиты леса от вредителей и болезней, классификация машин и аппаратов для защиты растений

2.10.2 Опрыскиватели и опыливатели

2.10.3 Аэрозольные генераторы

2.10.4 Организация работ при химической защите растений

### **2.10.1 Задачи и способы защиты леса от вредителей и болезней, классификация машин и аппаратов для защиты растений**

Защита лесного фонда от вредителей и болезней обеспечивается систематическим слежением за его состоянием, своевременным выявлением очагов вредителей и болезней леса, мерами по профилактике возникновения указанных очагов, их локализации и ликвидации.

Защита лесов от вредителей и болезней леса включает в себя следующие мероприятия:

- текущие, экспедиционные, аэровизуальные и другие лесопатологические обследования;
- общий, рекогносцировочный и детальный надзор за развитием вредителей и болезней леса;
- разработку авиационных и наземных мер по борьбе с вредителями и болезнями леса;
- организацию работ по профилактике болезней леса и ликвидации очагов вредителей и болезней леса;
- государственный контроль за осуществлением перечисленных мероприятий.

Для защиты лесонасаждений от вредителей и болезней применяют лесохозяйственные, механические, биологические, химические меры.

*Лесохозяйственные меры* сводятся к созданию здоровых насаждений, хорошо организованному уходу за лесом и хранению заготавливаемых лесных материалов, проведению необходимых лесомелиоративных мероприятий, своевременной уборке поврежденной буреломками, ветровалами и пожарами древесины и т. п.

*Механические меры* борьбы заключаются в сборе насекомых и их личинок различными приемами: вручную, устройством ловчих поясов, канав, с помощью электросветовых установок для привлечения насекомых в ночное время и т. п.

*Биологические меры* основаны на использовании в борьбе с вред-

ными насекомыми их врагов из животного и растительного мира (животных, птиц, паразитических насекомых, бактерий, грибов).

*Химические меры* предусматривают воздействие на вредителей, болезнетворных микробов и сорные растения химическими веществами. Эти меры борьбы наиболее распространены.

Различают следующие *способы химической защиты растений*:

- опрыскивание и опыливание пестицидами растений и почвы;
- нанесение аэрозолей на растения и обработка ими теплиц;
- фумигация растений, почвы, складов.

Общее название химических средств защиты растений – *пестициды*. По воздействию их подразделяют на:

- инсектициды – для защиты от вредных насекомых;
- фунгициды – от болезней;
- гербициды – от сорняков.

Пестициды для опрыскивателей применяют в виде растворов, суспензий, эмульсий, аэрозолей (туманов) и экстрактов.

*Раствор* – это однородная смесь жидкости и ядохимиката (например, водный раствор медного купороса).

*Суспензия* представляет собой жидкость с находящимся в ней во взвешенном состоянии нерастворимым порошком (например, известь в воде).

*Эмульсией* называют механическую смесь двух жидкостей различной вязкости и удельного веса (например, масло и вода).

*Аэрозоли* – это мельчайшие твердые и жидкие частицы, взвешенные в газе (например, смесь солярового масла с порошкообразным химикатом, распыленная сильной струей выхлопных газов бензинового двигателя).

*Экстракт* – это вытяжка из растительных или животных организмов (например, никотин, анабазин).

При опыливании яды наносят на зараженные растения в виде мелкого порошка или пыли.

При фумигации почвы в нее тем или иным способом вводят жидкий ядохимикат. Ядовитая жидкость, постепенно испаряясь, насыщает парами верхний горизонт почвы и уничтожает находящиеся в ней вредителей.

Наилучшие результаты дает применение комплекса мероприятий по защите лесов, сочетающих разные методы. Они часто дополняют друг друга по принципу действия и технике применения.

Из технических средств для борьбы с болезнями и вредителями леса применяются:

- опрыскиватели;
- опыливатели;

- аэрозольные генераторы;
- авиационная аппаратура для защиты лесных насаждений;
- машины для приготовления рабочих жидкостей.

### 2.10.2 Опрыскиватели и опыливатели

**Опрыскиватели** предназначены для дробления (диспергирования) жидких ядохимикатов и равномерного нанесения их в мелкораспыленном виде на растения или почву с целью борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений, уничтожения сорняков. Эффективность действия ядохимикатов зависит от размера, количества и равномерности распределения капель по поверхности растений.

Крупные капли меньше сносятся ветром, хорошо осаждаются на листовой поверхности, но распределяются неравномерно, концентрируясь в основном по краям листьев и в нижней части растения, что вызывает их ожоги. Часть капель стекает с поверхности листьев и попадает в почву, что снижает эффективность использования ядохимикатов и загрязняет почву. Мелкие капли при одинаковом расходе ядохимиката на единицу площади более полно и равномерно покрывают поверхность листьев. Они лучше удерживаются на поверхности листьев и меньше смываются дождем. Мелкие капли лучше проникают в гущу кроны и оседают на ее обратной стороне, но могут сноситься ветром за пределы обрабатываемой поверхности.

По степени дисперсности распыла и нормам внесения жидких ядохимикатов на единицу обрабатываемой площади различают *полнообъемные, малообъемные и ультрамалообъемные* опрыскиватели.

*Полнообъемные опрыскиватели* распыливают рабочую жидкость слабой концентрации на крупные капли размером более 250 мкм и вносят ее при обработке полевых культур дозами 300–600 л/га, а многолетних насаждений – 800–2000 л/га.

*Малообъемные опрыскиватели* распыливают рабочую жидкость высокой концентрации на капли размером 50–250 мкм и вносят ее при обработке полевых культур дозами 10–200 л/га, а многолетних насаждений – 100–500 л/га.

*Ультрамалообъемные опрыскиватели* распыливают высококонцентрированный жидкий препарат на капли размером 25–125 мкм и вносят при обработке полевых культур дозами 1–5 л/га, а многолетних насаждений – 5–25 л/га. Как правило, препараты для таких опрыскивателей поступают с заводов в готовом виде и не требуют дополнительных затрат на приготовление и транспортировку рабочих жидкостей.

По назначению опрыскиватели разделяют на *специализированные* и *универсальные*. Первыми обрабатывают одну культуру, вторыми –

несколько культур, отличающихся высотой, облиственностью, схемой посева и посадки.

По способу агрегатирования опрыскиватели разделяют на *прицепные, полунавесные, навесные, монтируемые, ранцевые, ручные*, а по типу распыливающе-распределительного устройства – на *штанговые, вентиляторные и комбинированные*. Последние снабжены штангово-вентиляторным распределительным устройством.

Опрыскиватели состоят из унифицированных сборочных единиц и рабочих органов: резервуаров, насосов, фильтров, регуляторов давления, распылителей, распределительных систем и заправочных устройств (эжекторов, насосов и т. п.).

В лесном хозяйстве применяются ранцевые ручные, ранцевые моторизованные и тракторные опрыскиватели.

**Опрыскиватель ручной ранцевый ОРР-1А «Эра»** (рисунок 10.1) предназначен для химической борьбы с вредителями и болезнями в лесных, плодовых и декоративных питомниках и теплицах.



Рисунок 10.1 – Опрыскиватель ручной ранцевый ОРР-1А «Эра»

Основные части опрыскивателя: полиэтиленовый резервуар, поршневой насос с ручным приводом, ствол с запорным устройством, амортизационная подушка, заплечные ремни. Особенность опрыскивателя в том, что нижняя часть подвижного воздушного колпака (сжатого воздуха над поверхностью жидкости в цилиндре насоса) служит поршнем насоса, создающего рабочее давление 0,2 МПа.

Через фильтр заправочной горловины резервуар заполняют рабочей жидкостью, закрывают крышкой и укрепляют опрыскиватель с помощью заплечных ремней на спине. При каждом движении рукоятки силой воздушной тяги колпак поднимается вверх, под поршнем со-

здается разрежение – и жидкость из резервуара поступает в цилиндр. Когда колпак движется вниз, пространство между поршнем и цилиндром уплотняется манжетой, жидкость под давлением открывает шаровой клапан, поступает в воздушный колпак и сжимает воздух. При открытом запорном устройстве она вытесняется сжатым воздухом и по шлангу через фильтр попадает в распылитель, а оттуда – на объект. Для обеспечения хорошего распыливания и поддержания в воздушном колпаке постоянного давления необходимо нажимать рукоятку 10–25 раз в минуту. Для улучшения условий труда заплечные ремни и наспинная подушка выполнены из поролона, оклеенного полимерной пленкой.

Производительность за 1 час основного времени – 0,1–0,21 га. Вместимость бака – 14,6 л. Расход рабочей жидкости – 0,6–1,8 л/мин. В зависимости от диаметра распылителя. Дальнобойность распыления струи – 1,8–2,2 м. Масса (сухая) – не более 4,8 кг.

Для аналогичных целей могут применяться также ранцевые опрыскиватели с ручным приводом ОПР-А, ОПР-2 «Универсальный», ОС-76, ОГМ-202, ОРР-14 «Эра-1». Имеется большое разнообразие ранцевых опрыскивателей марок Carpi, Eco, Solo, Killasprey и др.

**Опрыскиватель мелкокапельный ранцевый моторизованный ОМР-2** служит для распыления водных и масляных растворов химикатов с целью борьбы с вредителями и болезнями леса, нежелательной древесно-кустарниковой и травянистой растительностью.

Опрыскиватель носят с помощью ремней на спине. На раме крепятся основные узлы опрыскивателя, а также наспинник с мягкой подушкой и устройство для ручного управления работой двигателя. Центробежный вентилятор служит для создания рабочего давления в баке с раствором и образования струи распыла.

При работе опрыскивателя рабочее колесо вентилятора создает высоконапорный воздушный поток, который поступает по шлангу в бак с рабочим раствором, а по гофрированному рукаву – к соплу с распыливающим жиклером. Раствор из бака под давлением подается к жиклеру, воздушный поток, идущий по рукаву, подхватывает раствор, распыливает его на мелкие части и транспортирует к объекту обработки. Дальность струи по горизонтали 13,7 м, по вертикали – 8 м.

Перед началом работы опрыскиватель заправляют топливной смесью и раствором химиката, запускают двигатель и прогревают его на холостом режиме, после чего опрыскиватель навешивается на спину рабочего, который должен быть в спецодежде и защитных очках. Выйдя на обрабатываемую площадь, рабочий устанавливает необходимую частоту вращения двигателя, открывает вентиляционный кран и, двигаясь, производит опрыскивание по направлению ветра челночным методом,

не допуская повторного прохода по обработанным участкам.

В лесном хозяйстве находят применение моторизованные опрыскиватели ОРПД-12М; Cifarelli M3 (рисунок 10.2, а); Solo 423, 432 (рисунок 10.2, б), 433, 434, 450; Carpi Atom Super 2005 и др.



а

б

Рисунок 10.2 – Опрыскиватель ранцевый моторизованный Cifarelli M3 (а) и Solo 432 (б)

**Опрыскиватель лесной тракторный ОЛТ-1А** предназначен для борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой и травянистой растительностью, вредителями и болезнями леса, а также для внесения пестицидов в почву одновременно с ее обработкой. Он создан на базе незначительно отличающихся друг от друга сельскохозяйственных вентиляторных опрыскивателей ОВТ-1В и ОВТ-1200. Опрыскиватель ОЛТ-1А устанавливают на оригинальной раме и монтируют на трак-

торах ТДТ-55А, ЛХТ-55.

Основные части опрыскивателя: резервуар; поршневой насос; демпферное устройство; эжектор; распыливающее устройство; регулятор давления; силовой агрегат с поворотным механизмом; система передающих валов; вентилятор; гидроцилиндр; гидромешалка; трубопроводы и шланги; промежуточный редуктор для передачи вращения к распыливающему устройству; телескопические шланги, используемые вместо вентиляторного устройства для внесения гербицидов при лесовыращивании и создании противопожарных минерализованных полос.

Опрыскиватель приводится в действие от ВОМ трактора. Вращение через шестерни передается на коленчатый вал насоса, а также через промежуточную карданную передачу и силовой агрегат – на колесо вентилятора. Угол наклона сопла регулируют при помощи гидроцилиндра, зубчатого сектора и шестерни, размещенных на силовом агрегате. Перед работой устанавливают необходимое давление распылителя и дозатора, закрывают клапан эжектора, открывают кран всасывающего механизма и регулируют направление сопел. Некоторая часть жидкости, засасываемой насосом из бака, подается в гидромешалку, а основная часть по рукаву через дозатор поступает в рабочий орган опрыскивателя, где дробится на капли. Излишек жидкости через регулировочный клапан регулятора давления переливается в бак.

**Опрыскиватель малообъемный штанговый ОМ-630-2** (рисунок 10.3) предназначен для обработки пестицидами полевых культур и посадочного материала в лесных питомниках. Он оборудован штангой с шарнирной подвеской. Ее щелевые металлокерамические распылители оснащены индивидуальными фильтрами и отсечными устройствами. Предусмотрена возможность очистки фильтра без его разборки путем поворота ручки чистика. Пульт управления имеет устройство для отсоса жидкости из штанги. Агрегатируется опрыскиватель с тракторами класса тяги 1,4–2. Складывание и раскладывание штанги осуществляется гидроцилиндрами; высоту положения штанги регулируют вертикальным гидроцилиндром.

Для работ в питомниках и в молодых культурах можно использовать прицепные и навесные опрыскиватели ОМ-400, ОП-2000, ОПШ-2000, ОН-1 и др.



Рисунок 10.3 – Опрыскиватель малообъемный штанговый ОМ-630-2

**Опрыскиватель малообъемный вентиляторный ОМ-630-01** предназначен для опрыскивания многолетних насаждений, а также полевых культур пестицидами. Опрыскиватель смонтирован на раме, которую навешивают на стандартную трехточечную навесную систему трактора. Привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора.

Основные части опрыскивателя: рама, полиэтиленовый бак с гидравлической мешалкой, силовой агрегат, насос, вентиляторное распыляющее устройство, карданная передача, регулятор давления и переключатель потока.

Машина укомплектована двумя осевыми вентиляторами, регулируемые в вертикальной плоскости, что позволяет обрабатывать многолетние насаждения различной высоты, и дисковыми распылителями, которые обеспечивают опрыскивание в обычном и малообъемном режиме.

Поочередное или одновременное включение и выключение вентиляторов и подачи рабочей жидкости к распыляющим органам осуществляют из кабины трактора с помощью гидроцилиндров, подключенных к его гидросистеме.

Опрыскиватель работает следующим образом. Насос засасывает рабочую жидкость из бака через всасывающий фильтр и подает ее к регулятору давления. Оттуда жидкость поступает в переключатель потока, обеспечивающий работу опрыскивателя в одно- или двустороннем варианте. Воздушный поток, создаваемый двумя вентиляторными устройствами, переносит распыленную дисковыми распылителями жидкость на обрабатываемые культуры. Избыток жидкости из регулятора давления проходит через гидромешалку и по сливной магистрали возвращается в бак.

Заправку опрыскивателя подвозными заправочными устройствами

осуществляют через клапан горловины бака, в которой размещен заливной фильтр. Самозаправка производится собственным насосом при помощи заправочного рукава. Агрегируется опрыскиватель с тракторами класса тяги 1,4–2.

При необходимости можно использовать прицепной опрыскиватель со схожей конструкцией ОВП-2000 (рисунок 10.4).



Рисунок 10.4 – Опрыскиватель вентиляторный ОВП-2000

Для защиты насаждений от отдельных видов вредителей применяют метод *опыливания*: наносят на растения распыленный сухой порошок ядохимиката. Для этого используют специальные машины – опыливатели.

Метод опыливания по сравнению с методом опрыскивания имеет преимущества и недостатки. Опытливатели значительно проще по конструкции, не требуют машин и воды для приготовления рабочей жидкости; при их использовании уменьшаются затраты труда и денежных средств. Однако расход ядохимиката увеличивается в 3–5 раз, так как сухой порошок недостаточно прилипает к листьям, сдувается ветром; кроме того, происходит загрязнение атмосферы.

Наиболее известен **опыливатель широкозахватный универсальный ОШУ-50А**. Принцип работы опыливателя следующий. В создаваемый вентилятором воздушный поток вводится пылевидный ядохимикат, образующаяся смесь выбрасывается через воздухопроводы и распыливающие наконечники. По мере удаления от опыливателя скорость воздушного потока уменьшается, частицы ядохимиката выпадают из потока и оседают на объекте обработки. Ширина захвата опыливателя ОШУ-50 – 100 м. Агрегируется он с тракторами класса тяги 0,9–1,4.

### 2.10.3 Аэрозольные генераторы

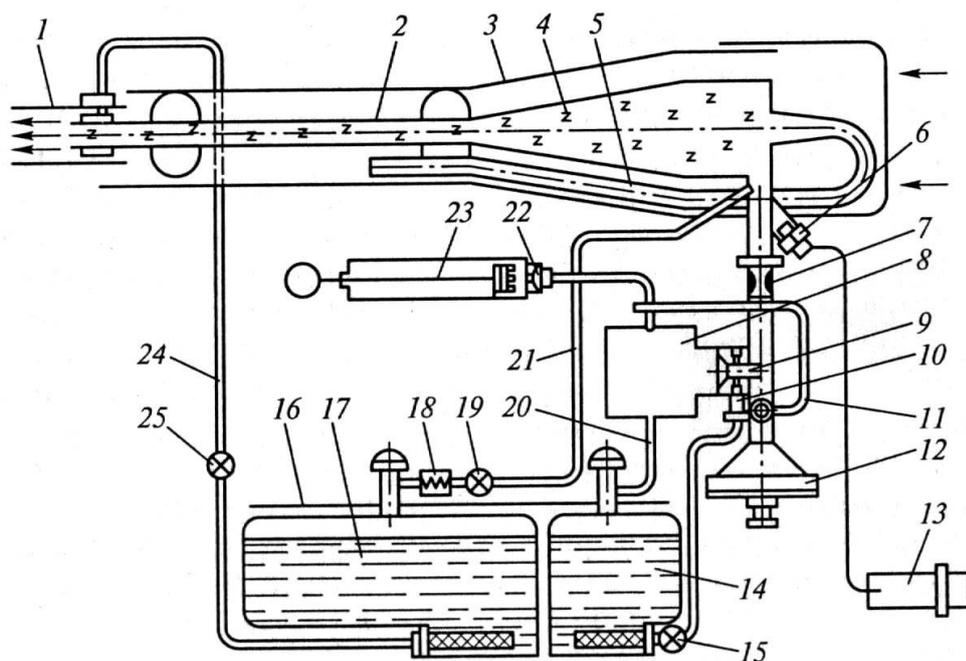
В ряде случаев вредителей леса уничтожают ядовитыми туманами-

аэрозолями, вырабатываемыми аэрозольными генераторами. Превращение рабочей жидкости в ядовитый туман осуществляется термомеханическим способом. Аэрозоль образуется при нагревании, испарении и последующей конденсации ее на растительности, а также при механическом распылении рабочей жидкости воздушным потоком. В лесном хозяйстве используют чаще всего ручные аэрозольные аппараты.

**Ручной аэрозольный аппарат РАА-1** (рисунок 10.5) служит для защиты насаждений от вредителей и болезней, а также для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности. При борьбе с нежелательной растительностью используют масляные растворы ядохимикатов, растворенные в дизельном топливе.

Источником энергии в аэрозольном аппарате (генераторе) служит простейший двигатель реактивно-пульсирующего типа. Основные части аппарата: камера сгорания 4 с резонансной трубой 2, бачок 8 для приготовления рабочей смеси, бак 14 для бензина, бак 17 для рабочего раствора, кожух охлаждения 3, питательная магистраль 24, насадок 1, пусковой насос 23, система зажигания, ремень для переноски, защитный кожух.

В камеру сгорания 4 подается рабочая смесь (при пуске – насосом 23 с обратным клапаном 22, а затем автоматически). При пуске смесь воспламеняется от электрической искры высокого напряжения, возникающего в индукционной катушке 13, в процессе дальнейшей работы – от нагретых до высокой температуры стенок камеры. При сгорании рабочей смеси в камере сгорания возникает повышенное давление газов, которое передается по трубопроводу 21 через кран 19 и обратный клапан 18 в бак 17 с раствором. Под действием этого давления при открытии кранов 19 и 25 рабочий раствор подается по питательной магистрали 24 в насадок 1. Одновременно давление газов передается по трубке 11 в бачок 8 смесеобразователя, а из него по трубопроводу 20 в бак 14 с горючим, благодаря чему при открытии крана 15 топливо поступает из бака 14 через питательный штуцер 10 в распылитель 9. Здесь происходит предварительный распыл топлива и подача его в горловину камеры 4. Под действием давления газов, образующихся при сгорании рабочей смеси, закрывается воздушный вибрационный клапан 12, и газы из камеры 4 с большой скоростью выбрасываются через резонансную трубу 2 и насадок 1 в атмосферу. По пути газовый поток подхватывает в насадке поданный туда рабочий раствор и дробит его на мелкие капли. При дроблении раствор одновременно нагревается до температуры испарения и при выходе из насадка конденсируется, превращаясь в аэрозоль мелкой дисперсности.



1 – насадок; 2 – резонансная труба; 3 – кожух охлаждения;  
 4 – камера сгорания; 5, 11 – трубки; 6 – свеча; 7 – диффузор;  
 8 – бачок смесеобразователя; 9 – распылитель; 10 – штуцер;  
 12 – вибрационный клапан; 13 – индукционная катушка;  
 14 – бак с горючим; 15, 19, 25 – краны; 16 – защитный лист;  
 17 – бак с раствором; 18, 22 – обратные клапаны;  
 20, 21 – трубопроводы; 23 – насос; 24 – питательная магистраль

Рисунок 10.5 – Схема ручного аэрозольного аппарата РАА-1

Автоматическая работа камеры сгорания происходит за счет изменения давления газового потока. При выходе газов из камеры сгорания давление в ней сначала падает, а затем (вследствие инерции газов) наступает разрежение. Под действием разрежения открывается воздушный вибрационный клапан 12, и в камеру сгорания поступает новая порция свежего воздуха. Атмосферный воздух, проходя по горловине в камеру сгорания, увлекает горючую смесь, образовавшуюся в распылителе 9, и движется с ней через диффузор 7. В результате получается рабочая смесь, которая снова воспламеняется от горячих стенок камеры, и цикл повторяется.

Охлаждение камеры сгорания во время работы производится посредством эжекции холодного воздуха. Для этого предусмотрена трубка 5, по которой часть горячих газов, образующихся при сгорании рабочей смеси, проходит в пространство между кожухом 3 и камерой сгорания 4. Течение горячих газов вызывает эжекцию свежего воздуха, который и охлаждает стенки камеры. Чтобы от стенок каме-

ры не смогли нагреться до температуры воспламенения топлива и рабочий раствор, между кожухом охлаждения и баками для топлива и рабочего раствора установлен защитный лист 16, который поглощает часть теплоты, а часть отражает от своей поверхности. Для предотвращения попадания посторонних частиц в топливо и рабочий раствор их забор осуществляется через фильтры.

Перед подготовкой аппарата к работе в бензобак заливают бензин марки А-76 или А-80 так, чтобы между уровнем бензина и верхней плоскостью бака оставался зазор высотой 1–2 см. В бак 17 заливают 4 л рабочего раствора через воронку с сеткой. Запрещается заливать бензин через воронку для рабочего раствора, и наоборот.

По норме расхода раствора пестицида на гектар рассчитывают площадь обработки за одну заправку аппарата и обозначают ее границы вешками или колышками. Обработку проводят с наветренной стороны, чтобы аэрозоли не попадали на работающего. Скорость ветра должна быть не более 0,5–1 м/с, температура воздуха – 5–25 °С. Работу ведут при отсутствии дождя в вечерние (с 19 до 22 ч) и утренние (с 6 до 8 ч) часы. С аэрозолями можно работать в тихую пасмурную погоду.

#### **2.10.4 Организация работ при химической защите растений**

Посевы, растения обрабатывают ядохимикатами в соответствии с зональными рекомендациями и по указанию лесопатологических служб лесхозов. Рабочая жидкость должна быть однородной по составу, отклонение ее концентрации от расчетной не должно превышать  $\pm 5,0$  %. При опрыскивании допускается неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата до 30,0 %, а по длине гона – до 25,0 %. Допустимое отклонение фактической дозы от заданной при опыливания  $\pm 15,0$  %, при опрыскивании +15,0 % и –20,0 %.

Предварительно определяют объем и место работы, сроки и последовательность ее выполнения на отдельных участках. Растения обрабатывают в сжатые сроки (3–5 дней) в зависимости от развития болезни или распространения вредителей. Лучшее время для работы – вечер или утро в тихую погоду. Опрыскивать посевы можно при скорости ветра не более 5,0 м/с, опыливать – при скорости не более 3,0 м/с; работать с опрыскивателями и опыливателями можно при температуре воздуха не выше 23 °С и отсутствии восходящих токов воздуха. Не рекомендуется заниматься опрыскиванием перед ожидаемым выпадением осадков или во время дождя, а также в период цветения растений, так как могут погибнуть полезные насекомые (пчелы, шмели). Аэрозольные обработки проводят, как правило, в ночное

время. Возможно также их выполнение в поздние вечерние или ранние утренние часы.

Рабочую жидкость готовят вблизи обрабатываемого участка, чтобы сократить число заправочных и транспортных средств. Направление движения агрегата выбирают перпендикулярно или под небольшим углом к направлению господствующего ветра, чтобы волна химиката относилась в сторону от машины. Концентрацию и норму расхода ядохимиката на 1 га устанавливают строго в соответствии с агротехническими условиями и техническими требованиями. Агрегат должен обрабатывать поверхность без пропусков и перекрытий, равномерно покрывать растения мелкораспыленным ядохимикатом.

Использовать можно только пестициды и агрохимикаты, разрешенные к применению на территории республики. Применение пестицидов в лесах допускается на основе постановления администрации региона после согласования с госсанэпидслужбой, организациями по охране природы и другими заинтересованными учреждениями и организациями (заготовительные и др.). Ответственность за безопасное проведение работ с пестицидами и агрохимикатами возлагается на работников и руководителей, юридических лиц, применяющих их. Представитель организации, которая будет выполнять химическую обработку насаждений, не менее чем за 10 дней до начала применения пестицидов и агрохимикатов обязан широко информировать (с помощью радио, печати, телевидения и других средств информации) население, заинтересованные учреждения о предстоящей обработке лесов с указанием сроков проведения работ, конкретных лесничеств и кварталов. На расстоянии не менее 200 м от границ участков, подлежащих обработке, на всех дорогах и просеках лесхозом должны быть установлены щиты с предупредительными надписями.

На площадях, обработанных пестицидами, лесохозяйственные работы, отдых населения, сбор ягод и грибов, выпас скота, сенокошение допускаются только по истечении соответствующих сроков. Хозяйства должны обеспечить соблюдение этих сроков силами лесной охраны. Непосредственное руководство работами при применении пестицидов и агрохимикатов осуществляется специалистами по защите растений или специалистами лесного хозяйства, имеющими опыт работы с пестицидами и агрохимикатами и прошедшими соответствующую подготовку.

Все работы по борьбе с вредителями и болезнями леса с применением пестицидов проводятся только специальными машинами и аппаратурой заводского производства.

Приготовление рабочих растворов пестицидов и их смесей, заправка опрыскивателей должны производиться только механизированным

способом. Заполнение резервуаров с помощью ведер, банок и других приспособлений не разрешается. При приготовлении рабочих растворов и их смесей должны соблюдаться рекомендуемые концентрации пестицидов и требования, исключающие загрязнение окружающей среды.

Перед началом сезона работ и непосредственно перед их выполнением все машины и аппаратура должны быть полностью отремонтированы, укомплектованы, проверены на готовность. Применение неисправной аппаратуры запрещается.

Перед началом работы опрыскиватели должны быть отрегулированы на заданную норму расхода пестицидов.

Опрыскиватели должны иметь надписи с указанием требований безопасности и гигиены труда.

При работе с машинами и аппаратами, предназначенными для химической обработки, не допускается:

- работать на опрыскивателях с неисправными манометрами;
- использовать машины при наличии утечки рабочих растворов пестицидов в местах соединения фланцев, штуцеров, ниппелей, люков;
- использовать опрыскиватели без фильтров.

Кабины тракторов и машин, используемых для работы с пестицидами, должны быть исправными, а операторы должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты. В машине должен находиться бачок объемом не менее 5 л для мытья рук обслуживающего персонала.

В качестве защитных средств рекомендуется применять комбинезон и шлем из брезента или из ткани с пленочным полихлорвиниловым покрытием, резиновые сапоги и перчатки, прилегающие защитные очки. Для защиты органов дыхания лучше всего пользоваться респираторами. Средства индивидуальной защиты необходимо применять уже при вскрытии тары, заправке агрегатов.

Механизированные работы на участках, обработанных пестицидами, независимо от сроков их применения, допускаются при наличии закрытых кабин на тракторах и мобильно-транспортных агрегатах.

## 2.12 Дождевальные машины

### 2.12.1 Способы полива

2.12.2 Лесотехнические требования, предъявляемые к поливу, режим и норма полива

### 2.12.3 Основные элементы дождевальных установок и машин

#### 2.12.1 Способы полива

Полив посевов и всходов в питомниках необходим для выращивания качественного посадочного материала в зонах недостаточного и неустойчивого естественного увлажнения почв.

Существуют следующие основные способы искусственного увлажнения почвы:

– *дождевание*, когда воду дробят на части и подают на посевы в виде дождя. Размер капель должен быть не более 1–2 мм;

– *поверхностный полив*, когда воду подают по бороздам, полосам или затапливают всю площадь посевов;

– *внутрипочвенное орошение*, когда воду подают в почву по трубопроводам с отверстиями или по кротовинам, расположенным на глубине 40–50 см. Поданная таким образом вода по почвенным капиллярам поднимается в верхние слои почвы. Этот способ не рекомендуется применять на песчаных и супесчаных почвах;

– *капельное орошение*, когда воду подают по трубам непосредственно к растениям и выпускают каплями непрерывно или с короткими перерывами. Этот способ получил широкое применение при поливе культур защищенного грунта, в садах, ягодниках.

В лесном хозяйстве чаще всего используется поверхностный полив и дождевание.

Поверхностный полив используют на участках с небольшим уклоном местности. Механизм поступления воды в почву при поверхностном орошении (поливе) складывается из горизонтального перемещения тока воды по поверхности почвы и вертикального просачивания капиллярным и гравитационным путем. Продолжительность полива составляет от 1–2 ч до 2–3 суток (наибольшая – при слабой водопроницаемости почвы).

Полив по бороздам чаще всего применяют в питомниках с тяжелым и средним гранулометрическим составом почвы. При этом способе полива поверхностный слой почвы, непосредственно занятый посевами, не смачивается и поэтому не уплотняется и не образует корки. Почва под посевами увлажняется с боков и снизу. Недостатки

полива по бороздам: потери площади, занимаемой каналами; неэффективное использование воды; низкая производительность труда рабочих, занятых на поливах; возможное заболачивание и вторичное засоление земель вследствие избыточно больших норм подачи воды; необходимость тщательной планировки полей.

При дождевании вода увлажняет почву в виде дождя. Одно из основных условий эффективности применения дождевания – правильное соотношение между поливной нормой, интенсивностью дождя и продолжительностью полива.

Интенсивность дождя – это слой воды, выпавшей за единицу времени в какой-либо точке на поверхности поля. Максимально возможную интенсивность дождя, обеспечивающую в данных условиях требуемую норму полива без учета стока, принято называть допустимой. Допустимая интенсивность дождя зависит от механического состава почвы, ее обработки и влажности до полива, поливной нормы, уклона и микрорельефа поверхности. При дождевании более экономно расходуется вода и достаточно точно регулируется поливная норма, нет необходимости в устройстве сети каналов, занимающих значительную часть полезной площади, а также нет препятствий для механизации работ в питомнике. В питомниках с неровным рельефом и на легких почвах полив можно проводить только дождеванием. Недостатками дождевания являются уплотнение верхнего слоя почвы и применение дорогостоящего оборудования. Кроме того, полив нельзя проводить в ветреную погоду, иначе остаются участки питомника без полива.

### **2.12.2 Лесотехнические требования, предъявляемые к поливу, режим и норма полива**

Режим полива определяется биологическими особенностями выращивания пород, климатическими факторами лесорастительных зон и фенологическими периодами (фазами) развития сеянцев.

На первом году жизни сеянцев выделяют три фенологических периода:

- 1-й период – от посева до появления массовых всходов, продолжительность 15–25 дней, толщина увлажняемого слоя – до 10 см;
- 2-й период – от массовых всходов до их полного укоренения (у хвойных – до образования настоящих хвоинок), продолжительность 25–30 дней, толщина увлажняемого слоя – до 20 см;
- 3-й период – интенсивного роста и формирования сеянцев, продолжительность 60–70 дней, толщина увлажняемого слоя – до 30 см.

В лесной и лесостепной зонах при выращивании сеянцев большинства хвойных и лиственных пород в каждом фенологическом периоде их поливают в среднем 2–3 раза.

Интервалы между поливами зависят от погодных условий (температуры воздуха, количества выпавших осадков).

Поливы следует своевременно прекращать с тем, чтобы дать возможность растениям одревеснеть. Предпосевной полив проводят в том случае, если к моменту высева семян почва будет пересохшей.

Нормы расхода воды при поливах дождеванием зависят от механического состава почв, влажности верхнего горизонта и фенологического периода развития всходов, определяющего глубину промачивания почвы. В среднем поливная норма в период до массовых всходов на легкосуглинистых почвах составляет около 100 м<sup>3</sup>/га.

Общий расход воды при поливе дождеванием (оросительные нормы) на первом году выращивания сеянцев в питомниках с легкосуглинистыми почвами составляет (в м<sup>3</sup>/га): в лесной зоне 400–450, в лесостепной – 600–650. Средний расход воды на втором году выращивания сеянцев во всех лесорастительных зонах 300–400 м<sup>3</sup>/га.

Интенсивность дождевания на легких и структурных почвах можно доводить до 0,5 мм/мин, на глинистых бесструктурных – до 0,1–0,2 мм/мин. Полив посевов дождеванием надо проводить в вечерние и ранние утренние часы или в нежаркую погоду. При поливе в полуденные часы падает температура воздуха и почвы, относительная влажность воздуха в приземном слое повышается. Это вызывает повышение жизнедеятельности растения и раскрытие устьичного аппарата. С окончанием полива влага из почвы в жаркие часы полудня испаряется сравнительно быстро, растения не успевают мгновенно приспособиться к изменившимся условиям, продолжают активную транспирацию. При поливе в нежаркие часы резких изменений не происходит, и сеянцы полнее используют поливную влагу. Сеянцы растут значительно быстрее, если посевы поливать водой температурой 18–20 °С.

Норму полива для каждого конкретного случая можно определить по формуле:

$$M = 100 \cdot H \cdot A \cdot (K - g), \text{ м}^3/\text{га} \quad (12.1)$$

где  $H$  – глубина увлажнения слоя почвы, м;

$A$  – объемная плотность почвы, т/м<sup>3</sup>;

$K$  – максимальная полевая влагоемкость почвы, %;

$g$  – влажность почвы перед поливом, %.

### 2.12.3 Основные элементы дождевальных установок и машин

Дождевальные установки и машины предназначены для преобразования струй воды в капли дождя и распределения их по площади полива.

При дождевании процесс полива может быть полностью механизирован и даже автоматизирован.

**Дождевальные машины** монтируют на тракторе, или они передвигаются по поливному участку на собственных опорах; **дождевальные установки** – переносные.

В комплект дождевальной машины или установки входят: *дождевальные насадки и аппараты, быстросборные трубы, арматура, полиэтиленовые напорные трубы, всасывающие и напорные резиноканевые трубы (рукава), насосы.*

Рабочие органы дождевальных устройств предназначены для преобразования водного потока в дождевые капли, транспортирования капель на определенные расстояния и распределения их по площади полива. Их работой определяется качество дождя и по их работе судят о качестве работы всей машины или установки.

По характеру процесса образования дождя их разделяют на две группы: *веерные* и *струйные*. Первые создают широкий веерообразный поток воды в виде тонкой пленки, которая, встречая сопротивление воздуха, распадается на отдельные капли. Они неподвижны относительно машины или установки и одновременно орошают всю прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета капель, отличаются простотой устройства и получили наименование *дождевальных насадок*. Вторые создают поток воды в виде осесимметричных струй, которые в процессе движения под действием сопротивления воздуха распадаются на отдельные капли. Они одновременно орошают прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета струи в форме сектора. Для орошения площади круга им сообщают вращательное (угловое) движение относительно машины или установки. Струйные рабочие органы с поворотными устройствами сложнее веерных, их называют *дождевальными аппаратами*.

Все рабочие органы, т. е. дождевальные насадки и аппараты подразделяют главным образом по дальности разбрызгивания и напору воды на три группы:

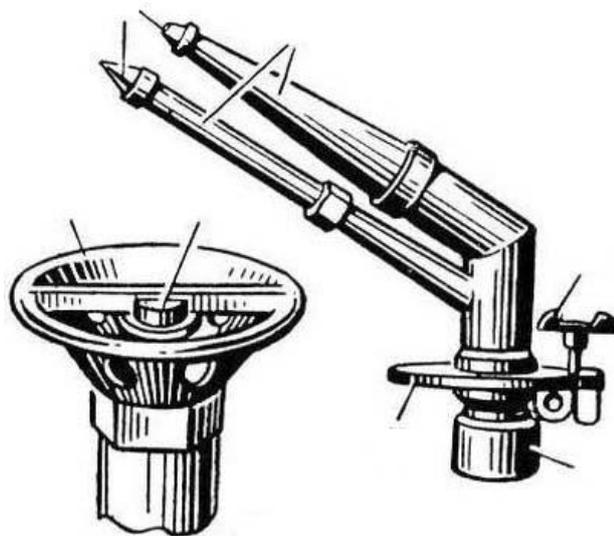
- *короткоструйные насадки (разбрызгиватели)* – давление 0,05–0,15 МПа, дальность полета капель 5–8 м;
- *среднеструйные аппараты* – давление 0,15–0,5 МПа, дальность

полета капель до 35 м;

– *дальнеструйные аппараты* – давление более 0,5 МПа, дальность полета капель до 60 м.

Насадки не имеют вращающихся частей. Находят применение *дефлекторные, половинчатые, щелевые и центробежные* разбрызгивающие насадки.

Дефлекторные насадки (рисунок 12.1, а) получили наибольшее распространение. Корпус насадки навинчивают на вертикальный столяр. Струя воды, выходя под напором из отверстия диафрагмы, обтекает дефлектор 1, в результате чего образует пленку воронкообразной формы, которая при дальнейшем движении распадается на капли и орошает прилегающую к насадке круговую площадь. Пленка сходит с дефлектора под углом  $30^\circ$  к горизонту, что обеспечивает максимальную дальность полета образующихся из нее капель.



*а* – короткоструйная дефлекторная насадка; *б* – дальнеструйный дождевальная аппарат; 1 – дефлектор; 2 – воронка; 3 – стволы; 4 – сопла; 5 – вращающаяся опора; 6 – трубопровод; 7 – крыльчатка

Рисунок 12.1 – Рабочие органы дождевальных машин и установок

К достоинствам дефлекторных насадок относят сравнительно малый размер капель (0,9–1,1 мм) и небольшой расход энергии на их образование. Однако капли неоднородны по величине, интенсивность их распределения по площади полива также неравномерна. По мере удаления от насадки размер капель возрастает, а интенсивность дождя сначала возрастает, а затем падает. Из-за высокой интенсивности дождя (0,75–1,1 мм/мин) их применение в машинах и установках пози-

ционного действия весьма ограничено. С увеличением напора воды и диаметра выходного отверстия насадки расход и дальность разбрызгивания воды увеличиваются.

Дефлекторные насадки устанавливают на двухконсольных дождевальными машинах типа ДДА-100М, ДДА-100МА, на дождевальных установках при поливе цветников, газонов, в питомниках, теплицах.

Половинчатые или щелевые насадки применяют, если нужно получить односторонний полив.

В половинчатой насадке дефлектор имеет форму половины конуса и приварен к отогнутой пластине, которая перегораживает в корпусе половину выходного отверстия. Половинчатая насадка работает аналогично круглой.

Щелевая насадка может быть получена путем пропила трубы. Вытекающая из щели вода имеет форму плоской веерообразной пленки. Распадение ее на капли происходит менее интенсивно, чем в дефлекторных насадках, вследствие чего вблизи насадки возникает неорошаемая зона.

В центробежной насадке вода поступает через тангенциальный канал корпуса, благодаря чему интенсивно закручивается, вовлекаясь в вихревое движение. На выходе образуется кольцевой поток со свободным пространством в центре. После выхода из отверстия, благодаря тангенциальным составляющим скорости, поток воды расширяется, образуя тонкую воронкообразную пленку, которая под действием сопротивления воздуха теряет устойчивость и распадается на капли.

Дождевальные аппараты (рисунок 12.1, б) состоят из одного или нескольких стволов 3 с наконечниками-соплами 4, вращающимися при поливе вокруг вертикальной оси. Струя воды, вылетая из сопла со скоростью 20–30 м/с и более, дробится на капли о воздух. Диаметр сопел и скорость вращения аппарата подбирают так, чтобы поливаемая площадь покрылась равномерным слоем воды, а диаметр капель не превышал бы 1,5–2,5 мм. Крупность капель и интенсивность дождя можно регулировать, устанавливая сопла разных диаметров (у дальнеструйных 15–40 мм и более, у среднеструйных 3–15 мм) и изменяя давление воды. Дальнеструйные аппараты высокопроизводительны, но дают более крупный дождь, чем короткоструйные насадки, что приводит к быстрому образованию луж и стока. Среднеструйные аппараты отличаются малой интенсивностью дождя (в среднем 0,1–0,2 мм/мин, можно снизить до 0,05–0,06 мм/мин) и небольшим диаметром капель, благодаря чему их можно применять для дождевания большими поливными нормами (500–800 м<sup>3</sup>/га и более). Для увеличения площади захвата и сокращения средней интенсивности дождя используют дождевальные аппараты с удлинёнными стволами и аппара-

ты импульсного действия.

К среднеструйным дождевальным аппаратам относятся «Роса-1», «Роса-2», «Роса-3». Они однотипны по устройству, но отличаются друг от друга размерами и числом сопел.

Из дальнеструйных аппаратов применяются ДД-15, ДД-30 с одним соплом и ДД-50, ДД-80 с двумя соплами.

Для забора воды из источника орошения и создания напора используют **насосные станции**, которые бывают *стационарными* и *передвижными*.

Стационарные обычно представляют собой капитальные сооружения и обслуживают крупные оросительные системы, выполняя роль головного водозаборного узла.

Сухопутные передвижные насосные станции отличаются по производительности (подаче), напору и типу привода. Подача воды увязана с ее расходом дождевальными машинами, а напор – с часто встречающимися геодезическими высотами расположения орошаемых участков над водоисточниками. Диапазон изменения подачи – от 25 до 705 л/с, напора – от 0,1 до 1,1 МПа, привод – от ВОМ трактора или от собственного двигателя.

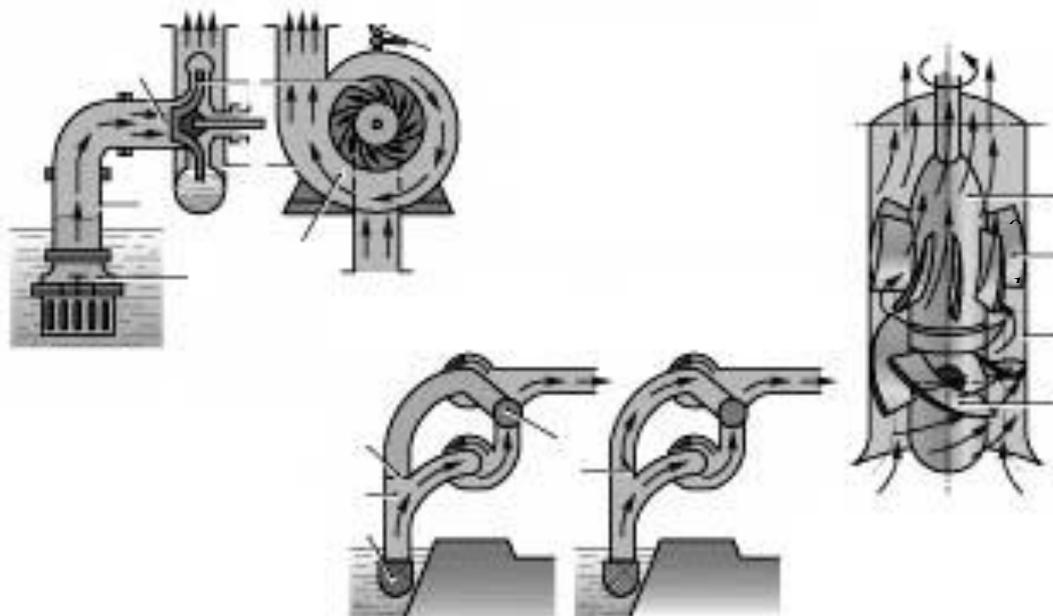
В зависимости от напора (высоты подъема воды) насосные станции подразделяются на три группы: низконапорные – при напоре до 0,25 МПа, средненапорные – при напоре от 0,25 до 0,5 МПа, высоконапорные – при напоре выше 0,5 МПа.

Насосные станции с приводом от ВОМ трактора монтируют на раме, навешиваемой на трактор, а насосные станции с собственным двигателем – на раме-салазках или на одно- и двухосном прицепе с пневматическими шинами.

Навесные насосные станции (типа СНН) с приводом от ВОМ трактора наиболее мобильны. Однако они должны быть относительно легкими и компактными, поэтому их выпускают с подачей не более 75 л/с. Обязательное наличие повышающего редуктора и использование в работе трактора удорожает стоимость установки, поэтому и стоимость поданной воды оказывается выше, чем для насосных станций с собственным двигателем. Их целесообразно применять для полива небольших участков с частой сменой позиций, при подаче воды непосредственно в дождевальные машины или установки.

Передвижные насосные станции с собственным двигателем (типа СНП) менее мобильны и зачастую работают на одном месте в течение всего оросительного сезона, но стоимость подаваемой ими воды ниже. Их выпускают с двигателями внутреннего сгорания и с электродвигателями (подача от 25 до 705 л/с). Они получили наибольшее распространение.

Насосы преобразуют энергию двигателя в энергию напора воды. Насосные станции снабжают, как правило, центробежными насосами, в редких случаях – осевыми пропеллерными (рисунок 12.2). Используют центробежные насосы двух разновидностей: с односторонним подводом воды – консольные (марки К) и с двухсторонним подводом воды (марки Д).



*а* – центробежный одноколесный насос; *б* – осевой пропеллерный насос; *в* – двухколесные насосы последовательного и параллельного режимов работы; 1 – колесо; 2 – корпус; 3 – подводящий канал; 4 – всасывающий трубопровод; 5 – фильтр с клапаном; 6 – отводящий канал; 7 – кран; 8 – клапан; 9 – золотник; 10 – выравнивающий аппарат; 11 – направляющие лопасти

Рисунок 12.2 – Типы насосов, применяемых на насосных станциях

Находят применение одно- и двухколесные насосы. Последние могут работать в двух режимах: параллельном (двухпоточном) и последовательном (двухступенчатом). При параллельном режиме полость каждого колеса снабжена отдельным всасывающим и напорным трубопроводами, подача возрастает вдвое по сравнению с одноколесным насосом. При настройке на последовательный режим полости колес соединяют переводным коленом, в результате подача уменьшается, а напор возрастает вдвое. Осевые пропеллерные насосы обеспечивают высокую производительность, но с малым напором (от 2 до 10 м), поэтому находят применение в низконапорных насосных станциях. По сравнению с центробежными они имеют более высокий коэффициент

полезного действия (0,90–0,95), их рабочие колеса меньше истираются частицами песка и ила, содержащимися в воде. Для подъема и опускания всасывающего трубопровода служит, как правило, ручная лебедка со стрелой, блоками и тросом. Всасывающую линию при пуске заполняют водой с помощью специального вакуумнасоса, эжектора или вручную.

Насосные станции с собственным двигателем, как правило, оборудованы системой автоматической защиты двигателя и реле времени. Автоматическая защита контролирует режим работы систем охлаждения и смазки двигателя и давление в напорной линии насоса и отключает двигатель при нарушении нормального режима работы. Реле времени отключает двигатель по истечении определенного, заранее заданного, времени работы. Это позволяет одному машинисту обслуживать несколько насосных станций, работающих одновременно на разных участках.

Рабочий процесс. Перед пуском насосной станции закрывают задвижку напорной линии, а рабочую камеру насоса и всасывающую трубу заполняют водой. Включают двигатель и, дав ему отработать 0,5–1 минуту, медленно открывают задвижку напорной трубы. По показаниям вакуумметра и манометра убеждаются в том, что насос работает в нужном режиме.

**Быстроразборные трубопроводы** предназначены для подачи воды от передвижных насосных станций к дождевальным машинам и установкам или в открытые оросительные каналы. Такой трубопровод состоит из отдельных труб (секций) длиной 5–6 м, соединяемых быстроразъемными муфтами. При соединении конец одной трубы входит в раструб другой – смежной. По форме раструбных концов различают разборные трубопроводы с шаровыми (типа РТШ), конусными и цилиндрическими (типа РТ) соединениями. Во всех конструкциях раструб снабжен резиновой манжетой, которая создает уплотнение автоматически под действием напора воды в трубопроводе. После выключения насосной станции напор исчезает, и трубопровод выпускает воду через муфты автоматически. Это исключает местное затопление растений, неизбежное при опорожнении трубопровода в одном месте. За счет эластичности манжет и зазоров между трубами их можно соединять не только соосно, но и под углом до 10–15° одна к другой, чем достигается необходимая приспособляемость в условиях сложного рельефа местности. Для предотвращения повреждений растений каждая труба (секция) снабжена опорой высотой 0,1–0,4 м.

Быстроразборные трубопроводы снабжены водораспределительной *арматурой*: гидрантами-задвижками, колонками и т. д.

По принципу действия дождевальные машины и установки разделяют на *позиционные* и *работающие в движении*.

*Позиционные* установки состоят из разборного распределительного трубопровода с гидрантами и двух дождевальных крыльев с короткоструйными насадками или среднеструйными аппаратами. Пока одно крыло работает, второе переносят на новую позицию. Производительность установок 0,28–0,30 га/час при норме полива 300 м<sup>3</sup>/га.

Позиционные короткоструйные дождевальные машины представляют собой двухконсольную дождевальную ферму, навешиваемую на башню самоходной гусеничной опоры (рисунок 12.3). Нижнее ребро консоли – водопроводящая труба (наружный конец её соединён с гидрантом трубопровода) с открылками, на которых укреплены насадки. Производительность машин 0,6–1,4 га/ч.

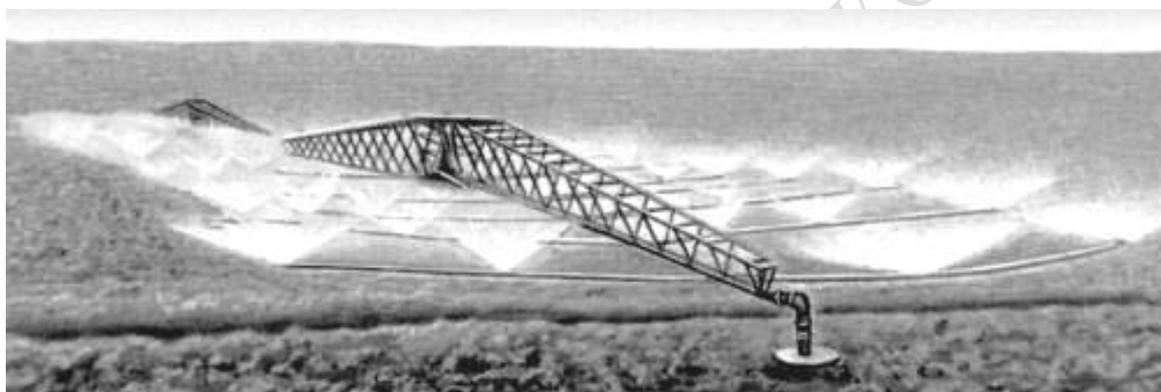


Рисунок 12.3 – Позиционная короткоструйная дождевальная машина

Позиционные дальнеструйные дождевальные машины (прицепные, навесные и с собственным двигателем) снабжены центробежным насосом, который засасывает воду из временного оросителя и подаёт её в дальнеструйные аппараты (рисунок 12.4). Для одновременной подкормки на машине может быть установлен бак для удобрений. Производительность 0,25–0,8 га/ч.



Рисунок 12.4 – Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70

Работают дальнеструйные дождевальные аппараты с вращением ствола по кругу или в заданном секторе. Скорость вращения сопла не должна превышать 2 м/с. При большой скорости вращения ствола происходит изгиб струи и уменьшается дальность ее полета.

Дальнеструйные дождевальные машины по сравнению с другими дождевальными машинами отличаются малой удельной материалоемкостью, компактностью, большой маневренностью и высокой проходимостью. Они способны поливать однолетние и многолетние растения, в том числе сады, лесопитомники и т. п., без их механического повреждения. При этом средняя интенсивность дождя дальнеструйных машин в 2–5 раз ниже, чем короткоструйных, что позволяет вести полив тяжелых почв без образования луж, а также поливать почвы с неровным рельефом. Однако на равномерность распределения дождя сильно влияет ветер. Энергоемкость этих машин высокая, что связано с необходимостью создания высоких напоров воды.

**Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70** (рисунок 12.4) предназначена для полива из закрытой или открытой оросительной сети лесных питомников, ягодников, лугов, пастбищ, различных сельскохозяйственных культур, садов. Одновременно с поливом можно вносить растворимые удобрения. В состав дождевателя входит рама с навесной системой, насос-редуктор с всасывающим трубопроводом, карданный вал, газоструйный вакуум-аппарат, счетчик-водомер, червячный редуктор, механизм поворота с дальнеструйным дождеваль-

ным аппаратом, лебедка для подъема и опускания всасывающего аппарата. Дождеватель навешивается на трактор ДТ-75М.

Насос-редуктор включает собственно насос и редуктор, которые соединены между собой общим валом. Крутящий момент вала редуктора передается от вала отбора мощности трактора через карданный вал.

Газоструйный вакуум-аппарат обеспечивает заполнение всасывающего трубопровода и насоса водой перед пуском, работает от выхлопных газов двигателя трактора.

Червячный редуктор состоит из червячного вала и колеса, вала, шарикоподшипников, манжеты. Он передает вращение от ведущего вала насоса-редуктора к входному валу механизма поворота ствола дождевателя.

Всасывающий трубопровод обеспечивает забор воды из оросительного канала, состоит из металлической трубы и двух колен с шарнирами. Одно колено соединено с центробежным насосом, другое – с водозаборником. Наличие шарниров на всасывающем трубопроводе позволяет работать дождевателю при правом или левом расположении оросителя по отношению к работающему трактору.

Дождевательный аппарат имеет два сопла – малое и большое. При работе вода засасывается насосом из оросителя, по всасывающему трубопроводу поступает в насос и, пройдя через ствол в основное и малое сопло аппарата, выбрасывается в виде полосы дождя. Малая струя орошает внутреннюю часть круга, большая – внешнюю.

Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-100 по конструкции и принципу работы аналогична дождевателю ДДН-70, но отличается большим напором, дальностью струи и более высокой производительностью. Агрегатируется ДДН-100 с тракторами Т-150, Т-150К, Т-4А, ДТ-75М.

Продолжительность работы ДДН-70 и ДДН-100 на одной позиции зависит от поливной нормы, потерь воды на испарение во время полива, расхода воды.

Дождевальные машины, работающие в движении (рисунок 12.5), состоят из двухконсольной фермы с короткоструйными насадками, навешиваемой на трактор. Забор воды осуществляется из временного оросителя с помощью центробежного насоса. Производительность машины 0,85 га/ч.

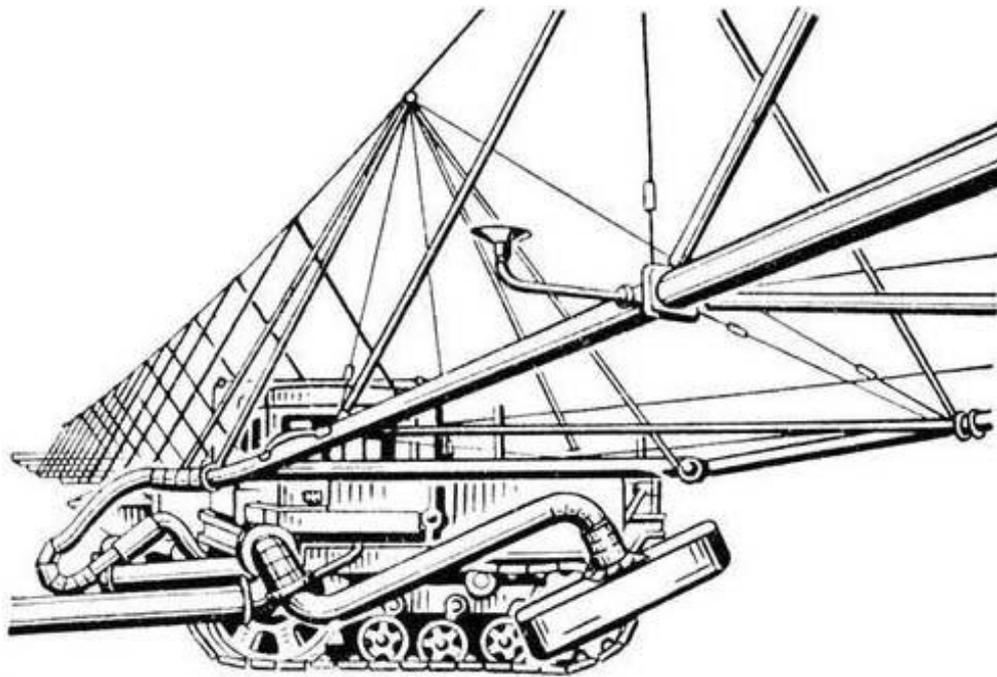


Рисунок 12.5 – Короткоструйная дождевальная машина, работающая в движении

Основное направление совершенствования систем дождевания сводится к стремлению обеспечить непрерывное в течение всего вегетационного периода водоснабжение растений в соответствии с ходом их водопотребления. Это позволяет постоянно поддерживать оптимальную влажность активного слоя почвы и оптимальный водный режим растений. Добиться этого можно лишь путем рассредоточения поливного тока по орошаемой площади и во времени, т. е. за счет увеличения числа одновременно работающих дождевальных аппаратов и резкого снижения интенсивности дождя. К числу таких систем дождевания относятся импульсная, капельная и тонкодисперсная (аэрозольная).

## **3.1 Энергетические средства современного лесного хозяйства**

3.1.1 Тракторы и автомобили, используемые в лесном хозяйстве

3.1.2 Эксплуатационные показатели трактора

3.1.3 Машинно-тракторные агрегаты и их классификация

3.1.4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов

### **3.1.1 Тракторы и автомобили, используемые в лесном хозяйстве**

В лесном хозяйстве работает огромное количество машин и механизмов. Большинство из них не имеют собственного двигателя, а используют в качестве тягового средства различные трактора. Поэтому можно считать, что трактор в лесном хозяйстве является основным энергетическим средством. Условия выполнения лесохозяйственных работ зависят от многих факторов (механический состав и влажность почвы, рельеф местности, количество пней на вырубке, ширина междурядий и т. д.) и для их своевременного и качественного проведения приходится использовать различные тракторы, значительно различающиеся по своим конструктивным и эксплуатационным показателям (рисунок 1.1).



*а*



*б*

Рисунок 1.1 – Мини-трактор МТЗ-320 мощностью 24,6 кВт (а) и трелевочный трактор ТТ-4М мощностью 95,5 кВт (б)

Универсальные машины, одинаково хорошо и экономично работающие во всех многообразных условиях, создать практически невозможно. Поэтому создан *типаж тракторов* – совокупность всех моделей тракторов с указанием их основных качественных показателей. В действующем типаже тракторы классифицированы по классам тяги, т. е. по номинальному тяговому усилию, которое зависит от их сцепления с почвой.

Тракторы выпускаются 15 тяговых классов: 0,2, что соответствует тяговому усилию 0,2 тс (2 кН); 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 25; 35 и 50.

Для лесного хозяйства и лесной промышленности создано 14 типов специальных тракторов и комбинированных машин: тягового класса 0,6 – колесный лесохозяйственный трактор ТЛ-28; 2 – гусеничный лесохозяйственный трактор Т-70Л; 3 – гусеничные лесохозяйственные тракторы ЛХТ-55М, ЛХТ-100, ЛХТ-100М; трелевочные тракторы ТДТ-55А, ТЛТ-100, ТБ-1М; трактор-амфибия для лесосплава ТГТ-90 и колесно-трелевочный трактор Т-157; 4 – гусеничный лесохозяйственный трактор ЛХТ-4; гусеничный трелевочный трактор ТТ-4М; валочно-пакетирующая машина ВТМ-4; 5 – колесно-трелевочный трактор К-703.

Кроме лесных тракторов, для работ в лесном хозяйстве используются сельскохозяйственные тракторы следующих тяговых классов: 0,6 – колесные Т-25А, Т-30, Т-30А и самоходное шасси Т-16М; 0,9 – колесный Т-40М; 1,4 – колесные МТЗ-80 и МТЗ-82, МТЗ-100 и МТЗ-102; 3 – гусеничные ДТ-75М, Т-150 и колесный Т-150К; 4 – гусеничный Т-4А; 6 – гусеничные Т-130 и Т-130М.

В настоящее время в лесном хозяйстве Беларуси используются в основном колесные тракторы. Тенденция применения колесных тракторов в качестве тягового средства на различных лесохозяйственных работах сохранится и в будущем. Это связано с тем, что в республике создана и эффективно работает собственная машиностроительная отрасль, способная обеспечить лесное хозяйство тракторами различных классов тяги. Уже сейчас Минским тракторным заводом для лесного хозяйства и лесной промышленности выпускается целый модельный ряд специализированных тракторов, начиная от трелевочных мини-тракторов ТТ-320 и заканчивая валочно-сучкорезно-раскряжевыми машинами.

В качестве базового используется традиционный короткобазный трактор с жесткой рамой МТЗ-82 (рисунок 1.2) или мобильное энер-

метическое средство (МЭС) с шарнирно-сочлененной рамой, которое является базовой машиной для создания семейства колесных лесозаготовительных машин типа 4К4 и 6К6 (рисунок 1.3). Для работы в труднопроходимых условиях может использоваться гусеничный трактор разработки МТЗ (рисунок 1.4).



Рисунок 1.2 – Короткобазный лесохозяйственный трактор



Рисунок 1.3 – Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-364 на базе мобильного энергетического средства с шарнирно-сочлененной рамой



Рисунок 1.4 – Гусеничный трактор МТЗ-2102

Все шире внедряется в лесозаготовительное производство продукция ОАО «Амкодор».

Чтобы трактор можно было использовать для работы с лесохозяйственными и лесозаготовительными машинами, механизмами, орудиями и приспособлениями, его оборудуют гидравлической навесной системой, прицепным устройством и валом отбора мощности. Кроме того, в конструкции трактора используется дополнительная защита днища и кабины, предохраняющая трактор от повреждения при работе в лесу и на вырубках.

Современные автомобили в зависимости от назначения, конструктивного выполнения и приспособляемости к дорожным условиям разделяют на *транспортные* и *специальные*.

Транспортные автомобили бывают пассажирские, грузопассажирские и грузовые и применяются для перевозки грузов и людей.

Основной величиной, характеризующей грузовые автомобили, является их грузоподъемность. По грузоподъемности автомобили подразделяются на следующие классы: *особо малой грузоподъемности – до 1 т; малой – от 1,0 до 3,0 т; средней – от 3,0 до 5,0 т; большой – от 5,0 до 15 т; особо большой – свыше 15 т.*

Специальные автомобили служат для выполнения каких-либо определенных работ, для чего они оборудованы соответствующими устройствами и приспособлениями. К специальным автомобилям в лесном хозяйстве относятся автокраны, автовышки, пожарные, поли-

вочные, лесовозные автомобили и т. п.

Автомобиль, предназначенный для буксирования полуприцепов, прицепов, прицепов-ропусков называется **тягачом**. Седельный тягач предназначен для буксирования полуприцепов. У него задняя часть опирается на ось полуприцепа с колесами, а передняя – на специальное опорное сцепное устройство, расположенное на раме тягача.

Автомобиль-тягач или грузовой автомобиль вместе с одним или несколькими прицепами образует **автопоезд**.

По степени приспособленности к работе в различных дорожных условиях различают автомобили *обычной* и *повышенной проходимости*, предназначенные для работы в условиях бездорожья или на неблагоприятных дорогах.

Парк автомобилей в лесном хозяйстве состоит из автомобилей семейства УАЗ (рисунок 1.5), ГАЗ (рисунок 1.6), ЗИЛ, Урал, КамАЗ, КрАЗ, МАЗ (рисунок 1.7).



Рисунок 1.5 – Автомобиль УАЗ-3303 для перевозки грузов



Рисунок 1.6 – Автомобиль ГАЗ-66 для перевозки людей



Рисунок 1.7 – Автолесовоз МАЗ-5434

### **3.1.2 Эксплуатационные показатели трактора**

Рабочая машина с трактором образует машинно-тракторный агрегат (МТА).

Трактор является составной частью МТА, и от совершенства его конструкции и условий применения зависит эффективность работы всего агрегата.

К основным эксплуатационным показателям тракторов относятся:

– тяговая мощность;

- коэффициент полезного действия (КПД);
- энергонасыщенность;
- тяговое усилие по передачам;
- скорость движения;
- расход топлива на различных передачах;
- тип ходового аппарата;
- проходимость в зависимости от давления трактора на почву и дорожного просвета;
- эксплуатационная надежность работы;
- легкость управления;
- удобство агрегатирования с рабочими машинами.

Рассмотрим некоторые показатели тракторов более подробно.

**Энергонасыщенность (Э)** характеризует мощность трактора, приходящуюся на единицу его массы:

$$\mathcal{E} = \frac{N}{M_T}, \text{ кВт/кг} \quad (1.1)$$

где  $N$  – номинальная эксплуатационная мощность двигателя трактора, кВт;

$M_T$  – масса трактора, кг.

**Тяговая мощность** является одним из важнейших эксплуатационных показателей трактора. На крюке трактора она всегда меньше той, которую развивает двигатель. Значительная часть мощности трактора расходуется на преодоление различных внутренних и внешних сопротивлений.

В общем виде эффективная мощность определяется по формуле:

$$N_e = N_{\text{тр}} + N_{\text{букс}} + N_{\text{кач}} + N_{\text{под}} + N_{\text{кр}} + N_{\text{вом}}, \text{ кВт} \quad (1.2)$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя трактора, кВт;

$N_{\text{кр}}$  – тяговая (крюковая) мощность трактора, кВт;

$N_{\text{тр}}$  – мощность, затраченная на преодоление трения в трансмиссии, кВт;

$N_{\text{букс}}$  – мощность, потерянная из-за буксования трактора, кВт;

$N_{\text{кач}}$  – мощность, затраченная на самопередвижение (перекатывание) трактора, кВт;

$N_{\text{под}}$  – мощность, затраченная на подъем трактора вверх по склону, кВт;

$N_{\text{вом}}$  – мощность, затраченная на привод механизмов валом отбора

мощности трактора, кВт.

Из предыдущей формулы следует, что тяговая (крюковая) мощность трактора равна:

$$N_{кр} = N_e - (N_{тр} + N_{букс} + N_{кач} + N_{под} + N_{вом}), \text{ кВт} \quad (1.3)$$

Отношение тяговой мощности трактора на крюке ( $N_{кр}$ ) к развиваемой эффективной мощности двигателя ( $N_e$ ) есть тяговый **коэффициент полезного действия трактора**:

$$\eta = \frac{N_{кр}}{N_e}, \quad (1.4)$$

Коэффициент полезного действия трактора зависит от потерь мощности в трансмиссии, при буксировании, самопередвижении, при подъеме на уклон, степени загрузки. При полезной загрузке тяговый КПД современных колесных тракторов составляет **0,65–0,7** и гусеничных – **0,65–0,8**.

**Сила тяги трактора** – это сила, которая может использоваться для приведения в действие рабочей машины. Она определяется путем деления тяговой мощности трактора на скорость движения агрегата.

$$P_T = \frac{3,6 \cdot N_{кр}}{v}, \text{ кН} \quad (1.5)$$

где  $N_{кр}$  – тяговая (крюковая) мощность трактора, кВт;  
 $v$  – скорость движения, км/ч.

Тяговое усилие трактора меняется в зависимости от скорости его движения. На низких скоростях из-за большой силы тяги происходят большие потери при буксовании, а на высоких скоростях – значительные потери на перекачивание и преодоление подъема.

Тяговое усилие тракторов изменяется и в зависимости от типа и состояния почвы. Наибольшее  $P_m$  возникает на твердой почве. На вспаханной почве оно снижается. Влажность почвы также существенно влияет на тяговое усилие трактора. Потери мощности трактора на самопередвижение и буксование возрастают с увеличением содержания в почве воды. При работе на влажных и легких по механическому составу почвах (песках и супесях) тяговое усилие трактора снижается из-за сцепления движителя с почвой. Сила сцепления ( $P_{сц}$ ) зависит от веса трактора, почвенных условий, типа ходовой системы и определяется по формуле:

$$P_{\text{сц}} = Q_{\text{сц}} \cdot \mu, \quad (1.6)$$

где  $Q_{\text{сц}}$  – сцепной вес трактора, кН (для гусеничных тракторов и колесных с четырьмя ведущими колесами  $Q_{\text{сц}}$  равен полному весу трактора, для колесных с задним ведущим мостом он составляет примерно  $2/3$  полного веса трактора);

$\mu$  – коэффициент сцепления трактора с почвой (для колесных тракторов в зависимости от агрофона полей он равен  $0,1-0,7$ , для гусеничных –  $0,3-1,2$ ).

Для нормальной работы трактора должно быть соблюдено условие:

$$P_{\text{т}} \geq P_{\text{сц}}, \quad (1.7)$$

Силу сцепления трактора с почвой можно улучшить путем применения арочных и сдвоенных шин, установкой гусеничных или полугусеничных ходов, включением дополнительной ведущей оси трактора, гидродогрузателями ведущих колес и другими способами.

Для тяговых расчетов и рационального комплектования машинно-тракторных агрегатов на производстве можно пользоваться заводскими данными тяговых усилий тракторов, приведенными в инструкции. Точные значения тяговых усилий получают путем испытаний, на основании которых составляется характеристика трактора. Во время тяговых испытаний трактора при различных режимах работы определяют его тяговое усилие, скорость движения, расход топлива, частоту вращения вала двигателя и ведущих колес. Затем для каждого значения тягового усилия рассчитывают тяговую мощность, коэффициент буксования, удельный и часовой расход топлива. По полученным данным вычерчивают тяговые характеристики трактора, показывающие изменение эксплуатационных показателей в зависимости от тягового усилия.

### **3.1.3 Машинно-тракторные агрегаты и их классификация**

Лесохозяйственные мероприятия многообразны, так как проводятся в насаждениях от начала их создания и до рубок главного пользования. В течение длительного периода выращивания и охраны лесов выполняется большое количество трудоемких и энергоемких процессов, которые состоят из отдельных технологических и переместительных операций.

Технологические операции могут быть основными и вспомогательными. К основным относятся подготовка почвы, посев семян, выкопка

посадочного материала, посадка лесных культур, рубки ухода и т. д.

Вспомогательные операции включают погрузочно-разгрузочные, транспортные и другие работы, способствующие своевременному и качественному выполнению основных.

Несмотря на крупные достижения в области механизации основных работ ряд лесохозяйственных процессов еще слабо механизирован или выполняется с применением ручного труда. Между тем эти процессы часто требуют больших затрат и снижают эффективность применения машинной техники в отрасли в целом.

В будущем лесное хозяйство должно стать комплексно механизированной отраслью народного хозяйства и развиваться как за счет новой, так и за счет более интенсивного использования имеющейся техники.

Технологической основой комплексной механизации лесного хозяйства является система машин, т. е. набор таких машин, которые смогут выполнять весь комплекс работ отрасли.

Интенсивное ведение лесного хозяйства постоянно нуждается в совершенствовании системы машин и технологических комплексов производства. Открываются широкие перспективы взаимодействия отечественного и зарубежного лесохозяйственного машиностроения, что позволит значительно поднять производительность труда и его качество.

Машинно-тракторные агрегаты, используемые в лесном хозяйстве республики, классифицируют по следующим показателям:

- виду выполняемых работ (пахотные, посевные, посадочные и др.);
- источнику энергии (механические, электрические);
- типу передаточного механизма (тяговые, тягово-приводные, приводные);
- составу (одномашинные, многомашинные, симметричные, асимметричные);
- способу соединения с трактором (навесные, полунавесные, прицепные);
- способу производства работ (мобильные и стационарные).

Различают агрегаты:

- однородные, выполняющие одну технологическую операцию;
- комплексные, выполняющие несколькими машинами одновременно две, три и более технологических операций;
- комбинированные, выполняющие одной машиной несколько технологических операций;
- универсальные, оборудованные сменными рабочими, органами, способными выполнять разные операции в различное время.

Самое широкое применение в лесном хозяйстве получили мобиль-

ные агрегаты, выполняющие работу при движении.

Машинно-тракторные агрегаты должны соответствовать необходимым агротехническим, энергетическим, техническим, технико-экономическим, маневровым, эргономическим и другим требованиям.

**Агротехнические требования** предусматривают качество выполнения технологических операций. Они зависят от условий работы, типа рабочих машин, энергетических средств, режима работы агрегата.

**Энергетические требования** выражаются в способности развивать энергетическими средствами необходимую мощность и преодолевать тяговое сопротивление машин при заданных режимах работы.

**Технические требования** определяют надежность машин в работе.

**Технико-экономические требования** рассматривают производительность агрегатов, расход топлива, затраты труда и средств.

**Маневровые требования** характеризуют устойчивость движения агрегата, проходимость, поворотливость в конкретных лесорастительных условиях.

**Эргономические требования** предусматривают удобство обслуживания, санитарно-гигиенические условия, безопасность труда, эстетические показатели и т.д.

Во время работы машинно-тракторный агрегат должен:

- обеспечивать рациональное использование тягового усилия трактора и технических возможностей рабочих машин;
- работать высокопроизводительно;
- до минимума снижать расход топлива и себестоимость выполнения механизированных работ;
- обеспечивать высокую проходимость в условиях избыточного увлажнения почв, на вырубках и под пологом леса;
- обеспечивать маневренность во время работы и переездов с одного участка на другой;
- иметь необходимый дорожный просвет при уходе за лесными культурами и выкопке посадочного материала в питомнике и т.д.

### **3.1.4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов**

При выполнении любой технологической операции возникает необходимость комплектования агрегата, т. е. для определенной работы нужно подобрать соответствующие трактор и лесохозяйственную машину, орудие или приспособление.

Очередность комплектования машинно-тракторных агрегатов сводится к следующему. В соответствии с условиями работы и видом технологического процесса вначале выбирают трактор и марку лесохозяйственной машины, определяют количество рабочих машин в од-

ном агрегате, устанавливают скоростной режим работы агрегата. Подобранный агрегат комплектуют, устанавливают на заданный режим работы и опробуют в конкретных условиях.

Мощные тракторы необходимо использовать на энергоемких работах, например при корчевке пней, срезании кустарника, плантажной вспашке, менее мощные – на посадке леса, при уходе за лесными культурами, бороновании, культивации и т. п. На небольших по площади участках и менее энергоемких работах, например в питомнике, применяются тракторы небольшой мощности. При посадке леса на вырубках часто используются гусеничные тракторы. Они лучше, чем колесные, преодолевают препятствия и имеют более равномерное и устойчивое движение.

Важным фактором при комплектовании МТА является способ соединения одной рабочей машины или нескольких машин с базовым трактором. На рисунке 1.8 показаны основные схемы соединения рабочего оборудования с трактором: навеска сзади трактора, впереди трактора, между задними и передними колесами, впереди и с боков и т. д.

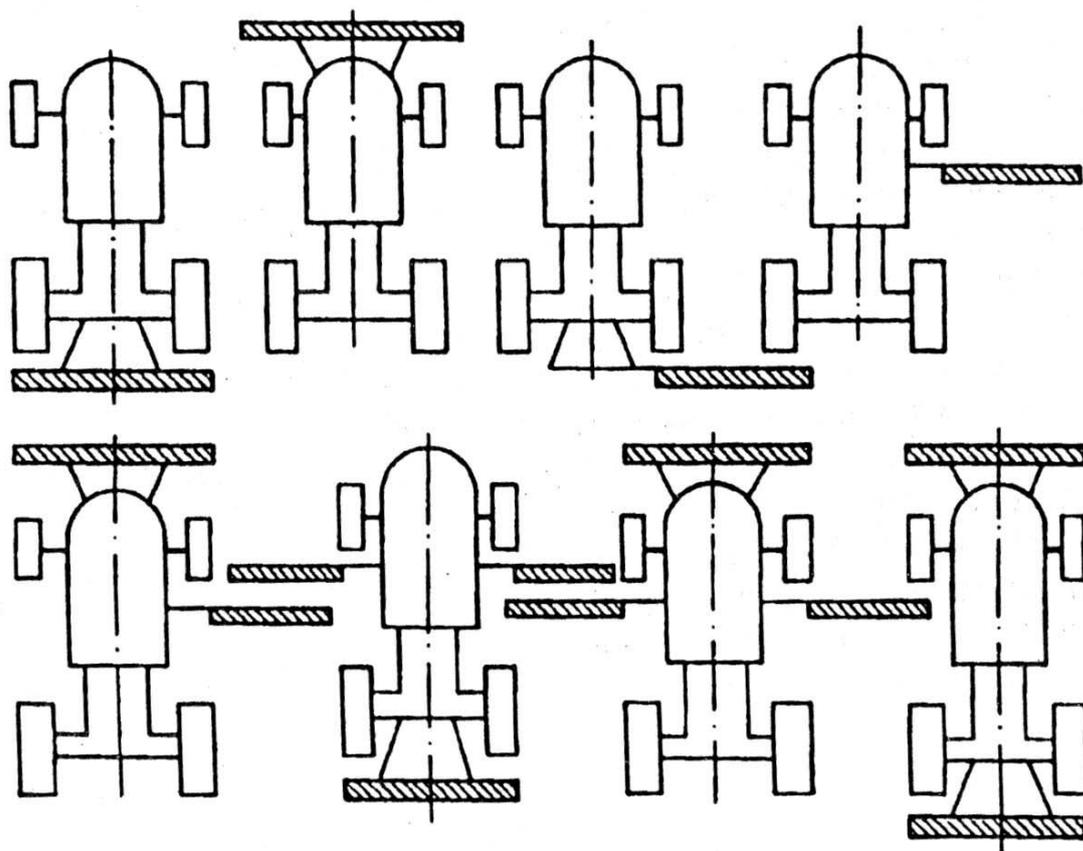


Рисунок 1.8 – Способы соединения рабочих машин с трактором

## **3.2 Эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов**

3.2.1 Основные направления расчетов машинно-тракторных агрегатов

3.2.2 Тяговые сопротивления основных машин

3.2.3 Расчет количества машин в агрегате

3.2.4 Способы движения машинно-тракторных агрегатов

3.2.5 Расчет производительности машинно-тракторных агрегатов

3.2.6 Определение потребного количества машинно-тракторных агрегатов

3.2.7 Показатели использования машинно-тракторного парка

### **3.2.1 Основные направления расчетов машинно-тракторных агрегатов**

После выбора трактора, лесохозяйственной машины и скоростного режима выполняется расчет агрегата. Он сводится к следующему:

- определяют номинальное тяговое усилие трактора на рабочей передаче (по тяговой характеристике, справочнику, расчетам);
- находят тяговое сопротивление рабочей машины;
- вычисляют количество рабочих машин в агрегате или корпусов плуга (по наибольшей ширине захвата и тяговому усилию трактора на соответствующей передаче);
- подсчитывают сопротивление агрегата, которое складывается из сопротивлений сцепки и лесохозяйственных машин;
- вычисляют коэффициент использования тягового усилия трактора;
- находят сменную производительность агрегата, а также расход топлива;
- рассчитывают количество агрегато-смен и агрегатов для выполнения необходимого объема работ.

Эффективность работы агрегата определяется по производительности, коэффициенту использования тягового усилия трактора и удельному расходу топлива.

### **3.2.2 Тяговые сопротивления основных машин**

Сопротивление лесохозяйственных машин, которое возникает при их перемещении под воздействием тягового усилия трактора, называется тяговым или рабочим сопротивлением. Тяговое сопротивление – один из важных эксплуатационных показателей лесохозяйственных

машин. Оно складывается из следующих величин:

– сопротивления от сил трения качения колес о грунт, сил трения скольжения рабочих поверхностей машин об обрабатываемый материал, сил трения между отдельными частями машины ( $R_{тр}$ );

– сопротивления резания и крошения обрабатываемого материала ( $R_{рк}$ );

– усилия, затрачиваемого на отбрасывание отдельных частей обрабатываемого материала ( $R_{от}$ );

– сопротивления подъему ( $R_{под}$ );

– сопротивления сил инерции, возникающих при неравномерном движении машины ( $R_{ин}$ ).

Таким образом, баланс сопротивления машин в общем виде можно представить формулой:

$$R_T = R_{тр} + R_{рк} + R_{от} \pm R_{под} \pm R_{ин}, Н \quad (2.1)$$

Во время холостых переездов тяговое сопротивление состоит из сил, идущих на преодоление сил трения качения колес о почву и сил трения во втулках колес, а при движении вверх по склону также из сил сопротивления подъему.

В качестве примера рассмотрим тяговое сопротивление отдельных машин-орудий.

**Усилие, необходимое для выкорчевывания одного пня** можно определить по формуле:

$$R_{корч} = G_{корч} \cdot g \cdot f + k_k \cdot a \cdot b \cdot l_{п} + G_{п} \cdot f_{п}, Н \quad (2.2)$$

где  $G_{корч}$  – масса корчевальной машины, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$f$  – коэффициент сопротивления перемещению корчевальной машины;

$k_k$  – коэффициент сопротивления корчеванию, учитывающий разрыв корней, трение их о почву при извлечении пня и рыхление почвы,  $5\text{--}50 \text{ Н/см}^2$ ;

$a$  – глубина погружения клыков в почву, см; зависит от диаметра пня  $d$  и породы:

– при  $d$  до 28 см  $a = 10\text{--}30$  см;

– при  $d$  более 28 см  $a = 30\text{--}50$  см;

$b$  – ширина захвата отвала корчевальной машины, см;

$l_{п}$  – коэффициент плотности рыхления за счёт расстояния между зубьями,  $0,40\text{--}0,75$ ;

$G_n$  – вес перемещаемого отвалом пня и грунта, 3 000–4 000 Н;  
 $f_n$  – коэффициент сопротивления перемещению пня, грунта, 0,4–0,7.

**Тяговое сопротивление лесопосадочной машины** рассчитывается:

$$R_{\text{лм}} = G_{\text{лм}} \cdot g \cdot f + k_n \cdot a \cdot b \cdot n, \text{ Н} \quad (2.3)$$

где  $G_{\text{лм}}$  – масса лесопосадочной машины, кг;  
 $g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;  
 $f$  – коэффициент трения металла машины о почву;  
 $k_n$  – коэффициент удельного сопротивления почвы, Н/см<sup>2</sup>;  
 $a$  – глубина хода сошника, 20–40 см;  
 $b$  – ширина сошника, см:  
– для сеянцев  $b = 12–15$  см;  
– для саженцев  $b = 30–35$  см;  
 $n$  – количество сошников, шт.

**Расчет других машин и орудий будет рассмотрен на лабораторных занятиях.**

### 3.2.3 Расчет количества машин в агрегате

При комплектовании тракторных агрегатов не всегда трактор полностью загружается одной рабочей машиной. Для рационального использования тягового усилия трактора агрегат комплектуется из нескольких машин.

Количество машин  $n'$  можно рассчитать по наибольшей ширине захвата агрегата  $B_{\text{max}}$  или корпуса плуга:

$$n' = \frac{B_{\text{max}}}{b}, \quad (2.4)$$

где  $b$  – ширина захвата одной машины или корпуса плуга, м.

Количество машин можно также найти исходя из тягового усилия трактора на соответствующей передаче  $R_{\text{тр}}$  и сопротивления рабочей машины  $R_{\text{м}}$ :

$$n' = \frac{R_{\text{тр}}}{R_{\text{м}}}. \quad (2.5)$$

Значение  $n'$  обычно представляет дробное число, поэтому округляется до целого числа в меньшую сторону.

### 3.2.4 Способы движения машинно-тракторных агрегатов

Кинематика агрегата – это его движение при выполнении лесохозяйственных и лесокультурных работ. Агрегат во время работы совершает элементы рабочего и холостого движения. Рабочие движения на открытых участках близки к прямолинейным, холостые связаны с поворотами, заездами и переездами с одного участка на другой.

Холостые ходы агрегата снижают его производительность и увеличивают затраты времени и энергии. Поэтому при работе агрегата необходимо стремиться к увеличению длины рабочих ходов и сокращению холостых. В лесном хозяйстве холостые движения агрегатов велики и достигают до 40–50 %. Непроизводительные затраты времени, расход энергии у агрегатов возрастают на участках небольших по площади, неправильной конфигурации, при работе агрегатов в лесу, на вырубках, склонах и т. д.

Повысить экономичность движения агрегатов даже в сложных условиях можно за счет организации и подготовки объектов к работе, осуществления рационального движения агрегата, правильного выбора маршрутов переезда и др.

Важным условием высокопроизводительной и экономичной работы агрегата является выбор самого агрегата. Он должен обладать хорошими маневровыми качествами: *проходимостью, поворотливостью, устойчивостью* в движении, *управляемостью*.

**Проходимость** агрегата характеризуется способностью преодолевать препятствия, встречающиеся на пути, без внешних вспомогательных средств. Различают два типа препятствий:

- оказывающие сопротивление движению (рыхлые грунты, подъемы);
- способные вызвать опрокидывание агрегата (крутые спуски, овраги и т. д.).

На проходимость лесокультурных агрегатов большое влияние оказывают пни и захламленность вырубков. На таких объектах работы выполняются тракторами, способными преодолевать эти препятствия без опрокидывания.

Для переувлажненных почв необходимо комплектовать агрегаты с тракторами болотных модификаций.

**Поворотливость** агрегата определяется его способностью переходить от прямолинейного движения к криволинейному и наоборот. Поворотливость агрегата зависит от типа трактора, скорости его движения, технического состояния, квалификации тракториста. Гусеничными тракторами быстрее достигается определенный радиус поворота, чем колесными.

**Устойчивость** агрегата оценивается устойчивостью в продольной и поперечной плоскостях. Она зависит от размеров агрегата, рельефа местности, точек приложения сил и других факторов. Агрегат работает устойчиво, если сохраняет установившееся направление движения.

**Управляемость** движения агрегата – это способность агрегата изменять одно направление движения на другое, заданное органами управления трактора.

Различают три основных способа движения агрегатов (рисунок 2.1):

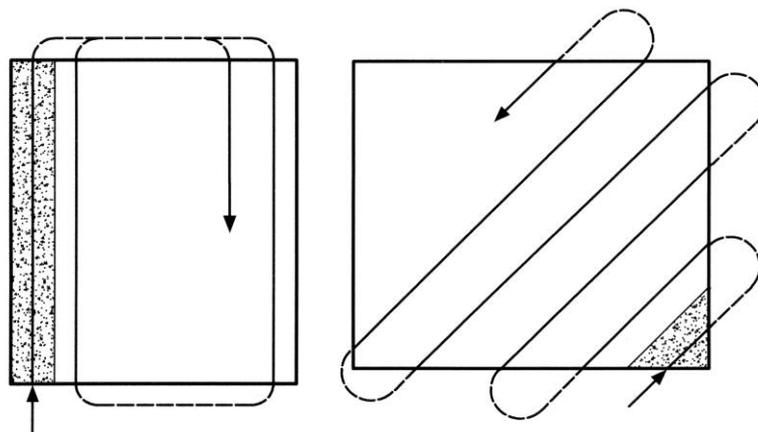
– гоновый (направление рабочих ходов совпадает с направлением большей стороны участка);

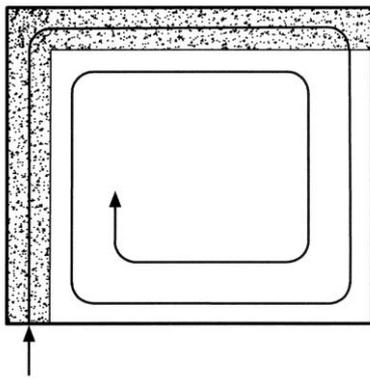
– диагональный (рабочие ходы направлены под углом к сторонам участка). Рекомендуется использовать на площадях неправильной конфигурации;

– круговой (направление рабочих ходов совпадает с направлением всех сторон рабочего участка). Эффективен на больших площадях.

При гоновом способе движения МТА значительную часть пути совершает вхолостую, при круговом осуществляется непрерывное рабочее движение, но в лесном хозяйстве круговое движение агрегата весьма ограничено, также как и диагональное.

Гоновый способ движения агрегата имеет множество видов. Наиболее распространенным из них является челночный. Он применяется при обработке почвы под лесные культуры, в посевных и школьных отделениях питомников, при посадке или посеве, при междурядной обработке почвы. При способе движения челноком рабочие ходы следуют непосредственно один за другим, но направление последующего хода противоположно предыдущему.



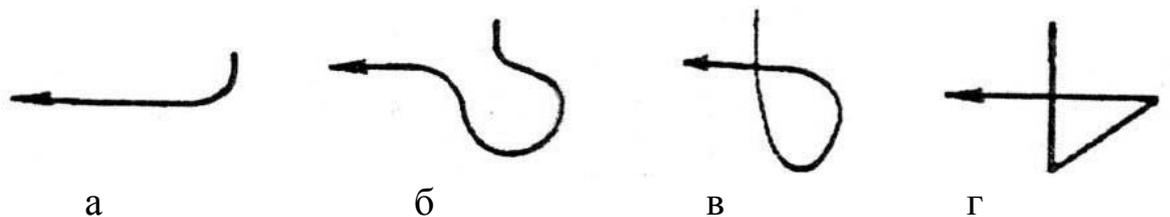


а б в  
*a* – гоновыи, *б* – диагональный, *в* – круговой

Рисунок 2.1 – Способы движения машинно-тракторного агрегата

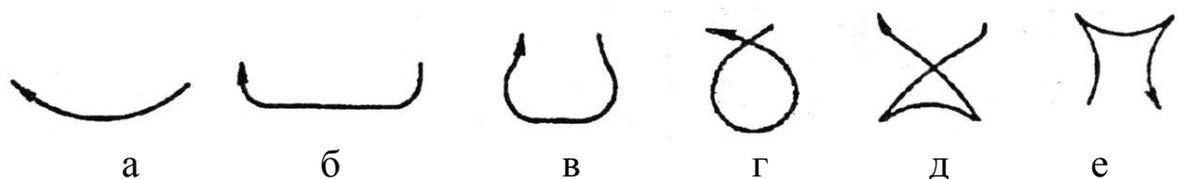
При вспашке почвы применяется движение всвал и вразвал. При вспашке всвал агрегат начинает движение с осевой линии участка. По мере его работы расстояние между рабочими ходами увеличивается. При вспашке вразвал агрегат начинает работу с правого края загона, затем переезжает на левый, потом снова на правый и т. д. Работа агрегата заканчивается на срединной линии загона.

Тракторные лесохозяйственные агрегаты совершают повороты в основном на  $90^\circ$  (рисунок 2.2) и  $180^\circ$  (рисунок 2.3). На небольших по площади участках, а также при сложной конфигурации повороты агрегатов могут быть произвольными. Они совершаются на поворотных полосах рабочего участка. Виды поворотов агрегатов зависят от состава агрегата, ширины его захвата, вида выполняемой работы, конфигурации участка, квалификации тракториста.



*a* – беспетлевой; *б* – петлевой с открытой петлей; *в* – петлевой с закрытой петлей; *г* – петлевой с задним ходом

Рисунок 2.2 – Повороты МТА на  $90^\circ$



*a* – беспетлевой дугообразный; *b* – беспетлевой с прямолинейным участком; *в* – петлевой грушевидный; *г* – петлевой восьмерной; *д* – с закрытой петлей (с задним ходом); *e* – с открытой петлей (с задним ходом)

Рисунок 2.3 – Повороты МТА на 180°

В лесном хозяйстве при создании лесных культур чаще всего применяются грушевидные и беспетлевые дугообразные повороты, а на небольших участках – петлевые повороты с задним ходом. При работе агрегатов в лесных питомниках используются петлевые грушевидные, дугообразные беспетлевые и беспетлевые повороты на 90°.

Траектория движения тракторного агрегата (пахотного, лесопосадочного, культиваторного) очень сложная, особенно на нераскорчеванной вырубке, и состоит в основном из криволинейных отрезков. С увеличением содержания пней на 1 га до 700 шт. проходимость агрегата затрудняется. Он движется, как правило, по кривым с радиусом 4–7 м и через каждые 20–25 м сталкивается с пнем.

Экономичность движения агрегата зависит от соотношения рабочего и холостого движений и определяется по коэффициенту рабочих ходов  $\varphi'$ :

$$\varphi' = \frac{\sum S_p}{\sum S_p + \sum S_x}, \quad (2.6)$$

где  $\sum S_p$  – суммарная длина рабочих ходов, м:

$$\sum S_p = \frac{10^4 \cdot F}{B_p}, \text{ м} \quad (2.7)$$

где  $F$  – площадь рабочего участка, га;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$\sum S_x$  – суммарная длина холостых ходов, м:

$$\sum S_x = \sum S_{xi} \cdot n, \text{ м} \quad (2.8)$$

где  $\sum S_{xi}$  – длина холостого хода при повороте, м;

$n$  – количество поворотов.

В среднем коэффициент рабочих ходов агрегата колеблется в пределах от 0,7 до 0,75. При работе агрегатов на вырубках и склонах этот коэффициент может иметь еще меньшее значение.

### 3.2.5 Расчет производительности машинно-тракторных агрегатов

**Производительность агрегата** – это работа, выполненная агрегатом в единицу времени. В зависимости от единицы времени различают производительность часовую, сменную, сезонную, годовую. Для мобильных лесохозяйственных агрегатов объем выполненной работы чаще всего определяется в единицах площади (га), объема ( $m^3$ ), массы (кг, т).

Сменная производительность агрегатов рассчитывается по формулам:

а) при сплошной обработке почвы:

$$P_{см} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{см} \cdot k_T, \text{ га/смену} \quad (2.9)$$

где 0,1 – переводной коэффициент, дающий размерность производительности в гектарах;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата (с учетом зоны перекрытия 0,2 м), м;

$v_p$  – рабочая скорость движения агрегата, км/ч:

$$v_p = v_T \cdot \epsilon_n, \text{ км/ч} \quad (2.10)$$

где  $v_T$  – теоретическая скорость движения агрегата на установленной для данного вида работ передаче (берётся из технической характеристики трактора), км/ч;

$\epsilon_n$  – коэффициент, характеризующий потери на буксование и извилистость хода, 0,75–0,98;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$k_T$  – коэффициент использования рабочего времени, 0,8–0,95;

б) при полосной обработке почвы:

$$P_{см} = 0,1 \cdot (B_o + B_n) \cdot v_p \cdot T_{см} \cdot k_T, \text{ га/смену} \quad (2.11)$$

где  $B_o$  – ширина обработанной полосы, м;

$B_n$  – ширина необработанной полосы, м;

Сменная производительность **корчевальных агрегатов** определяется по формуле:

$$P_{см} = \frac{60 \cdot T_{см} \cdot k_T}{t \cdot N_{пн}}, \text{ га/смену} \quad (2.12)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$k_T$  – коэффициент использования рабочего времени, 0,8–0,95.  
 $t$  – время, затрачиваемое на корчевание одного пня, 0,5–3 мин;  
 $N_{\text{пн}}$  – среднее количество корчующих пней, шт./га.

### 3.2.6 Определение потребного количества машинно-тракторных агрегатов

Количество рабочих машин, необходимое для выполнения установленного объема работ в определенные агротехнические сроки, зависит от объема этих работ и сроков их выполнения.

Количество машино-смен, необходимых для выполнения данного объема работ, определяется по формуле:

$$N_{\text{мс}} = \frac{Q}{P_{\text{см}}}, \text{ машино-смен} \quad (2.13)$$

где  $Q$  – объём работ, подлежащий выполнению на данной операции, га;

$P_{\text{см}}$  – сменная производительность агрегата, га/смену.

Количество рабочих машин для отдельных операций технологического цикла определяется по формуле:

$$m_{\text{агр}} = \frac{N_{\text{мс}}}{D}, \text{ шт} \quad (2.14)$$

где  $D$  – агротехнический срок выполнения данной работы, дни.

Количество агрегатов, необходимых для выполнения отдельных операций в заданный агротехнический срок, устанавливают по числу машино-смен и календарному графику работ. Для выполнения некоторых операций в сжатые сроки планируют работу в две смены.

### 3.2.7 Показатели использования машинно-тракторного парка

Машинно-тракторный парк предприятия состоит из большого количества различных машин, тракторов, оборудования. В течение года они работают неравномерно. Какое-то время техника находится в ремонте. Для оценки работы машинного парка в целом используется ряд показателей.

**Коэффициент технической готовности тракторного парка** характеризует его исправность и готовность к выполнению работы. Он

определяется отношением:

$$k_{\text{ТГ}} = \frac{n_{\text{и}}}{n_{\text{о}}}, \quad (2.15)$$

или

$$k_{\text{ТГ}} = \frac{n'_{\text{и}}}{n'_{\text{о}}}, \quad (2.16)$$

где  $n_{\text{и}}$  – количество тракторо-дней за период, в течение которого тракторный парк был исправным;

$n_{\text{р}}$  – общее число тракторо-дней, включая дни на проведение технических уходов;

$n'_{\text{и}}$  – количество исправных машин за определенное время (день, месяц, год);

$n'_{\text{о}}$  – общее количество машин, имеющих в хозяйстве.

**Коэффициент технической надежности** представляет собой отношение количества фактически отработанных тракторо-дней к возможному количеству рабочих дней:

$$k_{\text{ТН}} = \frac{n_{\text{ф}}}{n_{\text{ф}} + n_{\text{пр}}}, \quad (2.17)$$

где  $n_{\text{ф}}$  – количество фактически отработанных дней, дни;

$n_{\text{пр}}$  – количество дней простоя из-за технических неисправностей, дни.

**Коэффициент использования машинно-тракторного парка** показывает степень использования тракторов за определенный период времени и определяется отношением суммы фактически отработанных тракторо-дней к сумме календарных дней за данный период времени  $n_{\text{к}}$ :

$$k_{\text{И}} = \frac{n_{\text{ф}}}{n_{\text{к}}}, \quad (2.18)$$

**Выработка на трактор** характеризуется нормой выработки за смену сезон, год (в физических или условных га, м, км). Норма выработки – это количество продукции необходимого качества в тех или иных единицах, которое следует выработать в единицу рабочего времени соответствующим агрегатом, трактором, машиной.

Различают показатели использования времени работы агрегатов: *коэффициент сменности, коэффициент полезного действия времени суток, коэффициент использования календарного времени* и т. д.

**Коэффициент использования суточного времени** представляет собой отношение количества часов работы трактора к суточному вре-

мени (24 ч.), а **коэффициент использования календарного времени** – отношение фактически отработанных дней в году к календарной продолжительности сезона (для условий Беларуси – 180–200 дней).

**Уровень выполнения работы по видам в оптимальные агротехнические сроки** определяют при помощи выражения:

$$U_{вр} = \frac{Q_{ф}}{Q_{п}} \cdot 100, \% \quad (2.19)$$

где  $Q_{ф}$  – фактически выполненный объем работ в оптимальный агротехнический срок (га, м<sup>3</sup> и др.);

$Q_{п}$  – запланированный объем работ на этот же срок (га, м<sup>3</sup> и др.).

**Уровень механизации лесохозяйственных и лесокультурных работ** определяют по формуле:

$$U_{мр} = \frac{Q_{м}}{Q_{п}} \cdot 100, \% \quad (2.20)$$

где  $Q_{м}$  – объем работ, выполненный с применением механизации;

$Q_{п}$  – полный объем работ этого же вида в тех же единицах измерения.

Если  $U_{мр} = 100 \%$ , то все виды работ в хозяйстве выполнены с применением механизации. Он характеризует комплексную механизацию производственного процесса.

Для определения **уровня механизации в целом по хозяйству** необходимо перевести объем работ в условные единицы, разделить объем механизированных на полный объем работ и результат умножить на 100.

Важнейшим показателем использования машин является **себестоимость выполнения одного условного эталонного гектара** или механизированной работы. Себестоимость выполнения работ определяется делением суммы прямых затрат на объем выполненной работы.

В лесохозяйственном производстве заслуживает внимания и такой показатель механизации процессов производства, как **энергоёмкость процесса**, т. е. расход энергии на один гектар обрабатываемой площади в кВт. Определять этот показатель можно по выражению:

$$\mathcal{E}_{п} = \frac{N \cdot T}{П_{см}}, \text{ кВт/га} \quad (2.21)$$

где  $N$  – потребляемая мощность двигателя трактора при выпол-

нении данного процесса, кВт/час;

$T$  – рабочее время, час;

$P_{см}$  – производительность агрегата за смену, га.

Имеются и другие оценки уровня использования машинно-тракторного парка и системы машин. Среди них уровень расхода топлива, показывающий отношение фактического расхода топлива к нормативному, уровень эксплуатационных затрат, характеризующий отношение фактических эксплуатационных затрат к соответствующим плановым и др.

Транспортные работы учитывают массой (тоннами) перевезенного груза или грузооборотом (тонно-километрами). Выражение тонно-километр определяется путем перемножения массы ( $t$ ) перевезенного груза на расстояние перевозки (км).

Эффективность использования техники оценивается также по приживаемости культур, всхожести семян, выходу посадочного материала с единицы площади питомника и т. д.

### **3.3 Техническое обслуживание агрегатов**

3.3.1 Техническое обслуживание лесохозяйственных тракторов и машин

3.3.2 Ремонт и хранение лесохозяйственных машин

3.3.3 Расчет топливно-смазочных материалов

#### **3.3.1 Техническое обслуживание лесохозяйственных тракторов и машин**

Система технического обслуживания и ремонта предусматривает: *техническое обслуживание (ТО)*; *текущий ремонт (ТР)* и *капитальный ремонт (КР)*. Виды и порядок чередования ремонтно-обслуживающих работ устанавливают по каждому типу машин отдельно.

*Техническое обслуживание* – комплекс работ по поддержанию работоспособности или исправности машин при их использовании, хранении и транспортировании. Работы должны быть планово-предупредительными, их выполняют в обязательном порядке на протяжении всего периода эксплуатации машины в соответствии с требованиями технической документации. ТО включает обкаточные, моечные, очистные, контрольные, диагностические, регулировочные, смазочные, заправочные, крепежные и монтажно-демонтажные работы, а также работы по консервации и расконсервации машин и их составных частей.

**Приемка и обкатка машин.** Машины, поступающие в лесхозы, должны иметь пломбы, инструменты, необходимые запасные части,

инструкции завода-изготовителя по эксплуатации. Они должны быть укомплектованы и исправны.

После того как машина принята предприятием, ее подвергают обкатке. Необходимость обкатки машин до нормальной ее эксплуатации вызвана тем, что на заводе-изготовителе она проводится кратковременно (заводская обкатка). На заводе определяют лишь работоспособность машины и проводят первоначальную приработку сопряженных деталей и узлов. Окончательная (эксплуатационная) обкатка проводится в производственных условиях, продолжительность ее зависит от марки двигателя и машины. В это время происходит приработка деталей, что в дальнейшем обеспечивает нормальную работу машин в целом. Несложные лесохозяйственные машины обкатке не подвергаются. Их проверяют перед началом работы и непосредственно в работе.

Обкатка трактора складывается из трех этапов: обкатки двигателя на холостом ходу, обкатки трактора на холостом ходу и обкатки трактора под нагрузкой.

**Периодическое техническое обслуживание** включает следующие виды: ежесменное техническое обслуживание (ЕТО), техническое обслуживание №1 (ТО-1), №2 (ТО-2), №3 (ТО-3), сезонное техническое обслуживание (СТО), периодический технический осмотр, ремонт.

*Ежесменное техническое обслуживание* выполняется в начале или в конце смены непосредственно на месте работы агрегата или на пункте технического обслуживания лесхоза. Оно заключается в проверке крепления нарушенных узлов и деталей, устранении подтеков масла, воды, топлива, электролита, в осмотре состояния трактора, очистке от пыли и грязи. От качества ежесменного технического обслуживания работающих в лесу тракторов во многом зависит продолжительность работы агрегата.

*Техническое обслуживание № 1* включает в себя операции ежесменного технического обслуживания и дополнительные операции по проверке и подтяжке нарушенных креплений, проверке и регулировке механизмов трактора, смазыванию сборочных единиц. Проводится на пункте технического обслуживания.

*Техническое обслуживание № 2* предусматривает ежесменное техническое обслуживание и обслуживание № 1, а также в него входят смена масла и промывка картера, диагностирование технического состояния трактора. Проводится на пункте технического обслуживания лесхоза.

*Техническое обслуживание № 3* содержит все вышеназванные виды технического обслуживания и дополнительные по безразборной проверке технического состояния трактора. Определяется возможность дальнейшей работы, как отдельных узлов, так и всей машины.

Следует заметить, что периодическое техническое обслуживание лесозаготовительной техники и автомобилей проводится по двухномерной системе, а сельскохозяйственной – трехномерной. Дополнительные операции технического обслуживания № 3 сельскохозяйственных тракторов выполняют во время сезонного обслуживания,

*Сезонное техническое обслуживание* проводится два раза в год при подготовке трактора к весенне-летнему и к осенне-зимнему периодам работы. Дополнительно к вышеуказанным видам работ по обслуживанию выполняется замена масла в соответствии с сезоном, изменение плотности электролита в аккумуляторных батареях, промывка системы охлаждения двигателя и ряд других мероприятий по нормализации теплового режима при работе трактора.

Для выполнения технического обслуживания тракторов применяют типовые технологические карты и инструкции по выполнению и организации технического обслуживания, а периодичность, продолжительность и трудоемкость технических уходов за тракторами указаны в справочной литературе.

Периодичность номерных ТО установлена в мото-часах. Отклонения периодичности ТО допускаются в пределах  $\pm 10\%$  от установленной величины. Сезонное обслуживание выполняют одновременно с очередным ТО-2 или ТО-3.

Примерные нормы периодичности ТО и ремонта машин, используемых в лесном хозяйстве, приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Периодичность технических обслуживаний и ремонтов тракторов

Техническое обслуживание и ремонт	Периодичность в мото-часах (для всех марок тракторов)
Ежесменное техническое обслуживание	Ежесменно
ТО-1	60
ТО-2	240
ТО-3	960
Сезонное техническое обслуживание	Один раз перед зимней и один раз перед летней эксплуатацией
Текущий ремонт	1 920
Капитальный ремонт	5 760
<i>Примечание</i> – Периодическое техническое обслуживание № 1 должно быть проведено за трактором по истечении 30 дней после проведения последнего технического обслуживания в случае, когда количество отработанных мото-часов меньше, чем это предусмотрено периодичностью этого технического обслуживания.	

Для запроектированного тракторного парка на сезон работ составляется план-график проведения технического обслуживания. Для каждой марки трактора рассчитывается количество ТО № 1, 2, 3 в течение сезона, устанавливаются сроки их проведения.

Количество ТО за сезон подсчитывается по формуле:

$$n_{\text{ТО}} = \frac{T_{\text{раб}}}{\text{ТО}_i} - \frac{T_{\text{раб}}}{\text{ТО}_{i+1}}, \text{ шт.} \quad (3.1)$$

где  $T_{\text{раб}}$  – сезонная выработка трактора, час;

$\text{ТО}_i$  – периодичность определяемого технического обслуживания, час;

$\text{ТО}_{i+1}$  – периодичность следующего по номеру технического обслуживания, час.

Периодичность технического обслуживания автомобилей устанавливается по пробегу в километрах.

Для большинства автомобилей ТО-1 производят после пробега 2 500 км, ТО-2 – после пробега 12 500 км, сезонное техническое обслуживание (СТО) – два раза в год, а текущий ремонт (ТР) – по потребности. Учитывая тяжелые условия работы автомобильного транспорта в лесном хозяйстве, периодичность технического обслуживания может корректироваться.

**Технический осмотр** проводится один или два раза в год по графику. В результате осмотра устанавливается техническое состояние машины, возможность дальнейшей работы, потребность в ремонте. Перед техническим осмотром проводят очередное техническое обслуживание машин и готовят по ним документацию по использованию и техническому обслуживанию. Технический осмотр проводит комиссия, утвержденная директором предприятия. Осмотр проводят на специализированных постах или при выполнении технического обслуживания или ремонта.

**Для технического обслуживания лесохозяйственных машин, орудий, приспособлений** разработаны технологические карты по каждой марке машины. Техническое обслуживание лесохозяйственных машин подразделяется на *ежесменное, периодическое* (для сложных машин) и *сезонное*.

*Ежесменное* техническое обслуживание проводится одновременно с техническим обслуживанием тракторов, с которыми они агрегатируются, и заключается в наружной очистке от почвенных, растительных и древесных остатков, внешнем осмотре узлов и креплений, устранении обнаруженных неисправностей.

*Периодическое* техническое обслуживание лесохозяйственных ма-

шин проводится через 60 часов работы и состоит из операции ежесменного технического обслуживания и проверки всех наружных креплений, необходимой регулировки механизмов и смазки узлов.

*Послесезонное* техническое обслуживание выполняется после окончания, каждого вида лесохозяйственной работы. При этом производится проверка комплектности машин, замена или ремонт деформированных деталей, разборка, промывка и смазка узлов, покраска деталей на местах с отставшей краской. Машины, прошедшие послесезонное техническое обслуживание, устанавливаются на хранение до следующего рабочего сезона.

### **3.3.2 Ремонт и хранение лесохозяйственных машин**

**Ремонт машин** проводится с целью восстановления работоспособности и устранения неисправностей. Различают *текущий* и *капитальный* ремонт.

*Текущий ремонт* – это ремонт, при котором заменяют поврежденные или износившиеся узлы на исправные. С ним связана разборка агрегатов. Одновременно с заменой и ремонтом сборочных единиц проверяют техническое состояние машины и устраняют неисправности. Текущий ремонт выполняется по потребности в мастерских самого хозяйства.

Наиболее широко в настоящее время распространен агрегатный метод ремонта машин, при котором изношенные детали или узлы заменяются восстановленными или новыми. Этот метод сокращает простои, повышает качество, исключает необходимость капитального ремонта.

*Капитальный ремонт* предусматривает полную разборку машины, замену и ремонт всех изношенных деталей и агрегатов, сборку. После капитального ремонта машину подвергают комплексной проверке и обкатке.

**Хранение лесохозяйственной техники.** Сезонный характер лесохозяйственных работ и узкая специализация машин приводят к тому, что большинство из них работает в году всего несколько дней, а остальное время простаивает. Машины, не работающие в течение долгого времени, необходимо соответствующим образом подготавливать к хранению и правильно хранить. Не защищенные от внешних воздействий металлические детали машин ржавеют, резинотканевые изделия (шланги, ремни, шины) под влиянием осадков, солнечных лучей, мороза растрескиваются, теряют упругость, деформируются, деревянные изделия – коробятся и гниют.

Различают *межсменное* (до 10 дней), *кратковременное* (до двух месяцев) и *длительное* хранение.

На **кратковременное** хранение машины устанавливают полностью укомплектованными, при необходимости детали и узлы подкрашивают, а сопряженные детали смазывают. Размещают машины на подставках с просветом между пневматическими шинами и опорной поверхностью площадки 8–10 см. Стальные колеса должны опираться на подставки.

Лесохозяйственные машины хранят *открытым, закрытым* или *комбинированным* способами.

При *закрытом* способе машины хранят в помещениях (гаражах, сараях), при *открытом* – на открытых площадках, при *комбинированном* – с использованием помещений и открытых площадок.

В настоящее время в лесном хозяйстве преобладает открытый способ хранения машин. Однако преимущественно должны использоваться закрытый или комбинированный способы, чтобы машины не подвергались существенным отрицательным факторам внешней среды. В целях лучшего обеспечения хранения машин на открытых площадках ее оборудуют соответствующим образом. Сама площадка должна находиться на расстоянии не ближе 50 м от жилых и производственных помещений и 150 м от склада нефтепродуктов. Вокруг площадки устраивают водоотводную канаву, строят забор, по периметру высаживают деревья для защиты от ветра и снежных заносов.

Площадка для хранения техники должна быть ровной или с небольшим уклоном (до 2°) и желательно прямоугольной формы. Поверхность площадки покрывают бетоном, асфальтом или другим материалом, обеспечивающим твердое покрытие. В местах хранения техники должно быть противопожарное оборудование.

На **длительное** хранение машины устанавливают полностью укомплектованными, тщательно вымытыми, очищенными от следов ржавчины, окрашенными и покрытыми смазкой. Составные части машин (цепи, приводные ремни, высаживающие аппараты, шланги, семяпроводы и другие узлы и детали) хранят на складе.

Машины на хранение устанавливают таким образом, чтобы их можно было весной навесить на трактор. Рабочие органы плугов и культиваторов опускают на подставки. Режущие кромки рабочих органов лесохозяйственных машин, заделывающие органы сеялок и лесопосадочных машин опускают в рабочее положение на подставки. Крышки ящиков сеялок и банок туковысевающих аппаратов плотно закрывают и закрепляют проволокой.

Балластные ящики борон, луцильников и кольчатых катков освобождают от балласта, а из водоналивных катков сливают воду.

*Энергетические* и *транспортные* средства хранят в закрытых помещениях. Если же трактор хранят на открытой площадке, с него

снимают аккумуляторные батареи, генератор, стартер, фары, шланги, ремни. Наружные поверхности распылителей форсунок смазывают маслом и надевают на них колпачки. На штуцеры топливного насоса также навинчивают защитные колпачки, а в головки цилиндров ввинчивают нерабочие форсунки, двигатель трактора герметизируют. Сдача машин на длительное хранение оформляется актом, в котором указывается техническое состояние и комплектность.

Машины, установленные на длительное хранение, не реже двух раз в год проверяются. Контролируется давление в шинах, комплектность, состояние противокоррозийных покрытий. Давление в шинах должно быть в пределах 70–80 % от номинального. У аккумуляторных батарей ежемесячно проверяют уровень и плотность электролита. После хранения машины снимают с подставок и приводят в работоспособное состояние.

### 3.3.3 Расчет топливно-смазочных материалов

Экономичность МТА в значительной степени определяется расходом топлива на единицу площади (гектар). Затраты на топливо составляют около 25 % всех эксплуатационных расходов.

Расход топлива изменяется в зависимости от нагрузки двигателя, тягового и скоростного режима работы агрегата.

При расчёте топлива учитываются три основных режима работы трактора: рабочий ход, холостое движение агрегата, когда машина находится в транспортном положении и работа двигателя на холостом ходу во время остановки.

В хозяйстве для каждой марки трактора рассчитывается сменный расход топлива по формуле:

$$Q_{см} = q_p \cdot t_p + q_x \cdot t_x + q_o \cdot t_o, \text{ кг/смену} \quad (3.2)$$

где  $q_p$ ,  $q_x$ ,  $q_o$  – расход топлива при рабочем режиме, при холостых переездах и на остановках, кг/час;

$t_p$ ,  $t_x$ ,  $t_o$  – время работы двигателя в течение смены на соответствующих режимах, час:  $t_p$  – 80 % от  $T_{см}$ ;  $t_x$  – 15 % от  $T_{см}$ ;  $t_o$  – 5 % от  $T_{см}$ .

По видам работ рассчитывается расход топлива на один гектар:

$$Q_{га} = \frac{Q_{см}}{П_{см}}, \text{ кг/га}, \quad (3.3)$$

где  $П_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/смену.

Необходимое количество смазочных масел и пускового топлива рассчитывается в процентном отношении к основному топливу.

# Лабораторная работа 1

## Устройство кривошипно-шатунного механизма

*Цель:* Изучение назначения, строения и конструктивных особенностей деталей кривошипно-шатунного механизма.

*Материалы и оборудование:* блок цилиндров, головка блока цилиндров, картер двигателя, поршни с кольцами и пальцами, шатуны, коленчатый вал, маховик, учебные плакаты. Для проведения замеров применяются измерительный инструмент (линейка, транспортир, штангенциркуль), комплект гаечных ключей и инструментов.

### Основные понятия по теме

#### Назначение и общее устройство кривошипно-шатунного механизма

*Кривошипно-шатунный механизм* служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршней, воспринимающих силу давления газов, во вращательное движение коленчатого вала.

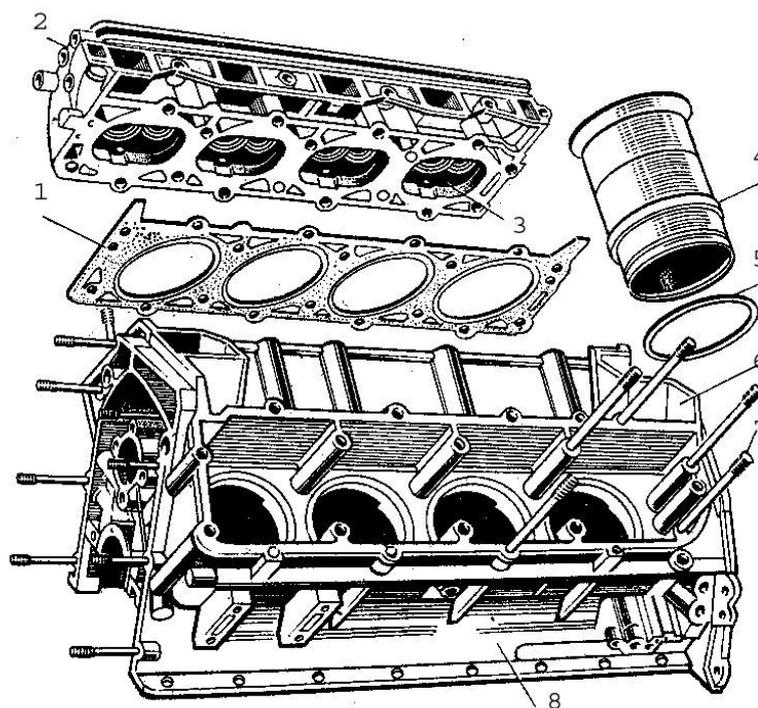
В состав механизма входят две группы деталей: неподвижных и подвижных.

К неподвижным деталям относятся блок цилиндров, головка блока цилиндров, картер двигателя; к подвижным – поршни с кольцами и пальцами, шатуны, коленчатый вал и маховик.

*Картер 8* служит остовом, на котором крепятся и в котором устанавливаются отдельные детали и механизмы двигателя (рисунок 1.1).

Группа цилиндров, выполненная в общей отливке, называется *блоком цилиндров*. В блоке цилиндров 6 V-образного двигателя имеются гнезда, в которые запрессовываются сменные гильзы 4.

Картер может быть выполнен за одно целое с блоком цилиндров. В этом случае, общая отливка блока цилиндров 6 с картером 8 называется *блок-картером*. К нижней части блок-картера крепится болтами штампованный из стали или реже литой *поддон картера*, который является резервуаром для масла. Для уплотнения между ними устанавливается прокладка. В нижней части поддона имеется отверстие с пробкой для слива масла. Пробка современных двигателей снабжается магнитом для улавливания металлических частиц, попавших в масло в результате износа деталей. В поддоне картера имеются перегородки, предотвращающие быстрое стекание масла в одну сторону при движении по пересеченной местности.



1 – прокладка; 2 – головка блока цилиндра; 3 – камера сгорания;  
4 – гильзы; 5 – кольца; 6 – блок цилиндров; 7 – шпильки; 8 – картер

Рисунок 1.1 – Неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма V-образного двигателя

В передней, задней и в средней стенках нижней части блок-картера размещаются коренные подшипники коленчатого вала. Параллельно оси коренных подшипников коленчатого вала в отверстиях блок-картера расположены подшипники распределительного вала. В картере сделаны каналы, через которые осуществляется подвод смазки. Плоскость разъема картера у некоторых карбюраторных двигателей (ЗИЛ-130, ГАЗ-53А) и, как правило, в дизельных двигателях располагают ниже оси коленчатого вала, что повышает жесткость картера. К передней части блока цилиндров крепится крышка распределительных шестерен. К задней части блока присоединен картер маховика. На верхней фрезерованной части блока 6 шпильками 7 и гайками укрепляют головку блока цилиндров 2. С целью уплотнения от прорыва газов между головкой и блоком ставится сталеасбестовая прокладка 1.

Цилиндр соединяется с головкой 2, в которой размещается камера сгорания 3. Вокруг цилиндра имеется охлаждающее устройство (рубашка охлаждения или охлаждающие ребра).

Цилиндры современных двигателей с жидкостным охлаждением обычно отливаются в общем блоке вместе с верхней частью картера из легированного чугуна или из алюминиевого сплава. Внутренняя

рабочая поверхность цилиндров тщательно обрабатывается. Цилиндры двигателей имеют двойные стенки для создания пространства, образующего рубашку охлаждения.

Для повышения износостойкости стенок цилиндров и упрощения отливки, а также ремонта и сборки в некоторых двигателях в цилиндры запрессовывают вставные *сменные гильзы 4* из легированного чугуна.

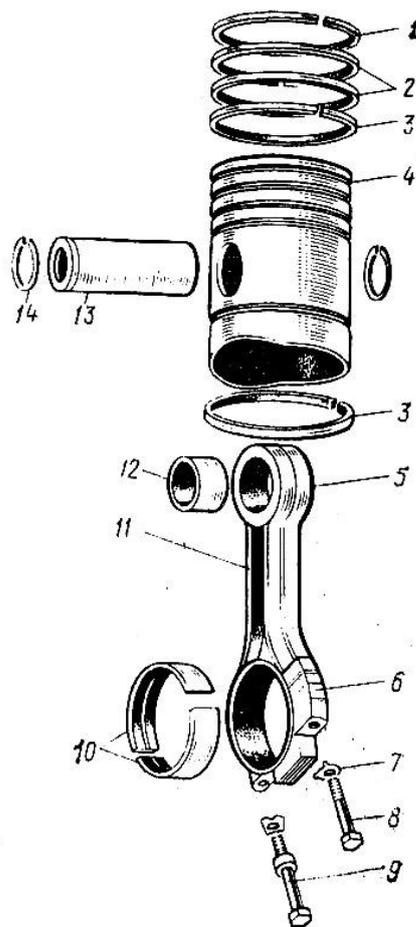
*Головка блока цилиндров 2* изготавливается в большинстве случаев из алюминиевого сплава или легированного чугуна высокой прочности. Головка из алюминиевого сплава улучшает отвод тепла и позволяет повысить степень сжатия на 0,2—0,3 ед. Она имеет рубашку охлаждения у двигателей с жидкостным охлаждением и оребренную поверхность у двигателей воздушного охлаждения. В головке над цилиндрами выполнены углубления, образующие камеры сгорания. При верхнем расположении клапанов в головке расположены гнезда клапанов и отлиты впускные и выпускные каналы. В головке имеется отверстие для ввертывания свечи зажигания или форсунки.

*Поршень 4* (рисунок 1.2) служит для восприятия давления газов при такте расширения и передачи его через поршневой палец *13* и шатун *11* на коленчатый вал, а также обеспечивает выполнение вспомогательных тактов цикла – впуска, сжатия и выпуска.

Поршень работает в весьма тяжелых условиях. На него действуют силы от давления газов и инерционные силы, он подвергается также действию высоких температур. В соответствии с условиями работы материал поршня должен обладать прочностью и износостойкостью, быть легким, хорошо отводить тепло. Этим требованиям удовлетворяют алюминиевые сплавы.

Преимуществами поршней, изготовленных из алюминиевого сплава, по сравнению с чугунными, являются меньшая масса (примерно в 2,5 раза), более высокая (в 3—4 раза) теплопроводность, малая (на 30 % меньше) теплопередача от газов к поршню. В связи с этим их температура ниже, чем поршней, выполненных из чугуна.

*Поршень 4* состоит из головки с днищем и канавок для поршневых колец, направляющей части и бобышек.



1, 2 – компрессионные кольца; 3 – маслосъемные кольца;  
 4 – поршень; 5 – верхняя головка шатуна; 6 – нижняя головка  
 шатуна; 7 – стопорная шайба; 8, 9 – шатунные болты;  
 10 – вкладыши; 11 – стержень шатуна; 12 – втулка;  
 13 – поршневой палец; 14 – стопорное кольцо

Рисунок 1.2 – Поршень и шатун

Головка поршня имеет утолщенные боковые стенки для размещения канавок поршневых колец. Верхние канавки служат для установки компрессионных колец, нижние – для маслосъемных. В поясе канавок для маслосъемных колец сверлят ряд сквозных отверстий для отвода масла, снимаемого со стенок цилиндра. Количество поршневых колец зависит от давления газов в цилиндре двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Обычно на поршнях карбюраторных двигателей устанавливают 2—4 кольца, а на поршнях дизельных двигателей 3—5 колец.

*Поршневые кольца* бывают двух типов: компрессионные 1,2 и маслосъемные 3.

*Компрессионные кольца 1,2* служат для предотвращения прорыва газов из цилиндра в картер двигателя и проникновения масла в камеру сгорания, а также для отвода тепла.

*Маслосъемные кольца 3* предназначены для снятия излишнего масла со стенок цилиндра.

Основное требование, предъявляемое к кольцам, – плотное прилегание к стенкам цилиндра и к стенкам канавок в поршне.

*Поршневой палец 13* служит для шарнирного соединения поршня с шатуном и передачи усилий, возникающих между ними. Палец должен быть прочным, жестким, износоустойчивым и легким.

*Шатун 4* служит для соединении поршня с коленчатым валом и передает коленчатому валу усилия, действующие на поршень при расширении газов.

Шатун состоит из стержня *11* и двух головок – верхней *5*, соединяемой с поршневым пальцем *13* и нижней *6*, соединяемой с коленчатым валом.

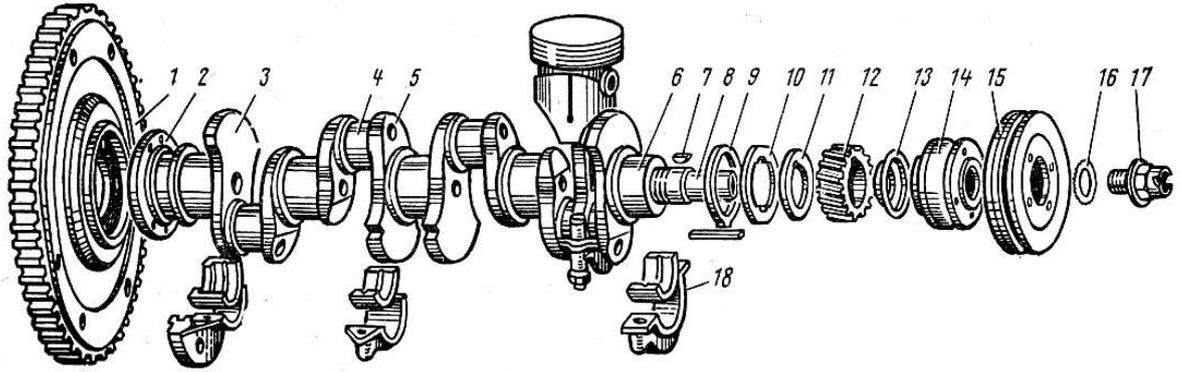
Нижняя головка *6* шатуна для удобства соединения с шейкой коленчатого вала делается разъемной и соединяется болтами *8* и *9*.

В нижней головке шатуна расположен подшипник скольжения, представляющий собой тонкостенные вкладыши *10*, изготовленные из стальной ленты толщиной 1—3 мм, внутренняя поверхность которой для уменьшения трения и износа шеек коленчатого вала покрыта тонким (0,15—0,5 мм) слоем антифрикционного сплава – баббитом, свинцовистой бронзой и др.

### **Назначение и устройство коленчатого вала и маховика**

*Коленчатый вал* воспринимает усилия, передаваемые от поршней шатунами, и преобразует их в крутящий момент, который затем передается на трансмиссию. Кроме того, коленчатый вал приводит в движение различные механизмы, агрегаты и приборы двигателя.

Коленчатый вал автотракторных двигателей (рисунок 1.3) состоит из коренных *6* и шатунных *4* шеек; щек *5* с противовесами *3*, соединяющих коренные и шатунные шейки; передней части вала *8*, называемой носком, на которой посредством шпонки *7* крепится шестерня *12* привода распределительного вала, маслоотражатель *13*, шкив привода вентилятора *15* со ступицей *14* и храповик *17* с шайбой *16*; задней части вала *2*, обычно имеющей форму фланца, на котором установлен маховик *1*. На коленчатом валу предусмотрены сверления в шейках для подвода и очистки масла, шпоночные канавки на носке вала и расточка со стороны фланца для установки подшипника первичного вала коробки передач.



1 – маховик; 2 – задняя часть вала; 3 – противовесы; 4 – шатунные шейки; 5 – щеки; 6 – коренные шейки; 7 – шпонка; 8 – передняя часть вала; 9, 10 – сталебаббитовые кольца; 11 – упорная шайба; 12 – шестерня привода распределительного вала; 13 – маслоотражатель; 14 – ступица; 15 – шкив привода вентилятора; 16 – шайба; 17 – храповик; 18 – съемная крышка

Рисунок 1.3 – Коленчатый вал и маховик

Противовесы 3 разгружают коренные подшипники от действия центробежных сил и выполняются либо за одно целое со щеками вала, либо крепятся к ним болтами. Для снятия возможных напряжений переход от каждой шейки к щекам вала выполняется плавно.

Число опор (коренных шеек) коленчатого вала различно в разных конструкциях. Вал называется полноопорным, если число коренных шеек на единицу больше числа шатунных.

Форма коленчатого вала зависит от числа и расположения цилиндров двигателя, принятой равномерности чередования вспышек и желаемой уравновешенности двигателя, числа коренных шеек.

Передний и задний концы коленчатого вала в месте их выхода из картера должны быть надежно уплотнены от вытекания смазки. Для этого применяются маслосгонная резьба и специальные сальники.

Маховик 1 служит для обеспечения равномерного вращения коленчатого вала, вывода деталей кривошипного механизма из мертвых точек, накопления во время такта расширения кинетической энергии, необходимой для вращения коленчатого вала в период между вспышками в отдельных цилиндрах, облегчения пуска двигателя и плавного трогания с места.

Маховик представляет собой массивный чугунный диск, тщательно сбалансированный, на обод которого напрессован зубчатый венец,

при помощи которого производится запуск двигателя от стартера. На маховике также монтируется механизм сцепления.

Размеры маховика зависят от числа цилиндров. Чем больше число цилиндров у двигателя, тем равномернее следует чередование тактов расширения и тем меньших размеров (меньшей массы) требуется маховик.

### **Ход работы**

1 Изучить назначение и общее устройство кривошипно-шатунного механизма и произвести измерения его основных параметров.

2 Изучить назначение и устройство неподвижных деталей кривошипно-шатунного механизма.

3 Зарисовать блок цилиндров и картер двигателя.

4 Изучить назначение и устройство деталей шатунно-поршневой группы.

5 Зарисовать поршень с кольцами и пальцами, шатун.

6 Изучить назначение и устройство коленчатого вала и маховика.

7 Зарисовать коленчатый вал и маховик.

### **Вопросы для самоконтроля**

1 Перечислите подвижные и неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма.

2 Каково назначение и устройство блока цилиндров и головки блока цилиндров?

3 Каково назначение и устройство деталей шатунно-поршневой группы?

4 Каково назначение и устройство коленчатого вала и маховика?

### **Литература**

1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 176—183.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 216—232.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 24—35.

## Лабораторная работа 2

### Устройство газораспределительного механизма

*Цель:* Изучение назначения, строения и конструктивных особенностей деталей газораспределительного механизма.

*Материалы и оборудование:* впускные и выпускные клапана, коромысло, распределительный вал, учебные плакаты.

#### Основные понятия по теме

#### Классификация механизмов газораспределения

**Механизм газораспределения** служит для обеспечения своевременного впуска в цилиндры двигателя горючей смеси или воздуха и выпуска из цилиндров отработавших газов. Газораспределительные механизмы бывают оконные (бесклапанные), клапанные, золотниковые и смешанные.

Наибольшее распространение в четырехтактных двигателях получил клапанный механизм (рисунок 2.1) как наиболее простой, надежный, долговечный и обеспечивающий достаточно хорошее наполнение и очистку цилиндров. Впускные и выпускные отверстия цилиндров открываются и закрываются клапанами, управляемыми специальным механизмом.

В зависимости от расположения клапанов относительно цилиндра различают верхнеклапанные механизмы с расположением клапанов в головке цилиндров, нижнеклапанные с расположением клапанов в блоке цилиндров и комбинированные с расположением впускных клапанов в головке, а выпускных – в блоке цилиндров.

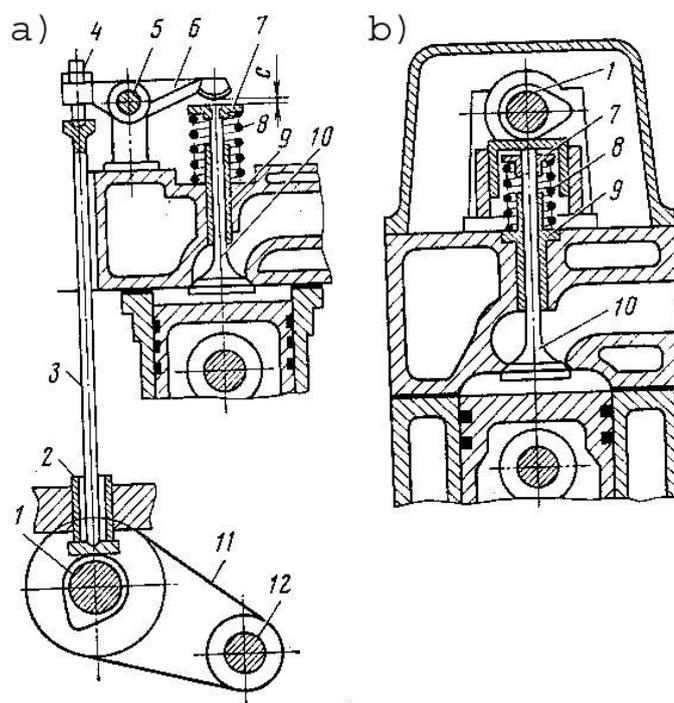
подавляющее большинство современных двигателей имеет верхнеклапанные механизмы газораспределения, которые обеспечивают лучшее наполнение и очистку цилиндров, допускают более высокую степень сжатия (так как камера сгорания имеет наиболее рациональную форму), уменьшают потери тепла и повышают экономичность двигателя.

#### Детали клапанного механизма газораспределения

*Клапаны* служат для периодического открытия и закрытия отверстий, сообщающих впускной или выпускной трубопровод с цилиндром (рисунок 2.1).

Клапан *10* состоит из головки и стержня. Плавный переход от головки к стержню увеличивает прочность клапана, улучшает отвод тепла и уменьшает сопротивление потоку газа.

Форма головки клапана может быть плоской, выпуклой и тюльпанообразной. При этом головке необходимо обеспечить хорошую сопротивляемость деформации, так как температура выпускных клапанов достигает 600—850 °С, а впускных – 300—400 °С. Головка имеет уплотняющую конусную поверхность (фаску), которая обеспечивает центровку клапана при его посадке в седло. Фаска клапана выполняется под углом 30° или 45°.



- 1* – распределительный вал; *2* – толкатель; *3* – штанга;  
*4* – регулировочный болт; *5* – ось; *6* – коромысло; *7* – шайба;  
*8* – пружина; *9* – направляющая втулка; *10* – клапан;  
*11* – шестеренчатая или цепная передача; *12* – коленчатый вал

Рисунок 2.1 – Схемы механизмов газораспределения

*Седло клапана* у большинства двигателей выполнено непосредственно в головке цилиндров.

*Направляющие втулки клапанов 9* обеспечивают точную посадку клапанов в седла. Они запрессовываются в головку цилиндров.

*Клапанные пружины 8* служат для закрытия клапанов и плотной посадки их в седла, а также воспринимают инерционные усилия, возникающие при работе механизма газораспределения.

Пружина клапана закрепляется на конце стержня клапана чаще

всего посредством двух конических сухариков, для которых на стержне сделана выточка.

Для устранения подсоса масла в цилиндр двигателя через зазор между стержнем клапана и втулкой на стержне клапана помещают колпачок из маслостойкой резины.

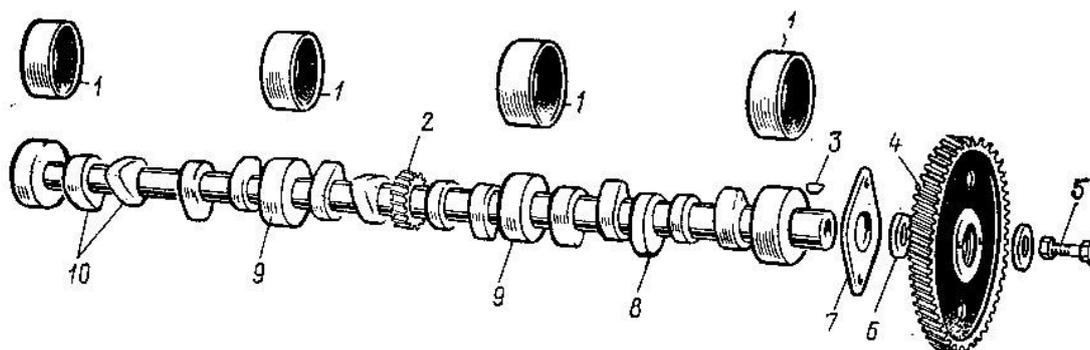
*Толкатели 2* служат для передачи усилия от кулачков распределительного вала к стержням клапанов.

*Направляющими толкателей* чаще всего служат отверстия, расточенные непосредственно в блоке цилиндров.

*Штанги 3* служат для передачи усилия от толкателей к коромыслам при верхнем расположении клапанов.

*Коромысло 6* служит для передачи усилия от штанги к клапану. Коромысло – это стальной двуплечий рычаг. На коротком его плече имеется отверстие с резьбой, в которое ввертывают винт 4 фиксируемый гайкой. На конце длинного плеча коромысла имеется утолщение (боек), контактирующее с клапаном.

**Распределительный вал** служит для своевременного открытия и закрытия клапанов. Вал имеет опорные шейки 9 (рисунок 2.2), впускные и выпускные кулачки 10, эксцентрик 8 для привода топливного насоса и шестерню 2 привода масляного насоса и распределителя зажигания. Спереди с помощью шпонки 3 и болта 5 на валу укреплен шестерня 4 привода распределительного вала. Распределительный вал вращается в подшипниках 1.



1 – подшипник; 2 – шестерня для привода масляного насоса; 3 – шпонка; 4 – шестерня привода распределительного вала; 5 – болт; 6 – распорное кольцо; 7 – упорный фланец; 8 – эксцентрик привода топливного насоса; 9 – опорные шейки; 10 – впускные и выпускные кулачки

Рисунок 2.2 – Распределительный вал

Количество кулачков на распределительном валу соответствует удвоенному числу цилиндров двигателя. Кулачки расположены на

нем в определенном порядке под разными углами в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала посредством *шестерен, зубчатых ремней* или *бесшумной цепи*.

### **Работа клапанного механизма**

При верхнем расположении клапаны *10* (рисунок 2.1, а) с пружинами *8* и шайбами *7* установлены в направляющих втулках *9* в головке цилиндров, в которой также отлиты впускные и выпускные каналы. В этом механизме для передачи усилия от толкателя *2* к клапану *10* имеются штанга *3* и коромысло *6*, установленное на оси *5*. При работе механизма коленчатый вал *12* с помощью шестеренчатой, ременной или цепной передачи *11* приводит во вращение распределительный вал *1*. При повороте распределительного вала его кулачки поднимают толкатели *2* и штанги *3*, которые упираются верхним концом в регулировочные болты *4* коромысел *6*. Коромысла, установленные на осях *5*, поворачиваются и, сжимая пружины *8*, открывают отверстия каналов в головке цилиндров. Когда кулачок отойдет от толкателя *2*, пружина *8* плотно посадит клапан *10* в седло клапана.

В некоторых двигателях толкатель и штанга толкателя отсутствуют, а коромысла непосредственно управляются кулачками распределительного вала. При этом распределительный вал *1* (рисунок 2.1, б) устанавливается в головке блока. Такая конструкция уменьшает число деталей механизма, упрощает его работу и повышает надежность.

В течение одного рабочего цикла четырехтактного двигателя происходит одно открытие впускного и выпускного клапанов. Для этого распределительный вал за цикл должен сделать один оборот, а коленчатый – два.

Для обеспечения плотного закрытия клапана между клапаном *10* и коромыслом *6* (рисунок 2.1, а) предусматривают зазор. Величина зазора зависит от удлинения при нагревании стержня клапана, толкателя, штанги и других деталей и находится в пределах 0,13—0,45 мм для впускных и выпускных клапанов. Длительная работа двигателя при отсутствии зазора приводит к обгоранию фасок клапана, прорыву газов, деформации стержня клапана.

### **Ход работы**

1 Изучить классификацию механизмов газораспределения.

2 Изучить назначение и устройство деталей клапанного механизма газораспределения.

3 Зарисовать основные детали клапанного механизма.

4 Изучить работу клапанного механизма.

### **Вопросы для самоконтроля**

1 Какие бывают виды газораспределительных механизмов клапанного типа в зависимости от расположения клапанов?

2 Каково назначение деталей клапанного механизма?

3 Каково устройство клапанного механизма с верхним расположением клапанов?

4 Каково назначение и устройство распределительного вала?

5 Каков порядок работы газораспределительного механизма?

### **Литература**

1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 184—188.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 232—239.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 35—45.

## Лабораторная работа 3

### Устройство системы охлаждения

*Цель:* Изучение конструкции узлов и деталей системы водяного охлаждения. Их взаимодействие во время работы.

*Материалы и оборудование:* рубашка охлаждения блока и головки блока цилиндров, радиатор, соединительные патрубки, водяной центробежный насос, вентилятор, термостат, набор гаечных ключей, учебные плакаты.

### Основные понятия по теме

#### Назначение и общее устройство системы жидкостного охлаждения

**Система охлаждения** предназначена для принудительного отвода тепла от деталей двигателя и поддержания нормального теплового режима его работы.

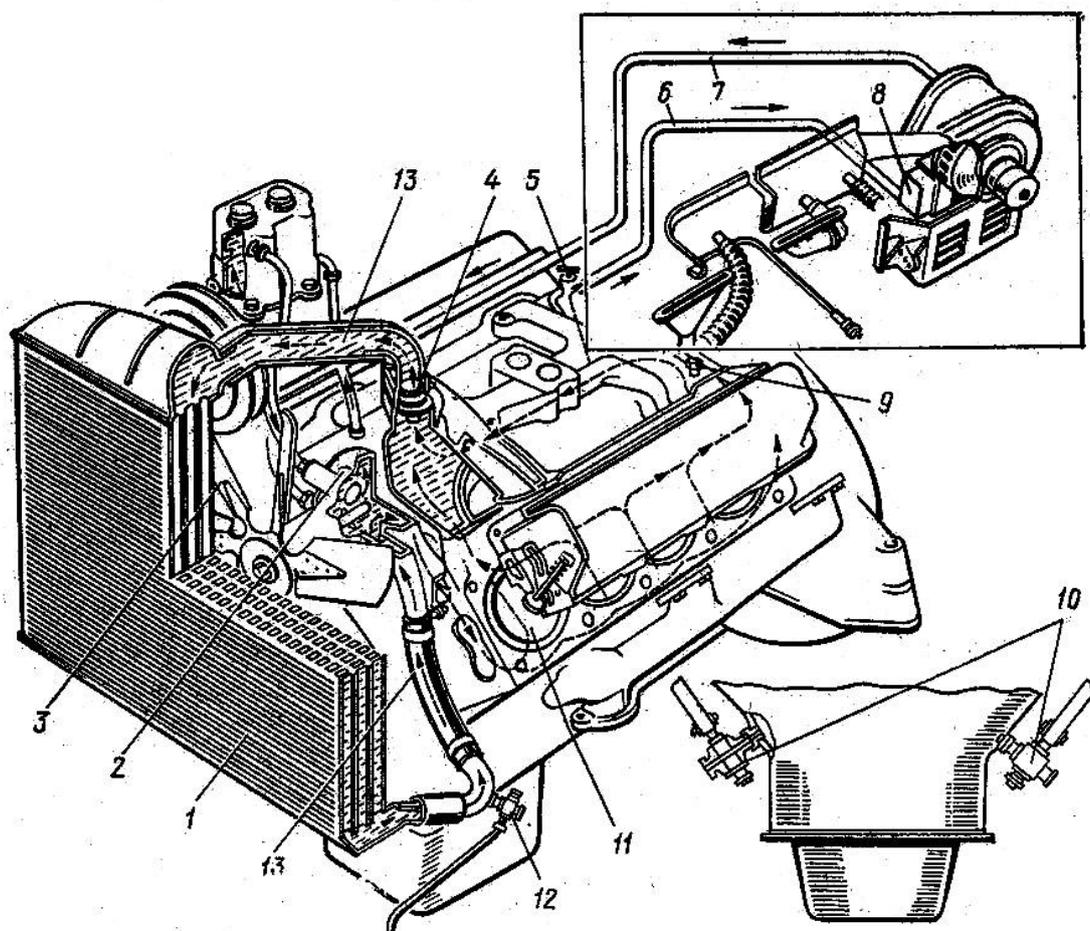
Принципиальная схема принудительных систем охлаждения современных двигателей одинакова. В качестве примера рассмотрим устройство системы охлаждения двигателя ЗИЛ-130 (рисунок 3.1).

Двигатель ЗИЛ-130 имеет закрытую систему охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости. Система состоит из охлаждающей рубашки 11 блока и головки цилиндров, радиатора 1, соединительных патрубков 13, водяного центробежного насоса 2, вентилятора 3, термостата 4, сливных краников 10 рубашки блока цилиндров и сливного крана 12 радиатора. На рисунке показан включенный в систему охлаждения отопитель кабины 8 и обогреватель ветрового стекла. Подвод жидкости к отопителю производится по трубопроводу 6, отвод – по трубопроводу 7 при открытом положении крана 5.

*Рубашка охлаждения 11* – пространство между двойными стенками блока и головки блока цилиндров или между стенками блока и мокрыми гильзами.

Для обеспечения равномерного охлаждения всех цилиндров жидкость в рубашку охлаждения поступает по распределительной трубе, идущей вдоль верхней части блока цилиндров. В трубе имеются отверстия для подачи жидкости, в первую очередь к наиболее нагретым частям двигателя.

*Радиатор 1* служит для охлаждения жидкости, поступающей из рубашки охлаждения.



1 – радиатор; 2 – водяной насос; 3 – вентилятор; 4 – термостат;  
 5 – кран; 6,7 – трубопроводы; 8 – отопитель кабины; 9 – датчик;  
 10 – сливные краны рубашки охлаждения блока цилиндров;  
 11 – рубашка охлаждения блока и головки цилиндров; 12 – сливной  
 кран радиатора; 13 – соединительные патрубки  
 Рисунок 3.1 – Система охлаждения двигателя

*Водяной насос 2* служит для осуществления принудительной циркуляции охлаждающей жидкости. На двигателях с принудительным охлаждением устанавливаются центробежные насосы большой производительности, создающие давление на линии нагнетания от 0,05 до 0,2 МПа. У большинства моделей двигателей водяной насос установлен на одном валу с вентилятором и приводится в действие от коленчатого вала клиноременной передачей.

*Вентилятор 3* служит для создания воздушного потока, который охлаждает жидкость в радиаторе и поверхность двигателя. Вентиляторы выполняются совместно с водяным насосом или отдельно от него.

*Термостат 4* служит для автоматического регулирования температуры жидкости в системе охлаждения путем изменения интенсивности ее циркуляции через радиатор и ускорения прогрева двигателя после пуска.

При температуре охлаждающей жидкости ниже 70 °С она по перепускному каналу поступает обратно к водяному насосу, минуя радиатор, благодаря чему достигается быстрый прогрев двигателя.

При повышении температуры жидкости свыше 70 °С термостат «открывается» и охлаждающая жидкость циркулирует через радиатор.

Слив жидкости из системы охлаждения производится при снятой пробке радиатора через *сливные краники* на радиаторе и на блоке. Элементы жидкостной системы охлаждения соединяются при помощи *стальных труб, чугунных патрубков и прорезиненных гибких шлангов* с хомутиками. Такое соединение допускает относительное смещение двигателя и радиатора.

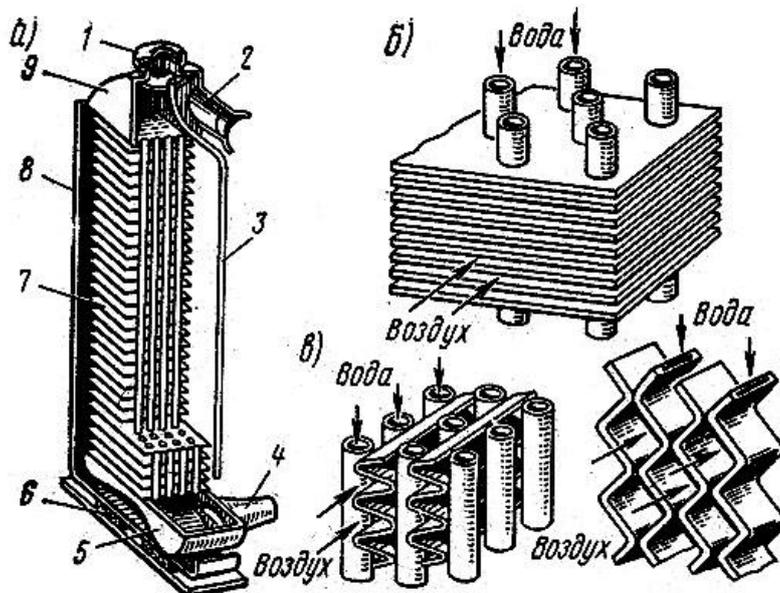
*Конденсационный (расширительный) бачок* компенсирует изменение объема жидкости при ее нагревании, способствует удалению из охлаждающей жидкости воздуха и конденсации пара, поступающего в него из системы охлаждения.

Расширительный бачок соединяется перепускной трубкой с верхним бачком радиатора. При кипении охлаждающей жидкости пар по трубке поступает в расширительный бачок и конденсируется при перемешивании с жидкостью, находящейся в бачке. С понижением температуры в бачке создается разрежение. При этом открывается впускной клапан пробки и воздух поступает внутрь бачка, а охлаждающая жидкость из расширительного бачка пополняет систему. Благодаря наличию бачка в радиаторе поддерживается необходимый уровень жидкости.

Контроль за температурой в системе охлаждения осуществляют по показаниям *электрических указателей температуры воды*, а также *аварийными сигнализаторами*.

### **Устройство радиатора**

*Радиатор* состоит из верхнего 9 и нижнего 5 резервуаров (бачков) и сердцевины 7, в которой и происходит охлаждение жидкости (рисунок 3.2, а). В бачках имеются патрубки 4 и 2, соединяемые с патрубками двигателя. В верхнем бачке 9 имеется горловина 1 (через которую заливается жидкость), закрываемая пробкой. Внутри бачка или в горловину впаяна пароотводная трубка 3, которая отводит пар из системы в случае закипания жидкости, предотвращая увеличение давления в системе. В нижнем бачке 5 или в патрубке 4 монтируется краник для слива жидкости из радиатора.



1 – горловина; 2, 4 – патрубки; 3 – паротводная трубка;  
 5 – нижний резервуар; 6 – резиновые подушки; 7 – сердцевина;  
 8 – рамка; 9 – верхний резервуар

Рисунок 3.2 – Радиатор системы охлаждения

Сердцевины радиаторов бывают трубчато-пластинчатые, трубчато-ленточные и пластинчатые (рисунок 3.2, б, в, г). Для придания радиатору большей прочности с обеих сторон сердцевины припаяны жесткие боковины. Радиатор вмонтирован в рамку 8 (рисунок 3.2, а), которая крепится к поперечным рамам на резиновых подушках или на пружинах, которые обеспечивают мягкость и эластичность крепления.

Патрубки бачков радиатора соединены с патрубками двигателя гибкими шлангами, которые закреплены на патрубках стяжными хомутами.

Заливная горловина 1 радиатора закрывается специальной пробкой, имеющей паровой и воздушный клапаны. Паротводная трубка 3 впаяна сбоку в горловину над клапанами пробки. В случае возникновения разрежения, равного 0,002—0,01 МПа, воздушный клапан открывается и впускает в верхний бачок 9 воздух из атмосферы. Паровой клапан открывается и выпускает пар из верхнего бачка в атмосферу через паротводную трубку при повышении избыточного давления в нем до 0,03 МПа. Пробка с паровоздушным клапаном унифицирована для большинства грузовых автомобилей и тракторов.

Для регулирования интенсивности обдува радиатора встречным потоком воздуха служат жалюзи или шторки радиатора. Они состоят из отдельных пластин-створок, укрепленных шарнирно впереди радиатора. С помощью тяги и системы рычагов пластины поворачиваются вокруг своей оси на угол до 90°.

## **Работа жидкостной системы охлаждения**

При работе двигателя водяной насос 2 (рисунок 3.1) создает циркуляцию жидкости через охлаждающую рубашку 11, патрубки 13 и радиатор 1. Проходя по рубашке блока и головки цилиндров, охлаждающая жидкость омывает стенки цилиндров, камеры сгорания и другие детали. Нагретая жидкость по патрубку 13 поступает в верхнюю часть радиатора 1 и далее по большому количеству трубок из верхней части радиатора в нижнюю, отдавая при этом тепло потоку воздуха. Охлажденная жидкость из нижней бачка радиатора вновь поступает в рубашку двигателя. Систему рассчитывают так, чтобы при прохождении через радиатор 1 температура жидкости снизилась на 6—10 °С. Термостат 4, установленный в верхнем водяном патрубке, автоматически меняет интенсивность циркуляции жидкости через радиатор, поддерживая ее оптимальную температуру. Поступление воздуха к радиатору можно регулировать с помощью жалюзи – шторок перед радиатором, открываемых в зависимости от теплового режима двигателя вручную или автоматически.

Вместимость системы охлаждения автотракторных двигателей определяется типом двигателя и находится в пределах 7,5—50 л.

### **Ход работы**

1 Изучить назначение и общее устройство системы жидкостного охлаждения.

2 Изучить назначение узлов и деталей системы водяного охлаждения.

3 Зарисовать основные детали системы водяного охлаждения.

4 Изучить устройство радиатора.

5 Ознакомиться с работой жидкостной системы охлаждения.

### **Вопросы для самоконтроля**

1 Каково назначение деталей и узлов системы охлаждения?

2 Что охватывает в себя работа системы охлаждения?

3 Каково устройство и работа радиатора?

### **Литература**

1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 189—194.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 275—285.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 45—52, 82—94.

# Лабораторная работа 4

## Устройство системы смазки

*Цель:* Изучение конструкции узлов и деталей системы смазки двигателей. Их взаимодействие во время работы. Изучение путей циркуляции масла в системе смазки.

*Материалы и оборудование:* фильтры грубой и тонкой очистки, масляной насос, масляной радиатор, набор гаечных ключей, учебные плакаты.

### Основные понятия по теме

#### Назначение узлов и деталей системы смазки

**Система смазки** двигателя служит для подачи масла к трущимся поверхностям с целью уменьшения трения, удаления продуктов износа и охлаждения трущихся деталей, повышения их износостойкости.

В зависимости от способа подвода масла к трущимся поверхностям различают три системы смазки – *разбрызгиванием, под давлением и комбинированную*. В настоящее время на большинстве автотракторных двигателей применяется комбинированная система смазки, при которой часть деталей смазывается маслом под давлением, а часть – разбрызгиваемым маслом и самотеком.

**Масляный насос** служит для подачи масла под давлением к трущимся деталям, приборам очистки и охлаждения масла.

**Масляные фильтры** служат для очистки циркулирующего в системе смазки масла от примесей (частиц износа, смол, абразивных частиц и пр.), ускоряющих износ деталей двигателей. В зависимости от требуемого качества очистки масла различают следующие типы фильтров.

*Сетчатые фильтры маслоприемников* устанавливаются перед входом масла в насос. Эти фильтры не пропускают в масляный насос крупные механические примеси, что предохраняет насос от повышенного износа или поломки. Часто металлические частицы (продукты износа) улавливают при помощи магнита, устанавливаемого в сливной пробке поддона картера.

*Фильтры грубой очистки* служат для очистки масла, поступающего в магистраль, задерживая при этом частицы размером до 0,1 мм. Эти фильтры обладают сравнительно малым сопротивлением и включаются в масляную систему последовательно, т. е. через них проходит

все масло, подаваемое насосом. Грубую очистку масла обычно производят с помощью пластинчато-щелевых или ленточно-щелевых фильтров.

В качестве *фильтров тонкой очистки* широко применяются центробежные фильтры или центрифуги, ротор которых вращается с частотой 6000—7000 об/мин. Преимуществами центробежного фильтра являются повышенная фильтрующая способность и отсутствие сменных фильтрующих элементов.

Для поддержания температуры масла в рекомендуемых пределах его необходимо охлаждать, что достигается автоматически благодаря обдуву поддона картера двигателя воздухом. Когда этого недостаточно, в схеме смазки предусматривают специальные **радиаторы**, которые обычно устанавливают перед радиатором системы охлаждения двигателя. Включение его в систему смазки производят краном при температуре окружающего воздуха выше 20 °С, а также при работе с большой нагрузкой и при малых скоростях движения.

Контроль уровня, давления и температуры масла осуществляется соответственно *маслоизмерительным стержнем (щупом)*, *манометром* и *дистанционным термометром*. Масло в картер двигателя необходимо наливать до определенного уровня через маслозаливную горловину. На маслоизмерительном стержне нанесены риски, соответствующие допустимым максимальному и минимальному уровням масла.

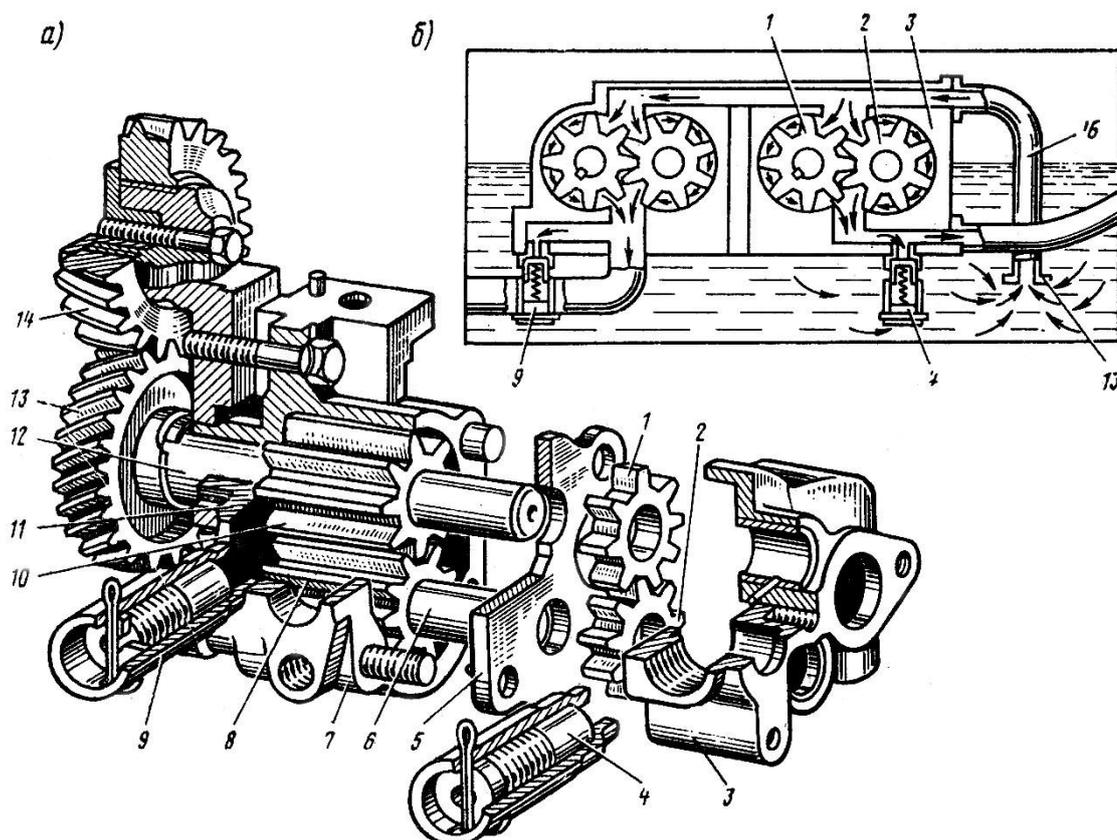
### **Устройство масляного насоса**

На автотракторных двигателях применяются шестеренчатые одно- и многосекционные насосы с шестернями внешнего зацепления.

На рисунке 4.1 представлены схема и конструкция двухсекционного масляного насоса. Устройство и действие каждой его секции ничем не отличаются от устройства и действия односекционного насоса.

Двухсекционный масляный насос состоит из корпуса основной секции 7, разделительной пластины 5 и корпуса дополнительной 3 (радиаторной) секции. Каждая секция имеет ведущие 1, 10 и ведомые 2, 8 шестерни. Ведущие шестерни 1, 10 приводятся во вращение от ведущего вала 12, установленного во втулке 11. В корпусе основной секции 7 насоса установлен редукционный клапан 9 насоса, а в корпусе 3 предохранительный клапан 4.

При работе насоса масло под действием разрежения, создаваемого при вращении шестерен, поступает в насос через маслозаборник 15 и всасывающую трубку 16, заполняет впадины между зубьями шестерен и переносится ими в нагнетательный канал насоса. Из насоса масло поступает под давлением к масляным фильтрам и трущимся деталям.



1, 10 – ведущие шестерни; 2, 8 – ведомые шестерни; 3 – корпус дополнительной секции; 4 – предохранительный клапан; 5 – разделительная пластина; 6 – ось; 7 – корпус основной секции; 9 – редукционный клапан; 11 – втулка; 12 – ведущий вал; 13, 14 – промежуточные шестерни; 15 – маслозаборник; 16 – всасывающая трубка

Рисунок 4.1 – Двухсекционный масляный насос

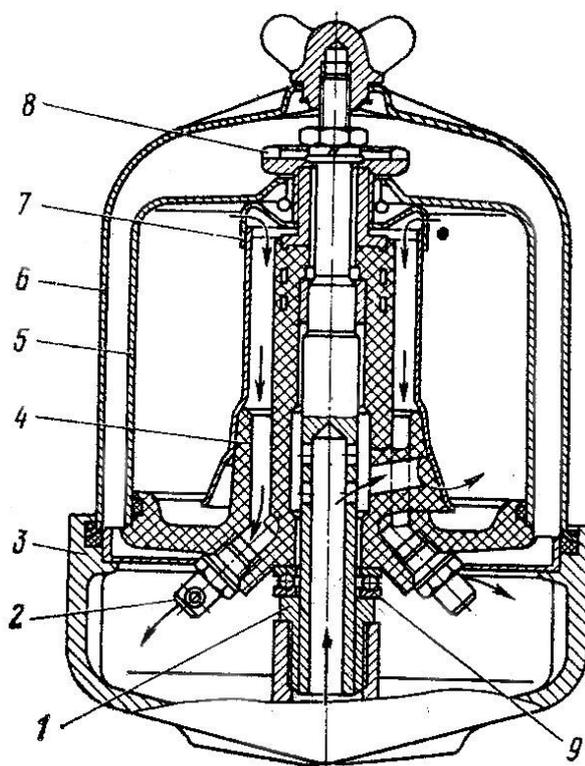
Основная (верхняя) секция насоса подает масло в систему смазки, а дополнительная (нижняя) – в масляный радиатор или в фильтр центробежной очистки масла. Масляный насос устанавливается внутри или снаружи картера.

Подача масляных насосов значительно выше, чем это необходимо для надежной смазки деталей двигателя. Это сделано для обеспечения необходимого давления масла на всех режимах работы двигателя. Для отвода излишка масла, подаваемого насосом, и ограничения давления в системе смазки служит *редукционный клапан*, через который этот излишек сливается в поддон картера или перепускается снова на линию всасывания. По мере износа подшипников двигателя увеличивается и расход масла, подаваемого к трущимся поверхностям. В этом случае давление масла не снизится, но через редукционный клапан будет перепускаться меньшее его количество.

Редукционный клапан может быть выполнен в виде *плунжера* или *шарика*, нагруженного пружиной.

### Устройство центробежного масляного фильтра

Центробежный фильтр состоит из корпуса 3 (рисунок 4.2), закрытого кожухом 6. В корпусе закреплена пустотелая ось 1, на которой установлен ротор 4, вращающийся на упорном подшипнике 9. К ротору 4 при помощи гайки 8 крепится колпак 5. Внутри ротора имеются две вертикальные трубки с сетчатыми фильтрами 7 в верхней части. Под трубками в основании ротора проходят два горизонтальных канала с завернутыми в них жиклерами 2.



1 – ось; 2 – жиклеры; 3 – корпус; 4 – ротор; 5 – колпак;  
6 – закрытый кожух; 7 – вертикальные трубки с сетчатыми  
фильтрами; 8 – гайка; 9 – упорный подшипник

Рисунок 4.2 – Центробежный масляный фильтр

Масло в центробежный фильтр поступает под давлением из системы смазки двигателя через пустотелую ось 1 ротора 4 и вытекает из жиклеров двумя струями, направленными в разные стороны, что создает реактивную пару сил, вращающую ротор. При этом тяжелые частицы грязи и осадков, подлежащие отделению, отбрасываются к внутренней поверхности стенок колпака 5 и оседают на них в виде плотного слоя, который удаляется при техническом обслуживании.

Центробежный масляный фильтр включается в систему смазки параллельно при наличии фильтра грубой очистки и последовательно при его отсутствии. На автотракторных двигателях последних выпусков применяется полнопоточная масляная центрифуга. Особенность ее состоит в том, что все масло очищается в роторе реактивной центрифуги.

### **Работа системы смазки**

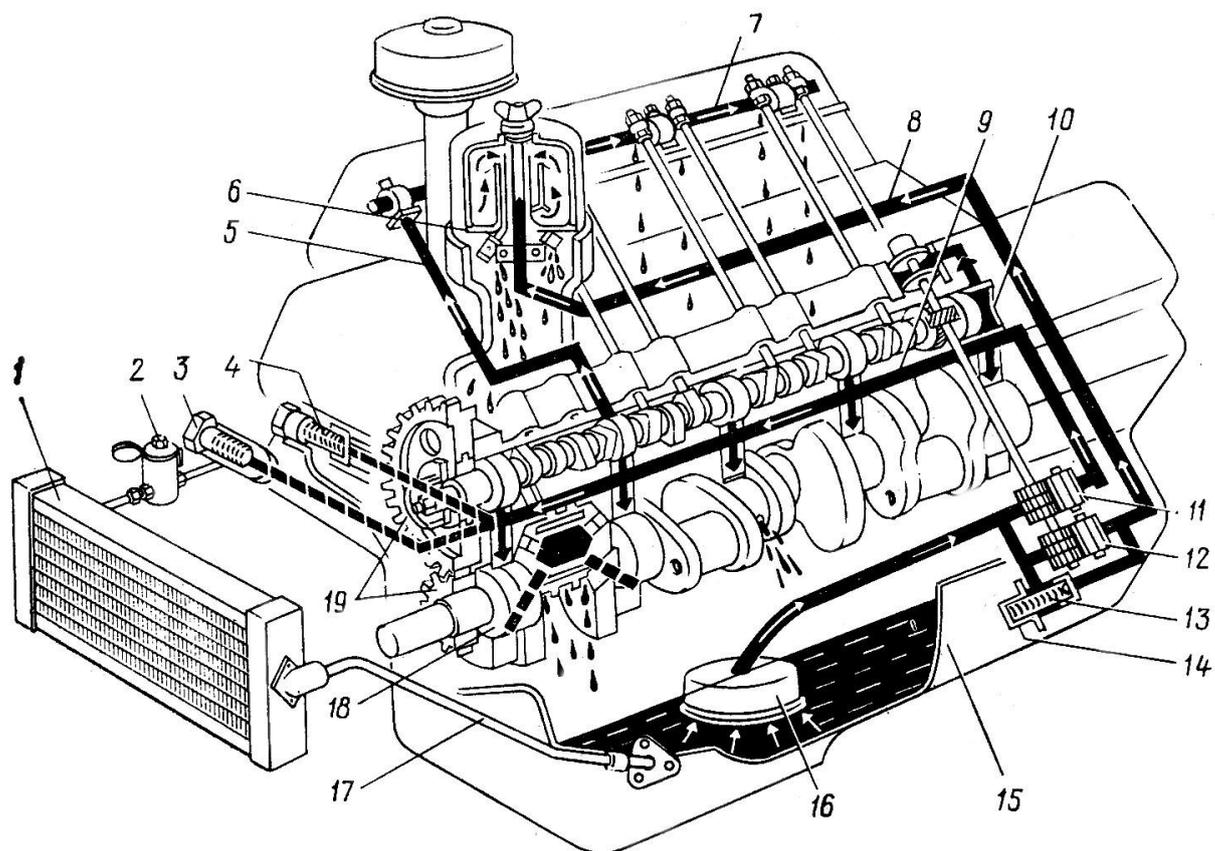
Работу системы смазки рассмотрим на примере двигателя автомобиля ГАЗ-53А (рисунок 4.3), который имеет комбинированную систему смазки, типичную для двигателей с верхним расположением клапанов.

При работе двигателя приводится в действие от распределительного вала шестеренный масляный насос 14, который через маслоприемник 16 забирает масло из поддона картера 15. Нижняя секция 12 масляного насоса нагнетает масло по каналу 8 в центрифугу 6, после которой масло сливается в поддон картера. Верхняя секция 11 масляного насоса нагнетает масло в главную масляную магистраль 9 блока цилиндров. Из главной магистрали масло по каналам 10 в блоке подводится к коренным подшипникам коленчатого и распределительного валов. От коренных шеек коленчатого вала по каналам 18, просверленным в валу, масло поступает к шатунным подшипникам.

Из второй и четвертой втулок распределительного вала масло пульсирующим потоком подается по каналу 5 в полые оси 7 коромысел. Смазка распределительных шестерен 19 осуществляется маслом, сливаемым из центрифуги.

Из полости, расположенной между пятой шейкой распределительного вала и заглушкой блока цилиндров, масло подается к приводу прерывателя-распределителя зажигания.

Для охлаждения масла при работе двигателя с большой нагрузкой или при температуре выше 20 °С краном 2 включается радиатор 1, подключенный параллельно главной масляной магистрали. Масло в радиатор поступает через предохранительный клапан 3, который открывается при давлении 0,1 МПа и отводится по трубопроводу 17. Клапан 3 даже при открытом кране 2 автоматически закрывается и не пропускает масло в радиатор.



1 – радиатор; 2 – кран; 3 – предохранительный клапан;  
 4, 13 – редукционные клапаны; 5, 8, 10, 18 – каналы; 6 – центрифуга;  
 7 – полые оси коромысел; 9 – главная масляная магистраль;  
 11 – верхняя секция масляного насоса; 12 – нижняя секция масляного  
 насоса; 14 – шестеренный масляный насос; 15 – поддон картера;  
 16 – маслоприемник; 17 – трубопровод; 19 – распределительные  
 шестерни

Рисунок 4.3 – Система смазки двигателя

В системе смазки имеются два автоматически работающих редукционных клапана 4 и 13. Редукционный клапан 13 расположен в корпусе нижней секции насоса и предназначен для поддержания давления масла, подаваемого к центрифуге не выше 0,45 МПа. Лишнее масло при избыточном давлении поступает во всасывающую полость насоса. Клапан 4 главной масляной магистрали отрегулирован на давление 0,4 МПа. При более высоком давлении клапан открывается и часть масла сливается в поддон 15 картера.

Для контроля минимального давления масла в системе смазки служит сигнальная лампа на щитке приборов, включающаяся, когда давление падает до 0,04 МПа.

Вместимость системы смазки определяется типом двигателя и колеблется в пределах 4—30 л.

## **Ход работы**

- 1 Изучить назначение узлов и деталей системы смазки.
- 2 Изучить устройство масляного насоса.
- 3 Изучить устройство центробежного масляного фильтра.
- 4 Ознакомиться с работой системы смазки.

## **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каково назначение деталей и узлов системы смазки?
- 2 Каково назначение и устройство масляного насоса?
- 3 Каково назначение и устройство центробежного масляного фильтра?
- 4 В чем заключается работа системы смазки?

## **Литература**

1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 195—201.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 265—274.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 52—59.

## Лабораторная работа 5

### Устройство системы питания карбюраторных и дизельных двигателей

*Цель:* Ознакомление с расположением основных приборов и механизмов системы питания карбюраторных и дизельных двигателей, их устройством и работой.

*Материалы и оборудование:* карбюратор, фильтр тонкой очистки топлива, топливоподкачивающий насос, топливный насос высокого давления, набор гаечных ключей, учебные плакаты.

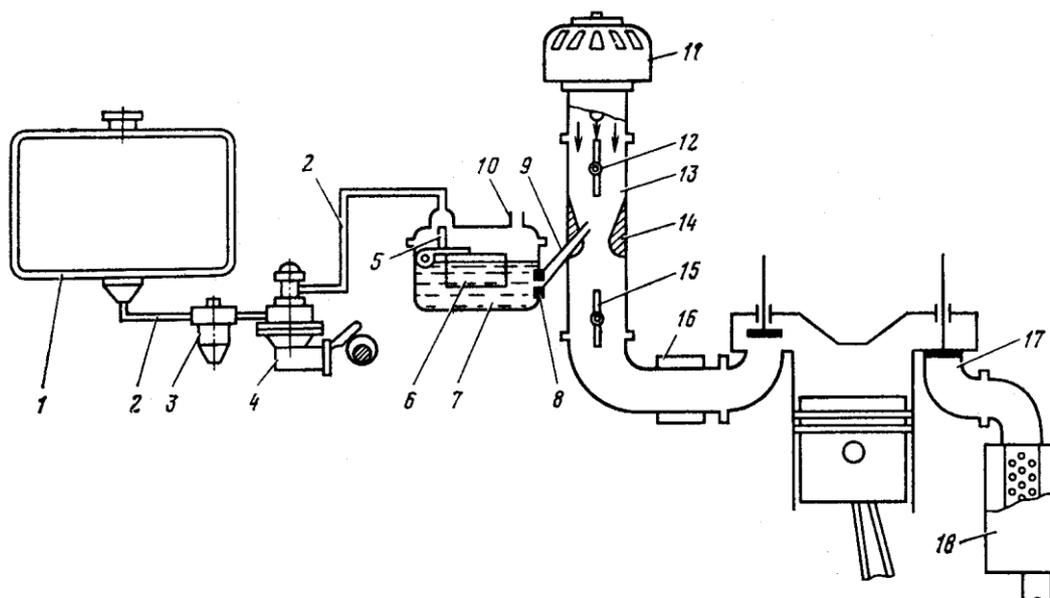
#### Основные понятия по теме

#### Назначение и общее устройство системы питания карбюраторного двигателя

**Система питания карбюраторного двигателя** предназначена для очистки топлива и воздуха, приготовления горючей смеси требуемого состава и качества и подачи её в необходимом количестве в цилиндры двигателя, а также для отвода из цилиндров отработавших газов.

Система питания автомобильного карбюраторного двигателя состоит из топливного бака *1* (рисунок 5.1), фильтра-отстойника *3*, топливопроводов *2*, насоса *4*, карбюратора *7*, впускного трубопровода *16*, выпускного трубопровода *17*, глушителя *18*, воздухоочистителя *11*, ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала, указателя уровня топлива и других элементов.

При работе двигателя топливо из бака *1* через фильтр *3* по топливопроводу *2* поступает в топливный насос *4*, который нагнетает топливо в карбюратор *7*. В карбюраторе топливо распыляется на мельчайшие частицы, смешивается с воздухом, поступившим из атмосферы через воздушный фильтр *11* и образует **горючую смесь**. Под действием разрежения, создаваемого поршнями при тактах впуска, горючая смесь из карбюратора *7* по впускному трубопроводу *16* подводится в цилиндры двигателя. Горючая смесь, поступившая в цилиндры двигателя и смешанная с оставшимися от предыдущего цикла продуктами сгорания, образует **рабочую смесь**. После сгорания рабочей смеси отработавшие газы через выпускной трубопровод *17* и глушитель шума выпуска *18* отводятся в окружающую среду.



1 – топливный бак; 2 – топливопроводы; 3 – фильтр-отстойник;  
 4 – насос; 5 – игольчатый клапан; 6 – поплавок; 7 – карбюратор;  
 8 – жиклер; 9 – распылитель; 10 – отверстие; 11 – воздухоочиститель;  
 12 – воздушная заслонка; 13 – смесительная камера; 14 – диффузор;  
 15 – дроссельная заслонка; 16 – впускной трубопровод;  
 17 – выпускной трубопровод; 18 – глушитель

Рисунок 5.1 – Система питания карбюраторного двигателя

Приготовление горючей смеси из паров жидкого топлива и воздуха для карбюраторных двигателей начинается вне цилиндра двигателя в особом приборе, называемом *карбюратором*. В зависимости от направления потока горючей смеси различают карбюраторы с восходящим, горизонтальным и падающим потоками. На автомобильных двигателях, как правило, устанавливаются карбюраторы с падающим потоком, а на мотоциклах и пусковых двигателях тракторов – с горизонтальным потоком.

По числу смесительных камер карбюраторы подразделяются на одно-, двух- и многокамерные. Применение многокамерных карбюраторов позволяет повысить мощность двигателей вследствие лучшей дозировки и распределения горючей смеси по цилиндрам.

Простейший карбюратор (рисунок 5.1) состоит из поплавковой и смесительной камер. В поплавковой камере шарнирно закреплены поплавок 6, управляющий игольчатым клапаном 5, который поддерживает постоянный уровень топлива в поплавковой камере и распылителе 9. Полость поплавковой камеры сообщается с атмосферой через отверстие 10, а через калиброванное отверстие жиклер 8 сообщается с распылителем 9, выведенным в смесительную камеру 13, в ко-

торой установлен диффузор 14, обеспечивающий увеличение скорости воздушного потока и создающий разрежение около распылителя. Дроссельная заслонка 15 регулирует количество поступающей горючей смеси из карбюратора в цилиндры двигателя, а воздушная заслонка 12 регулирует количество поступающего воздуха и тем самым изменяет разрежение в смесительной камере.

Топливо из бака по трубопроводу поступает в поплавковую камеру и заполняет ее. Когда уровень в поплавковой камере достигает требуемого предела, поплавок 6 прижимает запорную иглу 5 к ее седлу и поступление топлива в поплавковую камеру прекращается. При понижении уровня поплавок опускается, и игла вновь открывает доступ топливу в поплавковую камеру.

Из поплавковой камеры топливо через жиклер 8 поступает в распылитель 9, выходное отверстие которого находится в горловине диффузора 14. Чтобы топливо не вытекало из распылителя при неработающем двигателе, выходное отверстие распылителя расположено на 1—2 мм выше уровня топлива в поплавковой камере.

Во время такта впуска разрежение из цилиндра передается через впускной трубопровод 16 в смесительную камеру 13 и вызывает в ней движение воздуха в направлении, указанном стрелками. Вследствие разницы между атмосферным давлением в поплавковой камере и разрежением в диффузоре топливо фонтанирует из распылителя, захватывается потоком воздуха, распыляется на более мелкие частицы и, смешиваясь с воздухом, образует горючую смесь, которая поступает в цилиндр двигателя.

С изменением разрежения в диффузоре будет меняться и количество истекающего топлива из распылителя, а следовательно, и состав горючей смеси. Это объясняется тем, что скорости истечения воздуха через диффузор и жидкости через распылитель не остаются пропорциональными при различных разрежениях.

К современному карбюратору предъявляют следующие требования: тонкое распыливание топлива, хорошее перемешивание его с воздухом и точная дозировка смеси по количеству и составу в зависимости от режима работы двигателя. Для выполнения этих требований карбюраторы имеют главное дозирующее устройство и вспомогательные устройства и системы (систему холостого хода, экономайзер, эконоустат, насос-ускоритель, пусковое и другие устройства).

### **Назначение и общее устройство системы питания дизельного двигателя**

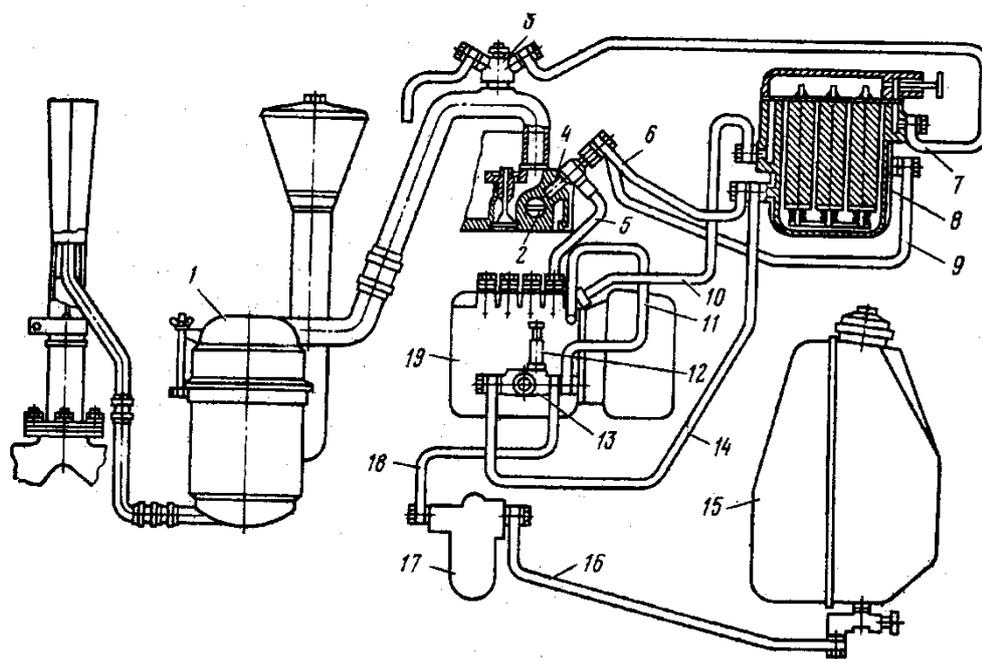
**Система питания дизельного двигателя** должна обеспечивать точную дозировку и своевременную подачу топлива в каждый ци-

цилиндр через равные угловые интервалы, очистку воздуха, подаваемого в цилиндры, и удаление отработанных газов.

Наибольшее распространение на автомобилях и тракторах получили четырехтактные дизельные двигатели, системы питания которых мало отличаются друг от друга.

Эти двигатели имеют отдельную топливную аппаратуру, состоящую из систем *низкого* и *высокого* давления.

**Система низкого давления** включает в себя топливный бак *15* (рисунок 5.2), фильтр *17* предварительной очистки топлива, фильтр *8* тонкой очистки топлива, топливоподкачивающий насос *13* и топливопроводы *6, 7, 9, 10, 11, 14, 16, 18* низкого давления.



*1* – воздухоочиститель; *2* – камера сгорания; *3* – пусковой подогреватель; *4* – форсунки; *5* – топливопроводы высокого давления; *6, 7, 9, 10, 11, 14, 16* – топливопроводы; *8* – фильтр тонкой очистки топлива; *12* – дополнительный ручной насос; *13* – топливоподкачивающий насос; *15* – топливный бак; *17* – фильтр предварительной очистки топлива; *18* – топливопровод низкого давления; *19* – топливный насос высокого давления

Рисунок 5.2 – Система питания дизельного двигателя

**Система высокого давления** состоит из топливного насоса высокого давления *19*, форсунок *4* и топливопроводов высокого давления *5*.

Топливо из бака *15* по трубопроводам *16* и *18* через фильтр *17* грубой очистки подкачивающим насосом *13* подается по трубке *14* к фильтру *8* тонкой очистки. Из фильтра *8* в питающую полость насоса *19* высокого давления топливо поступает по трубке *10*, а затем по

трубопроводу 5 высокого давления в форсунку 4, а из форсунки впрыскивается в камеру сгорания 2. Избыток топлива после фильтра тонкой очистки поступает по трубке 11 на линию всасывания подкачивающего насоса 13.

К наиболее важным элементам системы питания дизельного двигателя относятся топливный насос высокого давления и форсунка.

**Топливный насос высокого давления (ТНВД)** служит для подачи в каждый цилиндр двигателя через форсунку требуемого количества топлива под высоким давлением и в определенный момент.

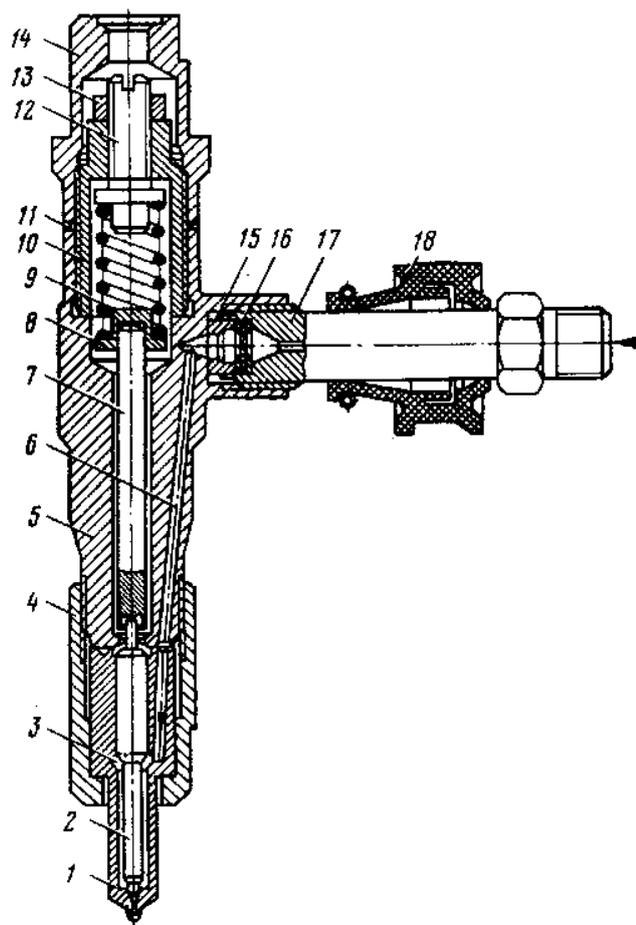
**Форсунка** служит для ввода топлива в тонкораспыленном виде в камеру сгорания и равномерного распределения его по всему объему. Форсунки бывают открытые и закрытые.

#### **Устройство и работа форсунки закрытого типа**

Форсунка закрытого типа с гидравлическим управлением запорной иглой состоит из корпуса 5 (рисунок 5.3), к которому при помощи гайки 4 крепится распылитель 1 с четырьмя сопловыми отверстиями. Давление пружины 9 передается через шток 7 игле 2, которая прижимается к своему седлу и перекрывает выход топлива из полости распылителя 1 к его сопловым отверстиям. Натяжение пружины 9 регулируется винтом 12 с контргайкой 13, которые сверху закрываются колпачком 14.

Из насоса высокого давления топливо по трубопроводу через штуцер 17, фильтр 16 в гнезде 15 и канал 6 поступает в кольцевую камеру 3 – распылителя. Под действием давления топлива игла 2 поднимается, преодолевая сопротивление пружины 9 и открывает доступ топлива к сопловым отверстиям.

Когда в насосе высокого давления произойдет отсечка подачи топлива и давление в трубопроводе в связи с его разгрузкой станет меньше необходимого для удержания иглы в поднятом состоянии, игла 2 пружиной 9 плотно прижмется к гнезду и поступление топлива в цилиндр двигателя прекратится.



1 – распылитель; 2 – игла; 3 – кольцевая камера; 4 – гайка распылителя; 5 – корпус; 6 – топливный канал; 7 – шток; 8 – опорная шайба; 9 – пружина; 10 – гайка; 11 – уплотнительная шайба; 12 – регулировочный винт; 13 – контргайка; 14 – колпачок; 15 – гнездо фильтра; 16 – сетчатый фильтр; 17 – штуцер; 18 – резиновый уплотнитель

Рисунок 5.3 – Форсунка закрытого типа

### Ход работы

- 1 Изучить общее устройство системы питания карбюраторного двигателя.
- 2 Изучить устройство и работу простейшего карбюратора.
- 3 Зарисовать систему питания карбюраторного двигателя.
- 4 Изучить общее устройство системы питания дизельного двигателя.
- 5 Зарисовать систему питания дизельного двигателя.
- 6 Изучить устройство и работу форсунки закрытого типа.
- 7 Зарисовать форсунку закрытого типа.

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Каково назначение деталей и узлов системы питания карбюраторного двигателя?

2 Каково назначение деталей и узлов системы питания дизельного двигателя?

3 Каково назначение и устройство простейшего карбюратора?

4 Каково устройство и в чем заключается работа форсунки закрытого типа?

### **Литература**

1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 202—208.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 240—265.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 59—79, 82—94.

## **Лабораторная работа 6**

### **Устройство трансмиссии автомобилей**

*Цель:* Изучение устройства трансмиссии автомобилей и тракторов.

*Материалы и оборудование:* сцепление, ступенчатая коробка передач, учебные плакаты.

### **Основные понятия по теме**

#### **Общие сведения о трансмиссии**

**Трансмиссия** служит для передачи крутящего момента двигателя к ведущим колесам и позволяет изменять величину и направление этого момента в соответствии с условиями движения автомобиля.

Трансмиссия автомобиля характеризуется колесной формулой. Типы трансмиссий обозначают 4×2, 4×4, 6×4, 6×6. Первая цифра показывает общее количество колес, вторая – число ведущих колес.

Наиболее распространенная схема механической трансмиссии типа 4×2 состоит из сцепления, коробки передач, карданной передачи, главной передачи с дифференциалом и полуосей со ступицами ведущих колес.

#### **Общее устройство однодискового сцепления**

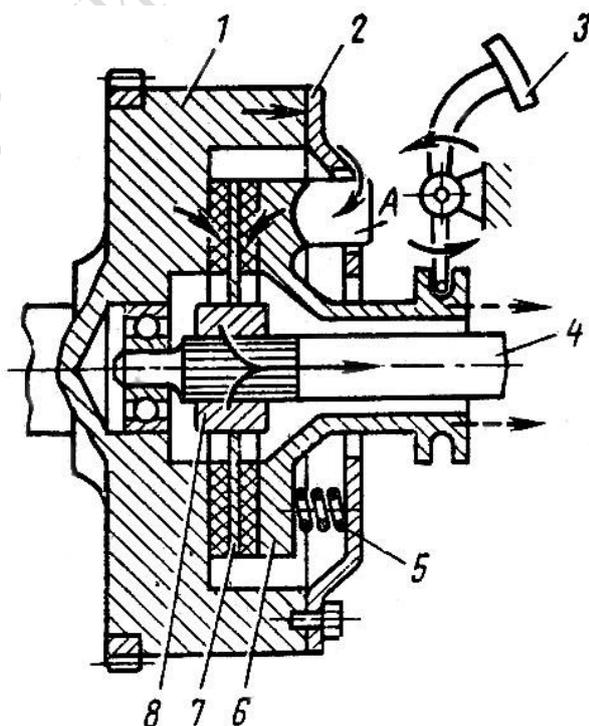
**Сцепление** предназначено для кратковременного разобщения двигателя от трансмиссии при пуске двигателя, переключении передач и торможении, а также для плавного соединения двигателя с трансмис-

сией при трогании с места и после переключения передач. Кроме того, сцепление предохраняет трансмиссию от перегрузок, возникающих при неравномерном движении автомобиля по неровностям дороги.

Сцепление состоит из ведущих и ведомых деталей и привода. Детали, воспринимающие крутящий момент от маховика, относятся к ведущим частям сцепления, а детали, передающие момент на первичный вал коробки передач, – к ведомым.

Принцип действия сцепления основан на использовании сил трения между ведущими и ведомыми дисками. Если эти диски разобщены и между ними образуется зазор, то при вращении ведущего диска крутящий момент к ведомому диску передаваться не будет. Если ведущий диск плотно прижат к ведомому, то вследствие возникающих между ними сил трения крутящий момент от коленчатого вала двигателя будет передаваться на первичный вал коробки передач.

Схема однодискового сцепления с пружинами, расположенными по окружности ведущего диска, показана на рисунке 6.1. К маховику 1 двигателя болтами прикреплен кожух 2 сцепления, имеющий несколько прямоугольных прорезей. В прорези входят выступы А ведущего диска 6, воспринимающие крутящий момент от кожуха сцепления. Между кожухом и ведущим диском по окружности установлено несколько пружин 5, зажимающих ведомый диск 7 между ведущим диском 6 и маховиком 1. Ступица 8 ведомого диска соединена с первичным валом 4 коробки передач при помощи шлицов, благодаря чему диск 7 может перемещаться вдоль вала.



1 – маховик; 2 – кожух сцепления; 3 – педаль привода сцепления;  
4 – первичный вал; 5 – пружины; 6 – ведущий диск;  
7 – ведомый диск; 8 – ступица

Рисунок 6.1 – Однодисковое сцепление

Для того чтобы выключить сцепление, необходимо нажать на педаль 3 привода сцепления, вследствие чего ведущий диск 6 отойдет назад (показано штриховыми стрелками) и пружины 5 сожмутся; в результате этого между ведомыми и ведущими деталями сцепления образуются зазоры. В этом случае ведомый диск 7 не соприкасается ни с маховиком, ни с ведущим диском и крутящий момент двигателя не передается на первичный вал коробки передач.

Для того чтобы включить сцепление, необходимо плавно отпустить педаль 3 и пружины 5 разжимаются, перемещая ведущий диск 6 вперед. На поверхности ведомого диска 7, соприкасающегося с маховиком и ведущим диском, возникают силы трения, и крутящий момент передается на ведомый диск (показано сплошными стрелками). При слабом нажатии пружины ведомый диск вращается медленнее ведущего и сцепление пробуксовывает. В этом случае на ведомый диск передается небольшой крутящий момент. Чем больше отпущена педаль, тем сильнее пружины зажимают ведомый диск и тем больший крутящий момент передается на первичный вал 4. При полностью отпущенной педали 3 сцепление передает весь крутящий момент двигателя.

### **Общее устройство ступенчатой коробки передач**

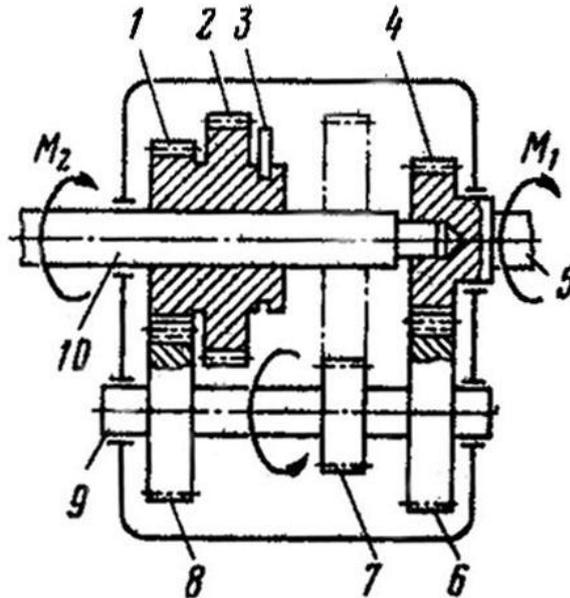
**Коробка передач** служит для изменения крутящего момента или тягового усилия на ведущих колесах при изменении сопротивления движению, обеспечивает возможность движения автомобиля задним ходом и длительное разъединение двигателя от трансмиссии во время стоянки и при движении по инерции.

Коробка передач состоит из набора шестерен, которые входят в зацепление друг с другом в различных сочетаниях, образуя несколько передач, или ступеней, с различными передаточными числами.

По способу изменения передаточного числа различают коробки передач *ступенчатые*, *бесступенчатые* и *комбинированные*. Ступенчатые коробки передач могут быть с передвижными каретками или с постоянным зацеплением шестерен. Коробка имеет три вала (рисунок 6.2): первичный 5 (ведущий), вторичный 10 (ведомый) и промежуточный 9.

Первичный и вторичный валы обычно находятся на одной геометрической оси, причем передняя опора вторичного вала расположена в выточке первичного вала. Шестерня 4 выполнена вместе с первичным валом 5 и находится в постоянном зацеплении с шестерней 6, которая так же, как и шестерня 8, жестко связана с промежуточным валом 9.

Для передачи вращения на карданный вал необходимо одну из шестерен вторичного вала соединить с шестерней промежуточного вала. Частота вращения вторичного вала при этом отличается от частоты вращения первичного и зависит от числа зубьев сопряжённых шестерен.



1, 2, 4, 6, 7, 8 – шестерни; 3 – вилка; 5 – первичный вал;  
9 – промежуточный вал; 10 – вторичный вал

Рисунок 6.2 – Схема ступенчатой коробки передач

Крутящий момент  $M_2$  на вторичном валу равен крутящему моменту на первичном валу, умноженному на передаточное число  $i$  зубчатой передачи.

**Передаточным числом** называется отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубьев ведущей шестерни. Для пары шестерен 4–6 передаточное число равно:

$$i_{4-6} = \frac{Z_6}{Z_4},$$

где  $Z_6$  — число зубьев ведомой шестерни 6;

$Z_4$  — число зубьев ведущей шестерни 4.

Для второй пары шестерен передаточное число равно:

$$i_{8-1} = \frac{Z_1}{Z_8},$$

где  $Z_1$  — число зубьев ведомой шестерни 1;

$Z_8$  — число зубьев ведущей шестерни 8.

Общее передаточное число равно произведению передаточных чисел отдельных пар шестерен:

$$i_{общ} = i_{4-6} \cdot i_{8-1}.$$

Тогда:

$$M_2 = M_1 \cdot i_{общ} = M_1 \cdot \frac{z_6}{z_4} \cdot \frac{z_1}{z_8}.$$

Взаимное расположение шестерен при включении второй передачи показано на рисунке 6.2.

Для включения первой передачи необходимо передвигную шестерню 2 при помощи вилки 3 ввести в зацепление с шестерней 7 (положение шестерни 2 после включения передачи показано штриховыми линиями).

Тогда:

$$i_1 = \frac{z_6}{z_4} \cdot \frac{z_2}{z_7}.$$

Если передаточное число увеличивается, то увеличивается и крутящий момент, а частота вращения вторичного вала коробки и ведущих колес уменьшается.

Если шестерни 1 и 2, объединенные в одну блок-кадетку, установлены между шестернями 7 и 8, то это соответствует нейтральному положению, при котором усилие из коробки передач не передается.

### **Ход работы**

- 1 Изучить общее устройство однодискового сцепления.
- 2 Зарисовать схему сцепления.
- 3 Изучить общее устройство ступенчатой коробки передач.
- 4 Зарисовать схему коробки передач.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каково назначение и общее устройство однодискового сцепления?
- 2 Каково назначение и устройство ступенчатой коробки передач?
- 3 Что такое передаточное число пары шестерен?
- 4 Как определить крутящий момент на вторичном валу?

### **Литература**

1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 209—223.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 314—335.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 102—121.

## Лабораторная работа 7

### Устройство ходовой части и механизмов управления автомобилей

*Цель:* Изучение устройства ходовой части и механизмов управления автомобилей и тракторов.

*Материалы и оборудование:* рама грузового автомобиля, рулевой механизм, колодочные тормоза, учебные плакаты.

#### Основные понятия по теме

##### Общее устройство ходовой части автомобиля

**Ходовая часть** автомобиля должна обеспечивать надежное сцепление колес с дорогой, смягчать удары от неровностей дороги и обеспечивать достаточную плавность хода.

Ходовая часть автомобиля состоит из рамы или несущего кузова, осей, подвески и колес.

**Оси** поддерживают раму или несущий кузов автомобиля, воспринимая от них вертикальную нагрузку, и передают от колес на раму продольные и боковые нагрузки, вызываемые неровностями дороги. На переднюю ось и раму передаются толкающие и скручивающие усилия. При движении вперед усилия, получаемые рамой от заднего моста, толкают через рессоры переднюю ось, которая, в свою очередь, толкает колеса, обеспечивая их качение.

##### Назначение и устройство рамы

Двигатель, агрегаты и узлы трансмиссии и ходовой части монтируются на раме или несущем кузове. В зависимости от этого автомобили делятся на *рамные, полурамные и безрамные* – роль рамы выполняет несущий кузов.

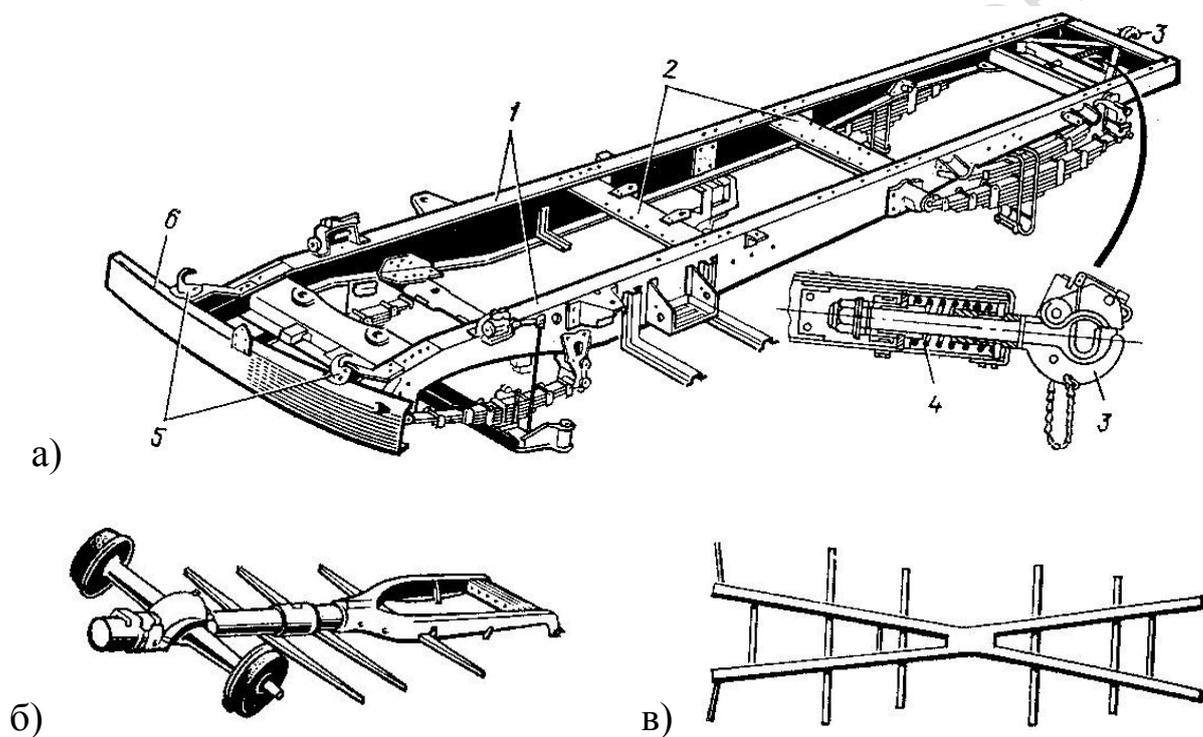
**Рама** у грузовых автомобилей является несущим остовом и служит для размещения и крепления узлов и агрегатов.

На раму действуют статические и динамические нагрузки. При движении по неровной дороге рама подвергается изгибу и кручению. Рама выполнена с учетом действующих на нее нагрузок и имеет достаточно жесткую и прочную конструкцию. Рама облегчает доступ к механизмам, но по сравнению с полурамным остовом имеет большую массу.

Рамы по конструкции делятся на *лонжеронные, центральные (хребтовые) и X-образные (смешанные)*.

*Лонжеронная рама* (рисунок 7.1, а) состоит из двух продольных балок (лонжеронов) 1, соединенных при помощи заклепок или сварки

поперечинами (траверсами) 2. Лонжероны и траверсы штампуются из листовой стали и имеют П-образное сечение. Высота лонжеронов в средней части, как более нагруженной, увеличена. К лонжеронам приварены или прикреплены кронштейны рессор, подножек, запасного колеса и других узлов автомобиля. К передней части рамы (у легковых автомобилей – к передней и задней частям кузова) крепится бампер 6, предохраняющий кузов от повреждений при наездах. К переднему бамперу прикреплены крюки 5 для буксировки автомобиля. У грузовых автомобилей в задней части рамы установлены буксирный крюк 3 с пружиной 4 или резиновым элементом. Лонжеронные рамы применяются на большинстве грузовых автомобилей.



*а* – лонжеронная; *б* – хребтовая; *в* – X-образная  
 1 – продольные балки (лонжероны); 2 – поперечины (траверсы);  
 3 – буксирный крюк; 4 – пружина; 5 – крюки для буксировки  
 автомобиля; 6 – бампер

### Рисунок 7.1 – Типы автомобильных рам

*Хребтовая рама* (рисунок 7.1, б) состоит из центральной балки с поперечинами. Балка может иметь трубчатое, швеллерное или коробчатое сечение. Хребтовые рамы на автомобилях применяются редко.

*X-образная рама* (рисунок 7.1, в) состоит из средней балки, имеющей закрытый трубчатый профиль, передней и задней вильчатых частей. Рамы этой конструкции применяются на легковых автомобилях большой вместимости.

## Назначение и устройство подвески

**Подвеска** осуществляет упругую связь рамы или кузова с мостами или непосредственно с колесами, воспринимая вертикальные усилия и обеспечивая необходимую плавность хода. Кроме того, она служит для восприятия продольных и поперечных усилий и реактивных моментов, действующих между опорной плоскостью и рамой. Подвеска должна обеспечивать также передачу толкающих и скручивающих усилий.

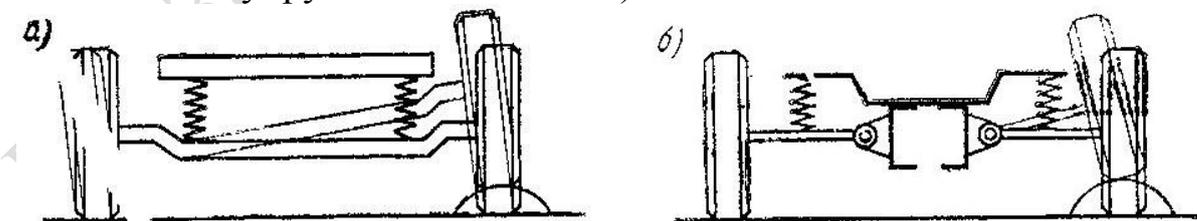
Подвеска состоит из направляющего устройства, упругих элементов и устройства, гасящего колебания.

С помощью **направляющего устройства** определяется характер перемещений (кинематика) колес относительно рамы или кузова автомобиля и передаются продольные усилия (толкающее или тормозное), боковые усилия, а также реактивные моменты.

По типу направляющего устройства подвески разделяются на *зависимые* и *независимые*. Независимые подвески получили широкое распространение на передних управляемых колесах легковых автомобилей, так как обеспечивают лучшую плавность хода. У автомобилей с зависимой подвеской передняя ось делается неразрезной, и при наездах на препятствие наклон одного колеса вызывает наклон другого (рисунок 7.2, а). При независимой подвеске ось делается разрезной и каждое из колес может изменять свое положение при наездах на неровности пути независимо от положения другого колеса или рамы автомобиля (рисунок 7.2, б).

**Упругий элемент** служит для передачи вертикальных усилий и смягчения ударной нагрузки при движении по дороге с неровной поверхностью, обеспечивая при этом необходимую плавность хода.

По типу упругого элемента подвески разделяются на *рессорные*, *резиновые*, *пневматические*, *гидравлические* и *комбинированные* (с несколькими упругими элементами).



а – зависимая подвеска, б – независимая подвеска

Рисунок 7.2 – Схема подвесок колес

**Рессоры** служат для смягчения ударов, воспринимаемых колесами при движении по неровной дороге, и подразделяются на *листовые*, *пружинные* и *стержневые* (торсионные).

Листовая рессора представляет собой упругую балку, собранную из ряда тонких стальных листов. Листы рессоры различны по длине, но одинаковы по ширине. Чем больше листов и чем они тоньше, тем лучше эластичность рессоры.

На грузовых автомобилях задняя подвеска состоит из четырех рессор – двух основных и двух дополнительных. Дополнительные рессоры включаются в работу лишь при определенном прогибе основных рессор, поэтому улучшается эластичность подвески ненагруженного автомобиля и надежность его работы при полной нагрузке.

Гашение вертикальных колебаний в рессорной подвеске осуществляется за счет трения между листами рессор. Однако величина трения не постоянна, так как зависит от состояния поверхности листов, наличия смазки и других причин. Кроме того, трение вызывает износ листов рессор. В связи с этим для гашения колебаний обычно применяют *гасящее устройство* – **амортизатор**, в котором энергия колеблющихся частей преобразуется в тепловую вследствие трения в жидкости, возникающего при ее протекании через отверстие с малым проходным сечением.

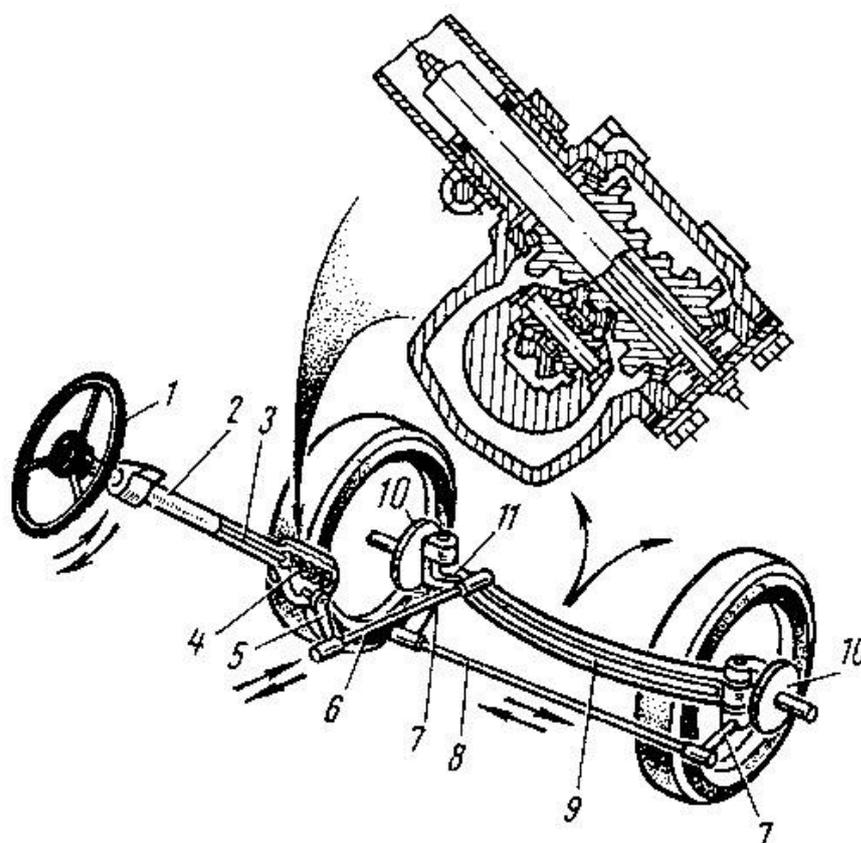
По конструкции амортизаторы делятся на рычажные и телескопические, а по принципу работы – на амортизаторы двустороннего и одностороннего действия. Амортизаторы двустороннего действия гасят колебания как при сжатии, так и при распрямлении (отдаче) рессор, а амортизаторы одностороннего действия, применяемые весьма редко, – лишь при отдаче.

Наибольшее распространение получили телескопические амортизаторы, которые отличаются простотой конструкции, малой массой и размерами, удобством расположения на автомобиле, большой долговечностью и надежностью в работе.

### **Общее устройство рулевого управления**

**Рулевое управление** служит для изменения направления движения автомобиля. Основным способом изменения направления движения является поворот в горизонтальной плоскости передних направляющих колес относительно задних ведущих колес. Рулевое управление должно обеспечивать правильную кинематику поворота и безопасность движения.

Рулевое управление состоит из рулевого механизма, рулевого привода и может иметь усилитель. В рулевое управление автомобиля входит рулевое колесо 1 (рисунок 7.3) с валом 3 и рулевой колонкой 2, рулевой механизм 4, рулевая сошка 5, продольная рулевая тяга 6, рулевой рычаг 11 продольной тяги и рулевая трапеция.



1 – рулевое колесо; 2 – рулевая колонка; 3 – вал; 4 – рулевой механизм; 5 – рулевая сошка; 6 – продольная рулевая тяга; 7 – рычаги; 8 – поперечная тяга; 9 – балка переднего моста; 10 – левый и правый поворотные кулаки; 11 – рулевой рычаг продольной тяги и рулевая трапеция

Рисунок 7.3 – Схема рулевого управления автомобиля

При зависимой подвеске передних колес правильность поворота правого и левого колес на нужные углы достигается соблюдением соответствующих размеров рулевой трапеции, состоящей из балки 9 переднего моста, поперечной тяги 8 и рычагов 7.

При вращении рулевого колеса 1 посредством вала 3, расположенного внутри колонки 2, приводится в действие механизм 4. Механизм перемещает сошку 5, которая с помощью продольной тяги 6 и рычага 11 поворачивает левый поворотный кулак 10 с расположенным на его цапфе колесом. Левый кулак через рычаги 7 и поперечную тягу 8 поворачивает на соответствующий угол правый кулак 10 с установленным на его цапфе колесом.

**Рулевой механизм** превращает вращательное движение рулевого вала в качательное движение сошки и увеличивает усилие, передаваемое от рулевого колеса к рулевой сошке. Это достигается применением в рулевых механизмах большого передаточного числа (от 15 до 40), что облегчает управление автомобилем и способствует поглощению возможных ударов колес о неровности дороги на рулевое колесо.

## Общее устройство тормозов

**Тормоза** служат для снижения скорости и быстрой остановки движущегося транспорта, а также для удержания его на месте.

Наличие надежных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а следовательно, и эффективность эксплуатации автомобиля.

На всех автомобилях применяют две независимо действующие тормозные системы: одна управляется педалью (ножной тормоз), а другая – рычагом (ручной тормоз). *Ножная педаль* автомобиля действует на тормозные механизмы, расположенные на всех колесах, а *ручной рычаг* дополнительно на тормоза задних колес или на нейтральный трансмиссионный тормоз. Ножной тормоз используется как основной для торможения при движении, а ручной – для затормаживания на стоянке.

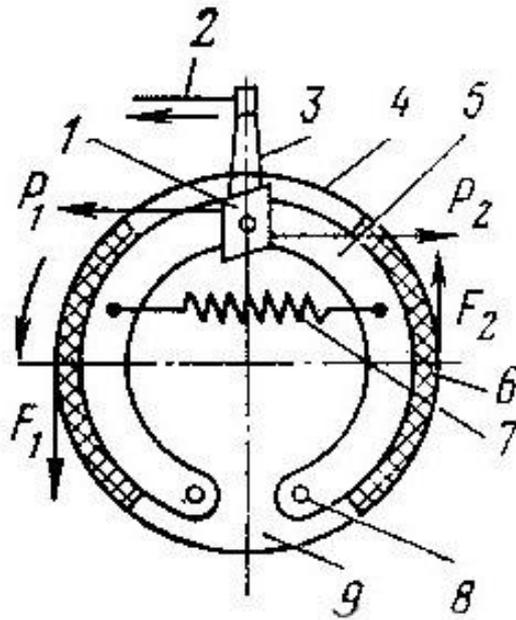
Приводы от педали тормоза к тормозным механизмам бывают двух типов – гидравлический и пневматический, а привод от рычага – механический.

Наибольшее распространение на автомобилях получили барабанные тормоза с внутренним расположением колодок (рисунок 7.4).

Часто применяются также дисковые тормоза, которые имеют преимущество перед барабанными вследствие быстрой отдачи тепла, работоспособности при больших скоростях и стабильности торможения.

Тормозной механизм барабанного типа состоит из двух колодок 5 (рисунок 7.4) с фрикционными накладками 6. Колодки надеты на оси 8, закрепленные в неподвижном тормозном диске 9, и стягиваются пружиной 7. Тормоз расположен внутри тормозного барабана 4, прикрепленного к ступице колеса или полуоси. Между колодками находится разжимное устройство – кулак 1 или гидравлический цилиндр с двумя поршнями. Кулак 1 и рычаг 3 закреплены на одном валике; рычаг через тягу 2 связан с педалью тормоза.

При нажатии на тормозную педаль тяга 2 перемещается влево, рычаг 3 поворачивает валик, и кулак 1 разводит колодки 5, прижимая их к вращающемуся тормозному барабану 4. За счет сил трения, возникающих между накладками 6 и барабаном 4, скорость вращения барабана и колеса уменьшается. При отпуске педали тормоза пружина педали возвращает ее в исходное положение, а пружина 7 отводит колодки от тормозного барабана.



1 – кулак; 2 – тяга; 3 – рычаг; 4 – тормозной барабан; 5 – колодки; 6 – фрикционные накладки; 7 – пружина; 8 – оси; 9 – неподвижный тормозной диск

Рисунок 7.4 – Схема барабанного тормозного механизма

### Ход работы

- 1 Изучить общее устройство ходовой части автомобиля.
- 2 Изучить назначение и устройство рамы.
- 3 Зарисовать схему лонжеронной рамы.
- 4 Изучить назначение и устройство подвески.
- 5 Зарисовать схемы подвесок колес.
- 6 Изучить общее устройство рулевого управления.
- 7 Зарисовать схему рулевого управления.
- 8 Изучить общее устройство тормозов.
- 9 Зарисовать схему барабанного колесного тормоза.

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Каково назначение и общее устройство ходовой части?
- 2 Каково назначение и устройство рамы?
- 3 Каково назначение и устройство подвески?
- 4 Каково назначение и общее устройство рулевого управления?
- 5 Каково назначение и устройство барабанного тормоза?

### Литература

- 1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – С. 224—235.

2 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – С. 335—348.

3 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы : учебник / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – С. 130—163.

## Лабораторная работа 8

### Устройство машин для сбора и обработки лесных семян

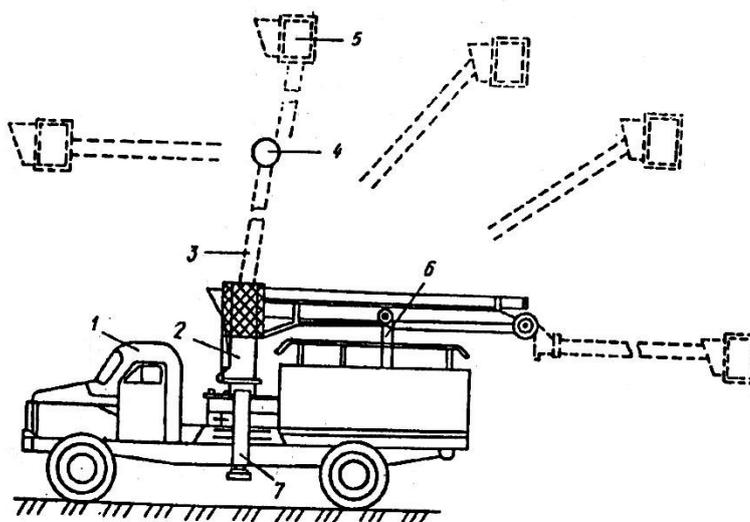
*Цель:* Изучение конструкции и работы машин для сбора и обработки лесных семян.

**Материалы и оборудование:** учебные плакаты, описания конструкций машин и оборудования, методические пособия.

#### Основные понятия по теме

Автомобильный гидравлический подъемник АГП-12А (рисунок 8.1) предназначен для подъема двух рабочих и инструментов при выполнении строительно-монтажных и ремонтных работ на высоте, сбора семян и плодов в кроне дерева.

Подъемник установлен на раме автомобиля ГАЗ-53А между кабиной и кузовом, для чего последний несколько укорочен. Основной несущей конструкцией является шарнирная мачта 3 с двумя люльками 5 на свободном конце. Мачта 3 шарнирно прикреплена к поворотной части колонны 2, установленной на раме автомобиля.



1 – автомобиль; 2 – поворотная колонна; 3 – мачта; 4 – шарнир;  
5 – люлька; 6 – стойка-опора; 7 – гидроупор

Рисунок 8.1 – Гидравлический подъемник АГП-12А

Для обеспечения необходимой устойчивости подъемник снабжен выдвижными упорами 7, расположенными по боковым сторонам автомобиля. Упоры жестко прикреплены к основанию гидроподъемника под небольшим углом к вертикали и в транспортном положении лишь незначительно выступают за пределы базовой машины. В задней части кузова укреплена стойка-опора 6 для мачты подъемника.

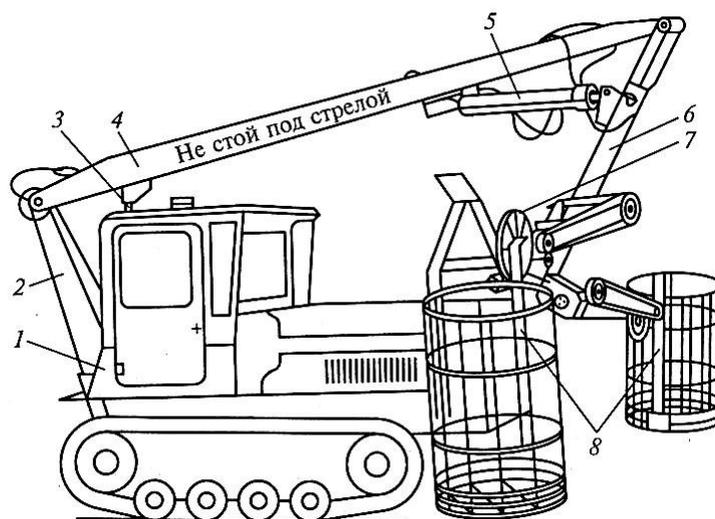
Мачта 3 гидроподъемника – трубчатая, двухколенчатая, шарнирная. К концу верхнего ее колена прикреплены две обтянутые сеткой люльки 5, которые при помощи специального механизма принудительно удерживаются в вертикальном положении.

Подъем мачты производится при помощи гидравлических цилиндров. Механизм управления гидроцилиндром установлен на нижнем колене мачты около поворотной части 2, что позволяет управлять подъемником из кузова автомобиля 1. Пульт дистанционного управления подъемником размещен в одной из люлек 5.

Для безопасной работы на высоте на гидроцилиндрах нижнего и верхнего коленьев установлены запирающие клапаны.

Масса гидроподъемника с автомобилем – 6 050 кг. Масса оборудования гидроподъемника – 2 300 кг. Наибольшая высота подъема люлек – 12 м. Грузоподъемность двух люлек – 200 кг. Угол поворота мачты – 360°.

**Подъемник для сбора шишек ПСШ-1** (рисунок 8.2) предназначен для подъема двух рабочих в крону хвойных деревьев на высоту до 8,5 м с целью сбора шишек на плантациях.



- 1 – трактор; 2 – колонна; 3 – гидроцилиндр плеча;  
4 – плечо; 5 – гидроцилиндр рукояти; 6 – рукоять;  
7 – механизм раздвижения и сближения корзин; 8 – корзины

Рисунок 8.2 – Подъемник для сбора шишек ПСШ-1

Он состоит из базового гусеничного трактора ДТ-75М 1, колонны 2, плеча 4, рукояти 6, механизма раздвижения и сближения 7 корзин 8. Колонна 2 сварной конструкции в нижней части имеет две цапфы и опору, которыми она крепится сзади к трактору 1. Плечо 4 прямоугольного сечения из швеллера с боковыми стенками присоединено к колонне 2 с помощью щек. К плечу 4 прикреплена рукоять 6, к которой присоединен механизм раздвижения корзин на ширину 6—10 м. Подъем плеча 4 и рукояти 6 осуществляется двумя гидrocилиндрами. Положение корзин относительно крон деревьев устанавливается при помощи плеча, рукояти и механизма раздвижения.

Подъемник оборудован сигнализацией, расположенной на подвижных брусках механизма раздвижения корзин, и электропровода, подсоединенного к звуковому сигналу трактора.

Во время работы агрегат заезжает на лесосеменной участок или плантацию, и два рабочих-сборщика переводят корзины из транспортного состояния в рабочее. Корзины 8 с размещенными в них рабочими с помощью плеча 4 и рукояти 6 поднимают на нужную высоту для сбора шишек. Положение корзин относительно крон деревьев регулируют также механизмом раздвижения 7. Обслуживают подъемник 3 человека.

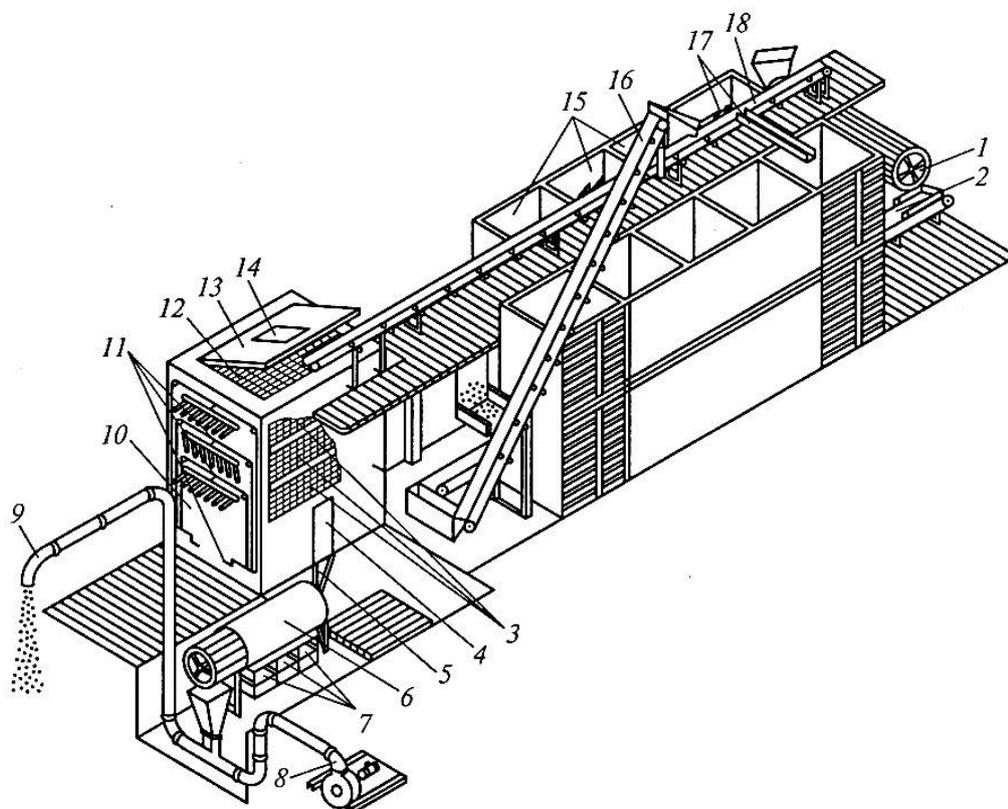
Технологический процесс **шишкосушилки стационарной** (рисунок 8.3) состоит из следующих основных операций: загрузки, сушки свежих шишек, выгрузки сухих шишек и обескрыливания семян.

Шишки, поступающие на склад, очищают от примесей и сортируют в барабане 1, затем подают ленточными транспортерами 2, 16 и 18 через люк 12 с крышкой 13 в камеру сушки 10, в которой установлены три яруса стеллажей 3. На верхний ярус подают 1,5 т шишек. При помощи автоматического винтового разравнивателя создается равномерный слой шишек толщиной 25—30 см. Стеллаж каждого яруса состоит из нескольких решетчатых створок (типа жалюзи), открывающихся при помощи тросо-блочной системы 11.

Запас свежих шишек для очередной партии сушки создается в секционном складе 15 вместимостью 50 т, который загружается транспортерами 16 и 18 с помощью сбрасывателей 17.

Вентилятор через окно задней стенки камеры сушки, расположенное ниже стеллажей, подает нагретый воздух вверх непрерывно. Проходя через три слоя шишек на стеллажах, воздух отбирает у них влагу, постепенно охлаждается и через окно 14 с заслонкой выходит наружу. Шишки на разных стеллажах обогреваются воздухом, имеющим различную температуру: на нижнем стеллаже — до +60 °С (температура регулируется автоматически), на среднем — +45 °С, на верхнем — +30 °С. Через каждые 4 ч открывают жалюзи нижнего стеллажа,

сухие раскрывшиеся шишки выгружают с нижнего стеллажа и пере-сыпают на него шишки со среднего стеллажа, на который, в свою очередь, подают шишки с верхнего. Верхний стеллаж загружают новой партией шишек. Полный цикл сушки длится 12 ч.



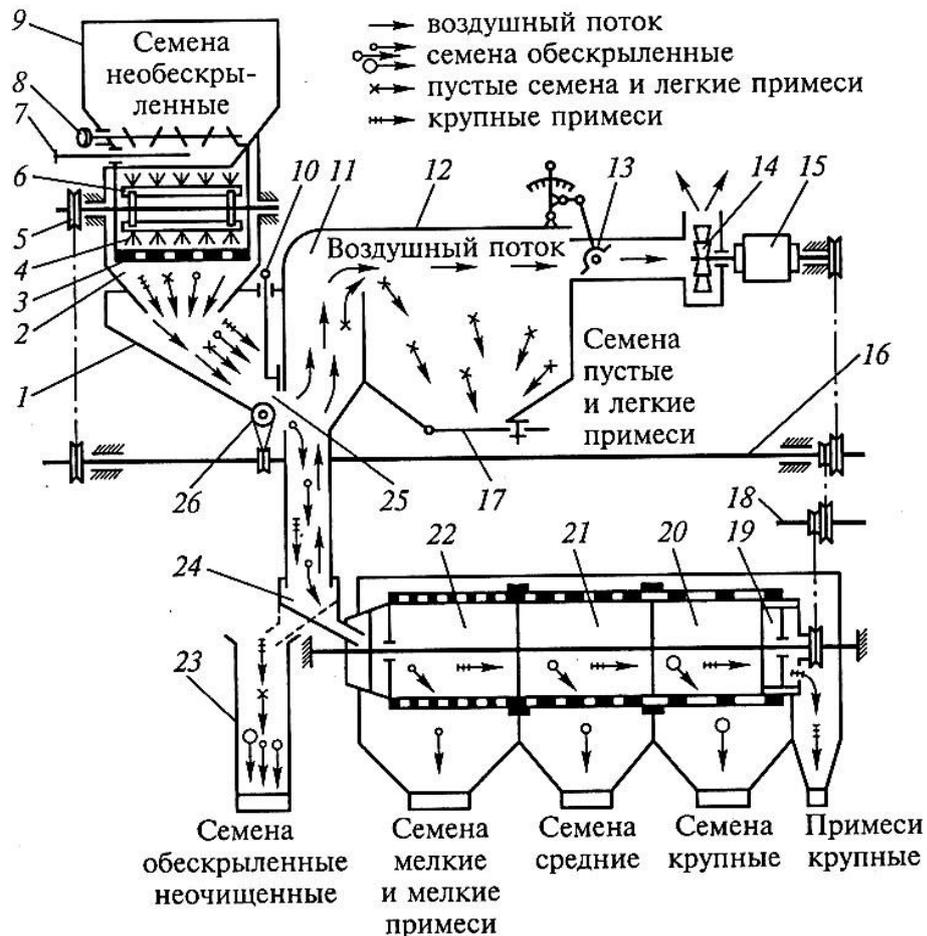
1 – барабан; 2, 16, 18 – транспортеры; 3 – стеллажи;  
 4 – разгрузочное окно; 5 – желоб; 6 – отбивочный барабан;  
 7 – ящики-семясборники; 8 – вентилятор; 9 – труба;  
 10 – камера сушки; 11 – трособлочная система; 12 – люк;  
 13 – крышка; 14 – окно; 15 – секционный склад; 17 – сбрасыватели  
 Рисунок 8.3 – Шишкосушилка стационарная

В камере сушки 10 с трех сторон установлены скатные плоскости в сторону разгрузочного окна 4. Сухие шишки скатываются по ним и через разгрузочное окно 4 и желоб 5 поступают в отбивочный барабан 6.

Поверхность отбивочного барабана состоит из продольных прутков с зазором 10 мм. При вращении наклонно установленного барабана 6 с частотой 12—16 об/мин семена выбиваются из сухих раскрывшихся шишек и высыпаются в ящики-семясборники 7. Пустые шишки поступают в пневмосистему с вентилятором 8 и воздушной струей выносятся через трубу 9. Семена в ящиках-семясборниках переносят в специальное отделение для дальнейшей обработки.

Производительность шишкосушилки 80 кг семян в сутки.

**Машина для очистки семян МОС-1А** (рисунок 8.4) обескряливает семена хвойных и лиственных пород, извлекает их из сережек, стручков, коробочек и ягод, а также очищает семена от примесей, сортирует их по размерам и массе.



- 1, 2 — приемные бункера; 3 — сетка; 4 — капроновые щетки;  
 5 — клиноременная передача; 6 — барабан обескряливателя;  
 7, 13 — заслонки; 8 — ворошилка; 9 — загрузочный бункер;  
 10 — заслонка приемного бункера; 11 — вертикальный канал  
 воздушной очистки; 12 — осадочная камера; 14 — вентилятор;  
 15 — электродвигатель; 16 — вал привода обескряливателя; 17 — люк;  
 18 — вал привода барабана; 19, 25 — окна; 20, 21, 22 — решета;  
 23 — сборник семян; 24 — лоток; 26 — питатель

Рисунок 8.4 — Семяочистительная машина МОС-1А

Предназначенные для очистки и сортирования семена из загрузочного бункера 9 поступают в барабан обескряливателя 6 через отверстие, регулируемое заслонкой 7. Более равномерное прохождение семян обеспечивается периодическим вращением ручки ворошилки 8. Капроновые щетки 4, установленные на барабане обескряливателя, интенсивно перемешивают семена. Отделение семян от крылаток и

извлечение их из плодов осуществляется за счет трения о сетку 3 обескрыливателя.

Отработанный ворох, пройдя через отверстия сетки, поступает в бункер 1, из которого питателем 26 через окно 25 направляется в вертикальный канал воздушной очистки 11, где из вороха выдуваются легкие семена и примеси. После этого по лотку 24 ворох попадает в барабан, состоящий из трех смежных цилиндрических решет с отверстиями различного размера. Решето 22 имеет продолговатые отверстия, решета 20 и 21 – круглые. Ширина продолговатых отверстий 1; 1,3; 1,5 мм, а диаметр отверстий сменных решет 20 и 21 – 2; 2,5; 3; 3,5; 4,5; 6; 8 и 10 мм. Если обескрыленные семена сортировать не требуется, то, повернув заслонку, их можно направить в семясборник 23.

Поворотом заслонки 13 можно регулировать скорость создаваемого вентилятором 14 воздушного потока от 0 до 12 м/с. При большой скорости воздушного потока в осадочную камеру очистки вместе с легковесными примесями, пустыми и недоразвитыми семенами поступает часть полнозернистых семян.

При малой скорости воздушного потока пустые семена и легкие примеси не полностью выдуваются из потока семян из-за большой их подачи в вертикальный канал, которая регулируется также заслонкой 10.

Поскольку две регулировки одновременно влияют на степень выделения легких примесей, необходимо выполнять их в определенной последовательности. Сначала при подаче семян необходимо уменьшить скорость воздушного потока до величины, при которой полнозернистые семена не будут выдуваться в осадочную камеру воздушной очистки, а затем, постепенно открывая заслонку 10, обеспечить такую подачу семян, чтобы при установленной скорости воздушного потока легкие примеси полностью выдувались из смеси и удалялись через люк 17. Перед началом работы регулируют специальными болтами наклон решетчатого барабана так, чтобы семена, скользя по решетам 20, 21 и 22, поступали в окно 19.

Привод механизмов осуществляется от электродвигателя 15 мощностью 1,7 кВт. Производительность машины при двукратной обработке семян сосны составляет около 18 кг/ч исходного материала и 8,4 кг/ч очищенных семян.

### **Ход работы**

1 Изучить назначение и общее устройство гидравлического подъемника АГП-12А.

2 Зарисовать общий вид подъемника.

3 Изучить назначение и устройство специализированного подъемника для сбора шишек ПСШ-1.

4 Зарисовать общий вид подъемника.

- 5 Изучить назначение и устройство стационарной шишкосушилки.
- 6 Изучить назначение и устройство семяочистительной машины МОС-1А.
- 7 Зарисовать общий вид семяочистительной машины.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каково устройство гидравлического подъемника АГП-12А?
- 2 Из каких основных сборочных единиц состоит подъемник ПСШ-1?
- 3 Каковы отличия между АГП-12А и ПСШ-1?
- 4 Каков порядок технологического процесса сбора семян с подъемника?
- 5 Каков порядок процесса сушки шишек?
- 6 Как работает семяочистительная машина МОС-1А?

### **Литература**

- 1 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 2. – С. 225—231.
- 2 Зинин, В. Ф. Технология и механизация лесохозяйственных работ : учебник для нач. проф. образования / В. Ф. Зинин, В. И. Казаков, О. Г. Климов; под ред. В. Г. Шаталова. – М. : Академия, 2004. – С. 7—20.
- 3 Набатов, Н. М. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ : учеб. пособие / Н. М. Набатов, В. В. Ильяков. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – С. 9—20.
- 4 Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства : справочник / В. Н. Винокуров [и др.]. – М. : МГУЛ, 2002. – С. 27—36.

## Перечень вопросов к контрольным работам

### *Контрольная работа № 1*

- 1 Что называется автомобилем, классификация автомобилей по различным признакам.
- 2 Что называется трактором, классификация тракторов по различным признакам.
- 3 Общее строение автомобиля. Назначение основных частей автомобиля.
- 4 Классификация двигателей внутреннего сгорания.
- 5 Назначение кривошипно-шатунного механизма и системы смазки двигателя.
- 6 Назначение механизма газораспределения и системы питания двигателя.
- 7 Назначение системы охлаждения и системы зажигания двигателя.
- 8 Дайте определение верхней и нижней мертвой точки. Что такое ход поршня и объем камеры сгорания.
- 9 Что называется рабочим и полным объемом цилиндра. Что такое степень сжатия.
- 10 Назначение, классификация и устройство коробки передач.
- 11 Назначение и составные элементы ходовой части автомобилей. Классификация автомобильных рам.
- 12 Назначение и классификация тормозных систем.
- 13 Объясните процессы, происходящие в карбюраторном и дизельном двигателе во время такта впуска и сжатия.
- 14 Объясните процессы, происходящие в карбюраторном и дизельном двигателе во время такта расширения и выпуска.
- 15 Порядок работы двигателя 1-3-4-2.
- 16 Порядок работы двигателя 1-2-4-3.

### *Контрольная работа № 2*

- 1 Устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев.
- 2 Назначение, устройство и работа стационарной шишкосушилки.
- 3 Назначение, устройство и работа машин для обескряливания семян.
- 4 Задачи и способы расчистки лесных площадей.
- 5 Назначение и устройство подборщика сучьев ПС-2,4.
- 6 Способы корчевки пней. Устройство КМ-1А.
- 7 Кусторезы: назначение, типы рабочих органов, устройство ДП-24.
- 8 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве.
- 9 Классификация почвообрабатывающих машин и орудий.
- 10 Классификация плугов по типу рабочего органа и скорости обработки почвы.
- 11 Классификация плугов по назначению.

- 12 Классификация плугов по числу корпусов и по принципу работы.
- 13 Основные и вспомогательные части лемешного плуга, их назначение.
- 14 Оборачиваемость пласта лемешным плугом.
- 15 Плуги для обработки различных почв, особенности их использования.
- 16 Назначение машин и орудий для поверхностной обработки почвы.

### ***Контрольная работа № 3***

- 1 Способы и схемы посева.
- 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к посеву и посевным машинам.
- 3 Классификация посевных машин.
- 4 Общая конструкция лесных сеялок и назначение частей сеялок.
- 5 Проверка сеялки на оптимальную норму высева семян в стационарных условиях.
- 6 Проверка сеялки на оптимальную норму высева семян в полевых условиях.
- 7 Лесотехнические требования к посадке.
- 8 Классификация посадочных машин.
- 9 Общая конструкция посадочных машин и назначение частей посадочных машин.
- 10 Устройство и работа лучевого посадочного аппарата.
- 11 Назначение и виды рубок ухода за лесом.
- 12 Классификация машин и орудий для рубок ухода и краткое их назначение.
- 13 Назначение и общее устройство безредукторных бензопил.
- 14 Назначение, устройство и работа кустореза-осветлителя КОМ-2,3.
- 15 Назначение, устройство и работа трелевочного трактора ТТР-401М.
- 16 Назначение, устройство и работа погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354.

### ***Контрольная работа № 4***

- 1 Способы полива.
- 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к орошению.
- 3 Классификация машин и установок для орошения.
- 4 Основные элементы дождевальных установок и машин.
- 5 Основные требования эксплуатации МТА.
- 6 Тяговые сопротивления основных машин.
- 7 Эксплуатационные показатели трактора.
- 8 Способы движения МТА.
- 9 Система планового технического обслуживания машин.

- 10 Ремонт и хранение машин.
- 11 Охрана труда и природы при эксплуатации МТП.
- 12 Экологические проблемы и пути их решения при эксплуатации МТП.

### **Перечень вопросов к экзамену**

- 1 Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС), основные механизмы и системы ДВС.
- 2 Основные понятия и определения двигателя.
- 3 Назначение и устройство кривошипно-шатунного и газораспределительного механизма.
- 4 Назначение и устройство системы охлаждения двигателя, системы питания карбюраторного двигателя.
- 5 Назначение и устройство системы смазки двигателя, системы питания дизельного двигателя.
- 6 Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя, работа двигателя с рядным расположением цилиндров.
- 7 Рабочий цикл четырехтактного дизельного двигателя, работа двигателя с рядным расположением цилиндров.
- 8 Общее строение трансмиссии, назначение, типы и устройство сцеплений.
- 9 Коробка передач: назначение, классификация и устройство.
- 10 Назначение рулевого управления, устройство и принцип работы рулевого управления с гидроусилителем руля.
- 11 Назначение и классификация тормозных систем, устройство и работа тормозных систем с гидравлическим, пневматическим и механическим приводами.
- 12 Классификация лесохозяйственных машин.
- 13 Способы сбора семян, устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев.
- 14 Машины для извлечения семян из шишек, обескрыливания и очистки семян, сортировки семян.
- 15 Требования охраны труда при сборе и обработке семян.
- 16 Задачи и способы расчистки лесных площадей.
- 17 Корчевальные машины, способы корчевки пней.
- 18 Подборщики сучьев, машины для понижения и фрезерования пней.
- 19 Охрана труда при корчевке пней и расчистке вырубок.
- 20 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве.
- 21 Лесотехнические требования, предъявляемые к орудиям и машинам для обработки почвы.
- 22 Плуги и их рабочие органы.
- 23 Плуги для обработки дренированных, временно переувлажненных и избыточно увлажненных почв.

- 24 Фрезы лесные и машины для поверхностной обработки почвы.
- 25 Охрана труда при обработке почвы.
- 26 Способы и схемы посева, лесотехнические требования, предъявляемые к посеву.
- 27 Способы посадки леса, лесотехнические требования к посадке.
- 28 Охрана труда при посеве семян и посадке леса.
- 29 Назначение и виды рубок ухода за лесом, классификация машин и орудий для рубок ухода.
- 30 Машины и оборудование для трелевки и транспортировки заготовленного леса.
- 31 Охрана труда при проведении рубок ухода.
- 32 Виды лесных пожаров и методы их тушения.
- 33 Классификация средств тушения лесных пожаров.
- 34 Пожарные мотопомпы, опрыскиватели и огнетушители.
- 35 Пожарные автомобили и лесопожарные агрегаты комплексного действия.
- 36 Способы полива, лесотехнические требования, предъявляемые к орошению.
- 37 Классификация машин и установок для орошения, основные элементы дождевальных установок и машин.
- 38 Технология срезания кустарника, корчевки, понижения пней и вспашки.
- 39 Технология посевных, лесопосадочных работ и культивации.
- 40 Технология рубок ухода за лесом в молодняках.
- 41 Технология рубок ухода за лесом в средневозрастных насаждениях.
- 42 Основные требования эксплуатации машинно-тракторных агрегатов.
- 43 Тяговые сопротивления основных машин.
- 44 Эксплуатационные показатели трактора.
- 45 Способы движения машинно-тракторных агрегатов, коэффициент рабочих ходов и факторы, его определяющие.
- 46 Производительность машинно-тракторных агрегатов и пути ее повышения, расчет количества машин в агрегате.
- 47 Расчетно-технологические карты на лесокультурные и лесохозяйственные работы.
- 48 Система планового технического обслуживания машин.
- 49 Ремонт и хранение машин.
- 50 Охрана труда и природы при эксплуатации машинно-тракторного парка, экологические проблемы и пути их решения при эксплуатации машинно-тракторного парка.
- 51 Оборачиваемость пласта почвы лемешным плугом.
- 52 Условия устойчивости плуга в работе.
- 53 Назначение и устройство стационарной шишкосушилки.
- 54 Устройство и работа кусторезов с пассивным рабочим органом.

- 55 Устройство и работа культиваторов для междурядной обработки и ухода за посевами.
- 56 Устройство и работа культиваторов для ухода за лесными культурами.
- 57 Устройство и работа высевающего аппарата катушечного типа.
- 58 Конструкция сеялок для питомников.
- 59 Конструкция сеялок для вырубков.
- 60 Установка сеялок на оптимальную норму высева семян.
- 61 Устройство и работа посадочных аппаратов.
- 62 Устройство и работа лесопосадочных машин для посадки сеянцев и саженцев в микропонижения.
- 63 Устройство и работа лесопосадочных машин для посадки сеянцев и саженцев в микроповышения.
- 64 Устройство и работа лесопосадочных машин с автоматической подачей сеянцев.
- 65 Устройство и работа безредукторных пил и ручных мотокусторезов.
- 66 Устройство и работа кусторезов с активным рабочим органом.
- 67 Устройство и принцип работы тракторов с чокерным оборудованием.
- 68 Устройство и принцип работы тракторов с бесчокерным трелевочным оборудованием.
- 69 Устройство и принцип работы погрузочно-транспортных машин (форвардеров).
- 70 Устройство и принцип работы центробежного и шестеренчатого насоса.

**Учреждение образования**  
**«Гомельский государственный университет**  
**имени Франциска Скорины»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
УО «ГГУ им. Ф. Скорины»

\_\_\_\_\_ И.В. Семченко  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_/р.

**МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ**

**Учебная программа для специальности**  
Специальность: 1-75 01 01 Лесное хозяйство

Факультет биологический

Кафедра лесохозяйственных дисциплин

Курс (курсы) 2 / 2 / 2,3

Семестр (семестры) 4 / 3,4 / 4,5

Лекции	44 час. / 14 час. / 4 час	Экзамен	4 / 4 / 5 семестр
Практические (семинарские занятия)	- / 8 час. / -	Зачет	-

Лабораторные занятия	44 час. / - / 4 час.	Курсовой проект, работа	4 / 4 / 5 семестр
----------------------	----------------------	-------------------------	-------------------

Всего аудиторных часов по дисциплине	88 час. / 22 час. / 8 час.
--------------------------------------	----------------------------

Всего часов по дисциплине	176 час.
---------------------------	----------

Форма получения высшего образования  
*дневная / заочная / заочная, интегрированная со средним специальным образованием*

Составили: Т.А. Колодий, ст. преподаватель, П.В. Колодий, доцент, к.с.-х.н.

Учебная программа составлена на основе типовой,  
утвержденной 4 августа 2009 года,  
регистрационный номер ТД – К.054 / тип.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта  
на заседании кафедры лесохозяйственных дисциплин

\_\_\_\_\_ 2014 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ М.С. Лазарева

Одобрена и рекомендована к утверждению методическим советом биоло-  
гического факультета

\_\_\_\_\_ 2014 г., протокол № \_\_\_\_\_

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ**

доцент \_\_\_\_\_ Н.Г. Галиновский

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Одним из важнейших условий для осуществления мероприятий по совершенствованию работы лесного хозяйства является внедрение комплексной механизации во все основные и вспомогательные процессы лесохозяйственного и лесокультурного производства. Особенно большое значение имеет механизация наиболее тяжелых и трудоемких работ, к которым могут быть отнесены прежде всего: подготовка почвы под лесные культуры, мелиорация лесных площадей, расчистка площадей от кустарников и деревьев, уборка порубочных остатков, посев и посадка леса по вырубкам и гарям, сбор и обработка семян древесно-кустарниковых пород и т. п.

Большое значение также имеет правильный выбор тяговой и навесной машин и рациональное использование машинно-тракторных агрегатов, что зависит от квалификации инженерно-технических кадров, работающих в лесном хозяйстве.

В настоящее время в лесном хозяйстве эксплуатируются тысячи тракторов, технологических машин, орудий и механизмов, парк лесхозов все время пополняется новыми, более совершенными агрегатами. Поэтому глубокое изучение применяемой в лесном хозяйстве техники является крайне необходимым как для студентов всех форм обучения, так и для специалистов, работающих в лесном хозяйстве.

**Целью изучения дисциплины компонента учреждения высшего образования** является профессиональная подготовка инженеров лесного хозяйства, получение знаний в области механизации по теории, устройству и особенностям эксплуатации техники на предприятиях лесного хозяйства, освоению ими новых, прогрессивных механизированных методов выполнения технологических операций по всем видам лесохозяйственной деятельности.

**Основными задачами дисциплины компонента учреждения высшего образования являются:**

- приобретение студентами теоретических и практических знаний в области эксплуатации механизмов, применяемых в лесном хозяйстве;
- получение навыков комплектования машино-тракторных агрегатов на основе современных технических средств для лесного хозяйства.

Процесс изучения дисциплины «Механизация лесохозяйственных работ» направлен на формирование элементов ниже изложенных компетенций.

**В результате изучения дисциплины компонента учреждения высшего образования студент-выпускник должен знать:**

- перспективные направления развития лесного машиностроения и механизации лесного хозяйства;
- современные технологии выполнения лесохозяйственных работ;

- устройство и особенности эксплуатации машин и оборудования;

**уметь:**

- решать вопросы по расчету и комплектованию машинно-тракторных агрегатов и парка машин лесохозяйственных предприятий;
- эффективно организовывать технологический процесс выполнения механизированных работ и осуществлять производственную и техническую эксплуатацию машин и механизмов;
- совершенствовать технологию и обеспечивать эффективную работу машинно-тракторных агрегатов.

В содержание дисциплины компонента учреждения высшего образования входят: основы теории, конструкция и работа тракторов и автомобилей, лесохозяйственных машин и орудий, а также эксплуатация машинно-тракторного парка в лесном хозяйстве. В процессе преподавания должны быть освящены вопросы достижений отечественной и зарубежной науки и производства.

Материал дисциплины компонента учреждения высшего образования основывается на ранее полученных студентами знаниях по таким дисциплинам, как «Высшая математика», «Физика», «Инженерная и машинная графика», «Охрана окружающей среды», «Почвоведение».

Изучение данной дисциплины предусмотрено для студентов биологического факультета специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» дневной, заочной и заочной, интегрированной со средним специальным образованием форм обучения.

Для дневной формы обучения общее количество часов — 176 (4 зачетные единицы); аудиторное количество часов — 88, из них: лекции — 36, лабораторные занятия — 44. Форма отчётности — экзамен в 4 семестре. СУРС – 8 часов.

Для заочной формы обучения общее количество часов — 176 (4 зачетные единицы); аудиторное количество часов — 22, из них: лекции — 14, практические занятия — 8. Форма отчётности — экзамен в 4 семестре.

Для заочной, интегрированной со средним специальным образованием формы обучения общее количество часов – 176 (4 зачетные единицы); из них: аудиторных – 8, лекции – 4, лабораторные занятия – 4. Форма отчётности – экзамен в 5 семестре.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Раздел 1 Тракторы и автомобили**

#### **Тема 1.1 Типы автотракторной техники и их классификация**

Особенности использования тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве. История развития автомобиле- и тракторостроения. Классификация автомобилей и тракторов. Потребность тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве.

#### **Тема 1.2 Основные узлы трактора и автомобиля**

Общее строение тракторов. Общее строение автомобилей. Назначение двигателя, трансмиссии, ходовой части, органов управления. Рабочее и вспомогательное оборудование. Взаимное размещение агрегатов и узлов автомобиля и трактора.

#### **Тема 1.3 Двигатели внутреннего сгорания**

Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Основные механизмы и системы ДВС. Основные понятия и определения двигателя.

#### **Тема 1.4 Рабочие циклы двигателей**

Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного и дизельного двигателя. Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя. Сравнение дизельных и карбюраторных двигателей. Работа двигателя с рядным расположением цилиндров.

#### **Тема 1.5 Силовая передача**

Назначение и типы трансмиссий. Общее строение трансмиссии. Назначение, типы и устройство сцеплений. Коробка передач: назначение, классификация и устройство. Карданная передача. Промежуточные соединения. Назначение, строение и работа главной передачи.

#### **Тема 1.6 Ходовая часть**

Назначение и устройство ходовой части автомобилей. Назначение и устройство ходовой части колесных тракторов. Назначение и устройство ходовой части гусеничных тракторов.

#### **Тема 1.7 Механизмы управления**

Назначение рулевого управления. Устройство и принцип работы рулевого управления с гидроусилителем руля. Назначение и классификация тормозных систем. Тормозные системы с гидравлическим, пневматическим и механическим приводами.

### **Раздел 2 Машины и оборудование лесного хозяйства**

#### **Тема 2.1 Механизация лесохозяйственной деятельности**

Задачи механизации процессов лесохозяйственной деятельности. Технологические процессы в лесном хозяйстве. Механизация лесохозяйственной деятельности. Классификация лесохозяйственных машин.

#### **Тема 2.2 Технология и машины для сбора и переработки лесных семян**

Способы сбора семян. Устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев. Машины для извлечения семян из шишек. Шишкосушилки. Машины для обескрыливания, очистки и сортировки семян. Требования безопасности труда при сборе и обработке семян.

#### **Тема 2.3 Машины для расчистки лесных площадей**

Задачи и способы расчистки лесных площадей. Способы корчевки пней. Корчевальные машины. Подборщики сучьев. Машины для понижения и фрезерования пней. Кусторезы. Техника безопасности при корчевке пней и расчистке вырубок.

#### **Тема 2.4 Обработка почвы в лесном хозяйстве**

Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве. Лесотехнические требования, предъявляемые к почвообрабатывающим орудиям и машинам.

#### **Тема 2.5 Почвообрабатывающие машины и механизмы**

Плуги и их рабочие органы. Плуги для обработки дренированных, временно переувлажняемых и избыточно увлажненных почв. Фрезы лесные. Машины для поверхностной обработки почвы. Техника безопасности при обработке почвы.

#### **Тема 2.6 Посевные машины**

Способы и схемы посева. Лесотехнические требования, предъявляемые к посеву семян. Конструкции лесных сеялок.

#### **Тема 2.7 Лесопосадочные машины и ямокопатели**

Способы посадки леса. Лесотехнические требования к посадке леса. Конструкции лесопосадочных машин и ямокопателей. Требования безопасности труда при посеве семян и посадке леса.

#### **Тема 2.8 Машины для проведения рубок ухода за лесом**

Назначение и виды рубок ухода за лесом. Классификация машин и орудий для рубок ухода. Моторизованные инструменты. Моторизованные агрегаты. Машины и оборудование для трелевки и транспорта заготовленного леса. Техника безопасности при проведении рубок ухода.

#### **Тема 2.9 Машины для тушения лесных пожаров**

Виды лесных пожаров и методы их тушения. Классификация средств тушения лесных пожаров. Плуги, канавокопатели, фрезерные полосопрокладыватели и грунтометы. Пожарные насосы и мотопомпы. Опрыскиватели и огнетушители. Пожарные автомобили. Лесопожарные агрегаты комплексного действия.

#### **Тема 2.10 Машины для борьбы с вредителями и болезнями леса**

Задачи и способы защиты леса от вредителей и болезней. Классификация машин и аппаратов для защиты растений. Опрыскиватели и опыливатели. Аэрозольные генераторы. Организация работ при химической защите растений.

#### **Тема 2.11 Машины для внесения удобрения в почву**

Общие сведения об удобрениях, классификация машин для внесения удобрений. Машины для внесения твердых органических и минеральных удобрений. Машины для внесения жидких органических и минеральных удобрений. Охрана труда при работе с минеральными удобрениями.

#### **Тема 2.12 Дождевальные машины**

Способы полива. Лесотехнические требования, предъявляемые к поливу, режим и норма полива. Основные элементы дождевальных установок и машин.

### **Раздел 3 Использование машин в лесном хозяйстве**

#### **Тема 3.1 Энергетические средства современного лесного хозяйства**

Тракторы и автомобили, используемые в лесном хозяйстве. Эксплуатационные показатели трактора. Машинно-тракторные агрегаты и их классификация. Комплектование машинно-тракторных агрегатов.

#### **Тема 3.2 Эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов**

Основные направления расчетов машинно-тракторных агрегатов. Тяговые сопротивления основных машин. Расчет количества машин в агрегате. Способы движения машинно-тракторных агрегатов. Расчет производительности машинно-тракторных агрегатов. Определение потребного количества машинно-тракторных агрегатов. Показатели использования машинно-тракторного парка.

#### **Тема 3.3 Техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов**

Техническое обслуживание лесохозяйственных тракторов и машин. Ремонт и хранение лесохозяйственных машин. Расчет топливно-смазочных материалов. График машиноиспользования. Охрана труда и природы при эксплуатации машинно-тракторных парков.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДЛЯ ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	контролируемая самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	<b>Тракторы и автомобили</b>	<b>12</b>	-	<b>14</b>	<b>2</b>		
<b>1.1</b>	<b><i>Типы автотракторной техники и их классификация</i></b> 1 Особенности использования тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве. 2 История развития автомобиле- и тракторостроения. 3 Классификация автомобилей и тракторов. 4 Потребность тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве.	<b>2</b>	-	-	-	[1] [3] [4]	
<b>1.2</b>	<b><i>Основные узлы трактора и автомобиля</i></b> 1 Общее строение тракторов и автомобилей. 2 Назначение двигателя, трансмиссии, ходовой части, органов управления. 3 Рабочее и вспомогательное оборудование. 4 Взаимное размещение агрегатов и узлов автомобиля и трактора.	<b>2</b>	-	-	-	[1] [3] [4]	
<b>1.3</b>	<b><i>Двигатели внутреннего сгорания</i></b> 1 Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 2 Основные механизмы и системы ДВС. 3 Основные понятия и определения двигателя.	<b>2</b>	-	<b>10</b>	-	[1] [3] [4]	Защита отчетов по лабораторной работе

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1.4</b>	<b>Рабочие циклы двигателей</b> 1 Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного и дизельного двигателя. 2 Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя. 3 Сравнение дизельных и карбюраторных двигателей. 4 Работа двигателя с рядным расположением цилиндров.	<b>2</b>	-	-	-	[1] [3] [4]	
<b>1.5</b>	<b>Силовая передача</b> 1 Назначение и типы трансмиссий, общее строение трансмиссии. 2 Назначение, типы и устройство сцеплений. 3 Коробка передач: назначение, классификация и устройство. 4 Карданная передача, промежуточные соединения.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[1] [3] [4]	Защита отчетов по лабораторной работе
<b>1.6</b>	<b>Ходовая часть</b> 1 Назначение и устройство ходовой части автомобилей. 2 Назначение и устройство ходовой части колесных тракторов. 3 Назначение и устройство ходовой части гусеничных тракторов.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[1] [3] [4]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>1.7</b>	<b>Механизмы управления</b> 1 Назначение рулевого управления. 2 Устройство и принцип работы рулевого управления с гидросилителем руля. 3 Назначение и классификация тормозных систем. 4 Тормозные системы с гидравлическим, пневматическим и механическим приводами.	-	-	-	<b>2</b>	[1] [3] [4]	
	<i>Текущий контроль успеваемости студентов по разделу № 1</i>						<i>Контрольная работа</i>

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2</b>	<b>Машины и оборудование лесного хозяйства</b>	<b>20</b>	-	<b>18</b>	<b>4</b>		
<b>2.1</b>	<b>Механизация лесохозяйственной деятельности</b> 1 Задачи механизации процессов лесохозяйственной деятельности. 2 Технологические процессы в лесном хозяйстве. 3 Механизация лесохозяйственной деятельности. 4 Классификация лесохозяйственных машин.	<b>2</b>	-	-	-	[2] [5] [6]	
<b>2.2</b>	<b>Технология и машины для сбора и переработки лесных семян</b> 1 Способы сбора семян, устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев. 2 Машины для извлечения семян из шишек. 3 Машины для обескрыливания, очистки и сортировки семян. 4 Требования безопасности труда при сборе и обработке семян.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе
<b>2.3</b>	<b>Машины для расчистки лесных площадей</b> 1 Задачи и способы расчистки лесных площадей. 2 Способы корчевки пней, корчевальные машины. 3 Подборщики сучьев, машины для понижения и фрезерования пней, кусторезы. 4 Техника безопасности при корчевке пней и расчистке вырубок.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>2.4</b>	<b>Обработка почвы в лесном хозяйстве</b> 1 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к почвообрабатывающим орудиям и машинам.	<b>2</b>	-	-	-	[2] [5] [6] [7]	
<b>2.5</b>	<b>Почвообрабатывающие машины и орудия</b> 1 Плуги и их рабочие органы. 2 Плуги для обработки дренированных, временно переувлажняемых и избыточно увлажненных почв. 3 Почвенные фрезы и машины для поверхностной обработки почвы.	<b>2</b>	-	<b>4</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе.

	4 Техника безопасности при обработке почвы.						
1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>Текущий контроль успеваемости студентов по теме № 2.1-2.5.</i>						<i>Контрольная работа</i>
<b>2.6</b>	<b><i>Посевные машины</i></b> 1 Способы и схемы посева. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к посеву семян. 3 Конструкции лесных сеялок.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>2.7</b>	<b><i>Лесопосадочные машины и ямокопатели</i></b> 1 Способы посадки леса. 2 Лесотехнические требования к посадке леса. 3 Конструкции лесопосадочных машин и ямокопателей. 4 Требования безопасности труда при посеве семян и посадке леса.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>2.8</b>	<b><i>Машины для проведения рубок ухода за лесом</i></b> 1 Назначение и виды рубок ухода за лесом. 2 Классификация машин и орудий для рубок ухода. 3 Моторизованные инструменты и моторизованные агрегаты. 4 Машины и оборудование для трелевки и транспорта заготовленного леса. 5 Техника безопасности при проведении рубок ухода.	<b>2</b>	-	<b>4</b>	-	[2] [5] [7] [8]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>2.9</b>	<b><i>Машины для тушения лесных пожаров</i></b> 1 Виды лесных пожаров и методы их тушения. 2 Классификация средств тушения лесных пожаров. 3 Плуги, канавокопатели, фрезерные полосопрокладыватели и грунтометы. 4 Пожарные насосы и мотопомпы. Опрыскиватели и огнетушители. 5 Пожарные автомобили. Лесопожарные агрегаты комплексного действия.	<b>2</b>	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [7] [8]	Защита отчетов по лабораторной работе.

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.10</b>	<b>Машины для борьбы с вредителями и болезнями леса</b> 1 Задачи и способы защиты леса от вредителей и болезней. 2 Классификация машин и аппаратов для защиты растений. 3 Опрыскиватели и опыливатели. Аэрозольные генераторы. 4 Организация работ при химической защите растений.	-	-	-	2	[2] [5] [7] [8]	
<b>2.11</b>	<b>Машины для внесения удобрения в почву</b> 1 Общие сведения об удобрениях, классификация машин для внесения удобрений. 2 Машины для внесения твердых органических и минеральных удобрений. 3 Машины для внесения жидких органических и минеральных удобрений. 4 Охрана труда при работе с минеральными удобрениями.	-	-	-	2	[2] [5] [7] [8]	
<b>2.12</b>	<b>Дождевальные машины</b> 1 Способы полива. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к поливу. 3 Режим и норма полива. 4 Основные элементы дождевальных установок и машин.	2	-	-	-	[2] [5] [7] [8]	
	<i>Текущий контроль успеваемости студентов по теме № 2.6-2.12.</i>						<i>Контрольная работа</i>
<b>3</b>	<b>Использование машин в лесном хозяйстве</b>	<b>4</b>	-	<b>12</b>	<b>2</b>		
<b>3.1</b>	<b>Энергетические средства современного лесного хозяйства</b> 1 Тракторы и автомобили, используемые в лесном хозяйстве. 2 Эксплуатационные показатели трактора. 3 Машинно-тракторные агрегаты и их классификация. 4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов.	2	-	-	-	[2] [8] [12] [15]	

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>3.2</b>	<b>Эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов</b> 1 Основные направления расчетов машинно-тракторных агрегатов. 2 Тяговые сопротивления основных машин. Расчет количества машин в агрегате. 3 Способы движения машинно-тракторных агрегатов. 4 Расчет производительности машинно-тракторных агрегатов. Определение потребного количества машинно-тракторных агрегатов. 5 Показатели использования машинно-тракторного парка.	<b>2</b>	-	<b>8</b>	-	[2] [8] [12] [15]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>3.3</b>	<b>Техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов</b> 1 Техническое обслуживание лесохозяйственных тракторов и машин. 2 Ремонт и хранение лесохозяйственных машин. 3 Расчет топливно-смазочных материалов. График машиноиспользования. 4 Охрана труда и природы при эксплуатации машинно-тракторных парков.	-	-	<b>4</b>	<b>2</b>	[2] [8] [12] [15]	Защита отчетов по лабораторной работе.
	<i>Текущий контроль успеваемости студентов по разделу № 3.</i>						<i>Контрольная работа</i>
	<b>Итого</b>	<b>36</b>	-	<b>44</b>	<b>8</b>		<b>Экзамен</b>

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	контролируемая самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	<b>Тракторы и автомобили</b>	<b>2</b>	-	-	-		
<b>1.1</b>	<b>Типы автотракторной техники и их классификация</b> 1 Особенности использования тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве. 2 История развития автомобиле- и тракторостроения. 3 Классификация автомобилей и тракторов. 4 Потребность тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.2</b>	<b>Основные узлы трактора и автомобиля</b> 1 Общее строение тракторов и автомобилей. 2 Назначение двигателя, трансмиссии, ходовой части, органов управления. 3 Рабочее и вспомогательное оборудование. 4 Взаимное размещение агрегатов и узлов автомобиля и трактора.	<b>2</b>	-	-	-	[1] [3] [4]	
<b>1.3</b>	<b>Двигатели внутреннего сгорания</b>	Самостоятельное изучение				[1]	

	1 Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 2 Основные механизмы и системы ДВС. 3 Основные понятия и определения двигателя.		[3] [4]	
--	--	--	------------	--

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1.4</b>	<b>Рабочие циклы двигателей</b> 1 Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного и дизельного двигателя. 2 Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя. 3 Сравнение дизельных и карбюраторных двигателей. 4 Работа двигателя с рядным расположением цилиндров.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.5</b>	<b>Силовая передача</b> 1 Назначение и типы трансмиссий, общее строение трансмиссии. 2 Назначение, типы и устройство сцеплений. 3 Коробка передач: назначение, классификация и устройство. 4 Карданная передача, промежуточные соединения.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.6</b>	<b>Ходовая часть</b> 1 Назначение и устройство ходовой части автомобилей. 2 Назначение и устройство ходовой части колесных тракторов. 3 Назначение и устройство ходовой части гусеничных тракторов.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.7</b>	<b>Механизмы управления</b> 1 Назначение рулевого управления. 2 Устройство и принцип работы рулевого управления с гидроусилителем руля. 3 Назначение и классификация тормозных систем. 4 Тормозные системы с гидравлическим, пневматическим и механическим приводами.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>2</b>	<b>Машины и оборудование лесного хозяйства</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	-	-		
<b>2.1</b>	<b>Механизация лесохозяйственной деятельности</b>	<b>2</b>	-	-	-	[2]	

	1 Задачи механизации процессов лесохозяйственной деятельности. 2 Технологические процессы в лесном хозяйстве. 3 Механизация лесохозяйственной деятельности. 4 Классификация лесохозяйственных машин.					[5] [6]	
--	---	--	--	--	--	------------	--

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.2</b>	<b><i>Технология и машины для сбора и переработки лесных семян</i></b> 1 Способы сбора семян, устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев. 2 Машины для извлечения семян из шишек. 3 Машины для обескрыливания, очистки и сортировки семян. 4 Требования безопасности труда при сборе и обработке семян.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>2.3</b>	<b><i>Машины для расчистки лесных площадей</i></b> 1 Задачи и способы расчистки лесных площадей. 2 Способы корчевки пней, корчевальные машины. 3 Подборщики сучьев, машины для понижения и фрезерования пней, кусторезы. 4 Техника безопасности при корчевке пней и расчистке вырубок.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>2.4</b>	<b><i>Обработка почвы в лесном хозяйстве</i></b> 1 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к почвообрабатывающим орудиям и машинам.	<b>2</b>	-	-	-	[2] [5] [6] [7]	
<b>2.5</b>	<b><i>Почвообрабатывающие машины и орудия</i></b> 1 Плуги и их рабочие органы. 2 Плуги для обработки дренированных, временно переувлажняемых и избыточно увлажненных почв. 3 Почвенные фрезы и машины для поверхностной обработки почвы. 4 Техника безопасности при обработке почвы.	-	<b>2</b>	-	-	[2] [5] [6] [7]	

<b>2.6</b>	<b>Посевные машины</b> 1 Способы и схемы посева. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к посеву семян. 3 Конструкции лесных сеялок.	<b>2</b>	-	-	-	[2] [5] [6] [7]	
------------	--	----------	---	---	---	--------------------------	--

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.7</b>	<b>Лесопосадочные машины и ямокопатели</b> 1 Способы посадки леса. 2 Лесотехнические требования к посадке леса. 3 Конструкции лесопосадочных машин и ямокопателей. 4 Требования безопасности труда при посеве семян и посадке леса.	-	<b>2</b>	-	-	[2] [5] [6] [7]	
<b>2.8</b>	<b>Машины для проведения рубок ухода за лесом</b> 1 Назначение и виды рубок ухода за лесом. 2 Классификация машин и орудий для рубок ухода. 3 Моторизованные инструменты и моторизованные агрегаты. 4 Машины и оборудование для трелевки и транспорта заготовленного леса. 5 Техника безопасности при проведении рубок ухода.	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-	[2] [5] [7] [8]	
<b>2.9</b>	<b>Машины для тушения лесных пожаров</b> 1 Виды лесных пожаров и методы их тушения. 2 Классификация средств тушения лесных пожаров. 3 Плуги, канавокопатели, фрезерные полосопрокладыватели и грунтометы. 4 Пожарные насосы и мотопомпы. Опрыскиватели и огнетушители. 5 Пожарные автомобили. Лесопожарные агрегаты комплексного действия.	<b>2</b>	-	-	-	[2] [5] [7] [8]	
<b>2.10</b>	<b>Машины для борьбы с вредителями и болезнями леса</b>	Самостоятельное изучение				[2]	

	1 Задачи и способы защиты леса от вредителей и болезней. 2 Классификация машин и аппаратов для защиты растений. 3 Опрыскиватели и опыливатели. Аэрозольные генераторы. 4 Организация работ при химической защите растений.		[5] [7] [8]	
--	---	--	-------------------	--

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.11</b>	<b>Машины для внесения удобрения в почву</b> 1 Общие сведения об удобрениях, классификация машин для внесения удобрений. 2 Машины для внесения твердых органических и минеральных удобрений. 3 Машины для внесения жидких органических и минеральных удобрений. 4 Охрана труда при работе с минеральными удобрениями.	Самостоятельное изучение				[2] [5] [7] [8]	
<b>2.12</b>	<b>Дождевальные машины</b> 1 Способы полива. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к поливу. 3 Режим и норма полива. 4 Основные элементы дождевальных установок и машин.	Самостоятельное изучение				[2] [5] [7] [8]	
	<b>Итого за 3 семестр</b>	<b>12</b>	<b>6</b>				
<b>3</b>	<b>Использование машин в лесном хозяйстве</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				
<b>3.1</b>	<b>Энергетические средства современного лесного хозяйства</b> 1 Тракторы и автомобили, используемые в лесном хозяйстве. 2 Эксплуатационные показатели трактора. 3 Машинно-тракторные агрегаты и их классификация. 4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов.	Самостоятельное изучение				[2] [8] [12] [15]	
<b>3.2</b>	<b>Эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов</b> 1 Основные направления расчетов машинно-тракторных агрегатов.	<b>2</b>	<b>2</b>		-	[2] [8] [12] [15]	

	2 Тяговые сопротивления основных машин. Расчет количества машин в агрегате. 3 Способы движения машинно-тракторных агрегатов. 4 Расчет производительности машинно-тракторных агрегатов. Определение потребного количества машинно-тракторных агрегатов. 5 Показатели использования машинно-тракторного парка.						
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>3.3</b>	<b>Техническое обслуживание агрегатов</b> 1 Техническое обслуживание лесохозяйственных тракторов и машин. 2 Ремонт и хранение лесохозяйственных машин. 3 Расчет топливно-смазочных материалов. График машиноиспользования. 4 Охрана труда и природы при эксплуатации машинно-тракторных парков.	Самостоятельное изучение				[2] [8] [12] [15]	
	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-		<b>Экзамен</b>

Ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ Т.А. Колодий

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДЛЯ ЗАОЧНОЙ, ИНТЕГРИРОВАННОЙ  
СО СРЕДНИМ СПЕЦИАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	контролируемая самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	<b>Тракторы и автомобили</b>	-	-	-	-		
<b>1.1</b>	<b><i>Типы автотракторной техники и их классификация</i></b> 1 Особенности использования тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве. 2 История развития автомобиле- и тракторостроения. 3 Классификация автомобилей и тракторов. 4 Потребность тракторов и автомобилей в лесном хозяйстве.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.2</b>	<b><i>Основные узлы трактора и автомобиля</i></b> 1 Общее строение тракторов и автомобилей. 2 Назначение двигателя, трансмиссии, ходовой части, органов	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	

	управления. 3 Рабочее и вспомогательное оборудование. 4 Взаимное размещение агрегатов и узлов автомобиля и трактора.			
<b>1.3</b>	<b><i>Двигатели внутреннего сгорания</i></b> 1 Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 2 Основные механизмы и системы ДВС. 3 Основные понятия и определения двигателя.	Самостоятельное изучение	[1] [3] [4]	

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1.4</b>	<b><i>Рабочие циклы двигателей</i></b> 1 Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного и дизельного двигателя. 2 Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя. 3 Сравнение дизельных и карбюраторных двигателей. 4 Работа двигателя с рядным расположением цилиндров.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.5</b>	<b><i>Силовая передача</i></b> 1 Назначение и типы трансмиссий, общее строение трансмиссии. 2 Назначение, типы и устройство сцеплений. 3 Коробка передач: назначение, классификация и устройство. 4 Карданная передача, промежуточные соединения.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.6</b>	<b><i>Ходовая часть</i></b> 1 Назначение и устройство ходовой части автомобилей. 2 Назначение и устройство ходовой части колесных тракторов. 3 Назначение и устройство ходовой части гусеничных тракторов.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>1.7</b>	<b><i>Механизмы управления</i></b> 1 Назначение рулевого управления. 2 Устройство и принцип работы рулевого управления с гидроусилителем руля. 3 Назначение и классификация тормозных систем. 4 Тормозные системы с гидравлическим, пневматическим и механическим приводами.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	

<b>2</b>	<b>Машины и оборудование лесного хозяйства</b>	<b>2</b>	-	<b>4</b>	-		
<b>2.1</b>	<b>Механизация лесохозяйственной деятельности</b> 1 Задачи механизации процессов лесохозяйственной деятельности. 2 Технологические процессы в лесном хозяйстве. 3 Механизация лесохозяйственной деятельности. 4 Классификация лесохозяйственных машин.	<b>2</b>	-	-	-	[2] [5] [6]	

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.2</b>	<b>Технология и машины для сбора и переработки лесных семян</b> 1 Способы сбора семян, устройства и приспособления для подъема сборщиков в крону деревьев. 2 Машины для извлечения семян из шишек. 3 Машины для обескрыливания, очистки и сортировки семян. 4 Требования безопасности труда при сборе и обработке семян.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>2.3</b>	<b>Машины для расчистки лесных площадей</b> 1 Задачи и способы расчистки лесных площадей. 2 Способы корчевки пней, корчевальные машины. 3 Подборщики сучьев, машины для понижения и фрезерования пней, кусторезы. 4 Техника безопасности при корчевке пней и расчистке вырубок.	Самостоятельное изучение				[1] [3] [4]	
<b>2.4</b>	<b>Обработка почвы в лесном хозяйстве</b> 1 Способы и виды обработки почвы в лесном хозяйстве. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к почвообрабатывающим орудиям и машинам.	Самостоятельное изучение				[2] [5] [6] [7]	
<b>2.5</b>	<b>Почвообрабатывающие машины и орудия</b> 1 Плуги и их рабочие органы. 2 Плуги для обработки дренированных, временно переувлажненных и избыточно увлажненных почв. 3 Почвенные фрезы и машины для поверхностной обработки	-	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе.

	почвы. 4 Техника безопасности при обработке почвы.						
<b>2.6</b>	<b>Посевные машины</b> 1 Способы и схемы посева. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к посеву семян. 3 Конструкции лесных сеялок.	Самостоятельное изучение			[2] [5] [6] [7]		

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.7</b>	<b>Лесопосадочные машины и ямокопатели</b> 1 Способы посадки леса. 2 Лесотехнические требования к посадке леса. 3 Конструкции лесопосадочных машин и ямокопателей. 4 Требования безопасности труда при посеве семян и посадке леса.	-	-	<b>2</b>	-	[2] [5] [6] [7]	Защита отчетов по лабораторной работе.
<b>2.8</b>	<b>Машины для проведения рубок ухода за лесом</b> 1 Назначение и виды рубок ухода за лесом. 2 Классификация машин и орудий для рубок ухода. 3 Моторизованные инструменты и моторизованные агрегаты. 4 Машины и оборудование для трелевки и транспорта заготовленного леса. 5 Техника безопасности при проведении рубок ухода.	Самостоятельное изучение			[2] [5] [7] [8]		
<b>2.9</b>	<b>Машины для тушения лесных пожаров</b> 1 Виды лесных пожаров и методы их тушения. 2 Классификация средств тушения лесных пожаров. 3 Плуги, канавокопатели, фрезерные полосопрокладыватели и грунтометы. 4 Пожарные насосы и мотопомпы. Опрыскиватели и огнетушители.	Самостоятельное изучение			[2] [5] [7] [8]		

	5 Пожарные автомобили. Лесопожарные агрегаты комплексного действия.			
<b>2.10</b>	<b>Машины для борьбы с вредителями и болезнями леса</b> 1 Задачи и способы защиты леса от вредителей и болезней. 2 Классификация машин и аппаратов для защиты растений. 3 Опрыскиватели и опыливатели. Аэрозольные генераторы. 4 Организация работ при химической защите растений.	Самостоятельное изучение	[2] [5] [7] [8]	

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2.11</b>	<b>Машины для внесения удобрений в почву</b> 1 Общие сведения об удобрениях, классификация машин для внесения удобрений. 2 Машины для внесения твердых органических и минеральных удобрений. 3 Машины для внесения жидких органических и минеральных удобрений. 4 Охрана труда при работе с минеральными удобрениями.	Самостоятельное изучение				[2] [5] [7] [8]	
<b>2.12</b>	<b>Дождевальные машины</b> 1 Способы полива. 2 Лесотехнические требования, предъявляемые к поливу. 3 Режим и норма полива. 4 Основные элементы дождевальных установок и машин.	Самостоятельное изучение				[2] [5] [7] [8]	
	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			
<b>3</b>	<b>Использование машин в лесном хозяйстве</b>	<b>2</b>					
<b>3.1</b>	<b>Энергетические средства современного лесного хозяйства</b> 1 Тракторы и автомобили, используемые в лесном хозяйстве. 2 Эксплуатационные показатели трактора. 3 Машинно-тракторные агрегаты и их классификация. 4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов.	Самостоятельное изучение				[2] [8] [12] [15]	

3.2	<b>Эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов</b> 1 Основные направления расчетов машинно-тракторных агрегатов. 2 Тяговые сопротивления основных машин. Расчет количества машин в агрегате. 3 Способы движения машинно-тракторных агрегатов. 4 Расчет производительности машинно-тракторных агрегатов. Определение необходимого количества машинно-тракторных агрегатов. 5 Показатели использования машинно-тракторного парка.	2	-	-	-	[2] [8] [12] [15]	
1	2	3	4	5	6	7	8
3.3	<b>Техническое обслуживание агрегатов</b> 1 Техническое обслуживание лесохозяйственных тракторов и машин. 2 Ремонт и хранение лесохозяйственных машин. 3 Расчет топливно-смазочных материалов. График машиноиспользования. 4 Охрана труда и природы при эксплуатации машинно-тракторных парков.		Самостоятельное изучение			[2] [8] [12] [15]	
	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>2</b>	-	-	-		<b>Экзамен</b>

Ст. преподаватель \_\_\_\_\_

Т.А. Колодий

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Примерный перечень лабораторных работ

1. Устройство кривошипно-шатунного механизма.
2. Устройство газораспределительного механизма.
3. Устройство системы охлаждения.
4. Устройство системы смазки.
5. Устройство системы питания карбюраторного и дизельного двигателей.
6. Устройство трансмиссии.
7. Устройство ходовой части и механизмов управления автомобилей.
8. Устройство машин для сбора и обработки лесных семян.
9. Устройство и работа машин для расчистки лесных площадей.
10. Устройство и работа машин и орудий для обработки почвы.
11. Устройство и работа лесных сеялок.
12. Устройство и работа лесопосадочных машин.
13. Устройство и работа культиваторов.
14. Устройство машин и механизмов для проведения рубок ухода за лесом в молодых насаждениях.
15. Устройство машин и механизмов для проведения рубок ухода за лесом в средне-возрастных насаждениях.
16. Устройство и работа машин для тушения лесных пожаров.
17. Исследование тяговых сопротивлений лесохозяйственных машин.
18. Исследование потребной мощности орудий с активным рабочим органом.
19. Исследование скоростных режимов и комплектования МТА.
20. Исследование производительности и количества МТА.
21. Составление РТК на выполнение лесохозяйственных работ.
22. Построение графика машиноиспользования.

### Перечень практических занятий

1. Почвообрабатывающие машины. Расчет эксплуатационных показателей.
2. Лесопосадочные машины. Способы посадки лесных культур. Расчет эксплуатационных показателей.
3. Машины и механизмы для рубок ухода за лесом. Расчет эксплуатационных показателей.
4. Комплектование машинно-тракторных агрегатов.

### Рекомендуемые формы контроля знаний

1. Устный опрос.
2. Контрольные работы.
3. Защита отчетов по лабораторным работам.

### Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Общее устройство автомобиля и трактора, устройство и работа двигателя внутреннего сгорания.
2. Сбор, обработка семян, посев и посадка леса.
3. Уход за лесом, борьба с вредителями, болезнями и лесными пожарами.
4. Эксплуатация машинно-тракторного парка.

## Рекомендуемая литература

### Основная

1 Колодий, П.В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство»: в 2 ч. Часть 1 / П.В. Колодий, Т.А. Колодий; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 232 с.

2 Колодий, П.В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство»: в 2 ч. Часть 2 / П.В. Колодий, Т.А. Колодий; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 340 с.

3 Силаев, Г.В. Тракторы и автомобили с основами теоретической механики: учебник / Г.В. Силаев. – М.: МГУЛ, 2003.

4 Роговцев, В.Л. Автомобили и тракторы / В.Л. Роговцев. – М.: Транспорт, 1986.

5 Зинин, В.Ф. Технология и механизация лесохозяйственных работ: учебник для нач. проф. образования / В.Ф. Зинин, В.И. Казаков, О.Г. Климов. – М.: Академия, 2004.

6 Ильяков, В.В. Технология и машины лесовосстановительных работ : учебное пособие / В.В. Ильяков. – М.: МГУЛ, 2004.

7 Винокуров, В.Н. Лесохозяйственные машины и их применение : Текст лекций / В.Н. Винокуров. – М.: МГУЛ, 1999.

8 Винокуров, В.Н. Система машин в лесном хозяйстве : учебник для вузов / В.Н. Винокуров. – М.: Академия, 2004.

### Дополнительная

9 Набатов, Н.М. Технология лесовосстановления : учебное пособие / Н.М. Набатов. – М.: МГУЛ, 2003.

10 Набатов, Н.М. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ : учебное пособие / Н.М. Набатов. – М.: МГУЛ, 2005.

11 Силаев, Г.В. Система машин в лесном хозяйстве. Машины и механизмы: учебное пособие / Г.В. Силаев. – М.: МГУЛ, 2002.

12 Застенский, Л.С. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учебное пособие для вузов / Л.С. Застенский. – Мн.: Высшая школа. – 1995.

13 Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства : Справочник / В.Н. Винокуров, В.Е. Демкин, В.Г. Маркин, В.Г. Шаталов, Л.Д. Шаталов. – М.: МГУЛ, 2002.

14 Застенский, Л.С. Справочник механизатора лесного хозяйства / Л.С. Застенский. – Мн.: 1991.

15 Зима, И.М. Механизация лесохозяйственных работ / И.М. Зима, Т.Т. Малюгин. – М.: Лесная промышленность, 1976.

16 Ларюхин, Г.А. Система лесохозяйственных машин / Г.А. Ларюхин, Н.П. Калиниченко, Н.В. Чернышев. – М.: Агропромиздат, 1985.

17 Жуков, А.В. Лесные машины «Беларус» : учебное пособие / А.В. Жуков, А.С. Федоренчик, В.А. Коробкин, А.Н. Бычек. – Минск: БГТУ, 2001.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Лесные культуры	Кафедра лесохозяйственных дисциплин		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № ____ от _____.2014 г.
Лесоводство	Кафедра лесохозяйственных дисциплин		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № ____ от _____.2014 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ № пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
лесохозяйственных дисциплин  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201 г.)

Заведующая кафедрой  
лесохозяйственных дисциплин  
к.с.-х.н., доцент

\_\_\_\_\_ М.С. Лазарева

УТВЕРЖДАЮ  
Декан биологического факультета УО «ГГУ им. Ф. Скорины»  
к.б.н., доцент

\_\_\_\_\_ О.М. Храмченкова

## Перечень рекомендуемой литературы

- 1 Асмоловский, М. К. Механизация лесного и садово-паркового хозяйства : учеб. пособие / М. К. Асмоловский, В. Н. Лой, А. В. Жуков. – Минск : БГТУ, 2004. – 506 с.
- 2 Асмоловский, М. К. Механизация лесохозяйственных работ : учеб. пособие / М. К. Асмоловский, С. Н. Пищов. – Минск : РИПО, 2013. – 344 с.
- 3 Застенский, Л. С. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учебное пособие для вузов / Л. С. Застенский. – Мн. : Высшая школа. – 1995. – 318 с.
- 4 Зинин, В. Ф. Технология и механизация лесохозяйственных работ : учебник для нач. проф. образования / В. Ф. Зинин, В. И. Казаков, О. Г. Климов; под ред. В. Г. Шаталова. – М. : Академия, 2004. – 320 с.
- 5 Ильяков, В. В. Технология и машины лесовосстановительных работ : учебное пособие / В. В. Ильяков, Н. М. Набатов. – М. : МГУЛ, 2004. – 285 с.
- 6 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – 237 с.
- 7 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 2. – 339 с.
- 8 Колодий, Т. А. Механизация лесохозяйственных работ : вспомогательные материалы для курсового проектирования : практическое руководство для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» / Т. А. Колодий, П. В. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 31 с.
- 9 Колодий, Т. А. Механизация лесохозяйственных работ : подготовка к курсовому проектированию : практическое руководство для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» / Т. А. Колодий, П. В. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 39 с.
- 10 Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства : справочник / В. Н. Винокуров [и др.]. – М. : МГУЛ, 2002. – 439 с.
- 11 Набатов, Н. М. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ : учебное пособие / Н. М. Набатов, В. В. Ильяков. – М. : МГУЛ, 2005. – 205 с.

- 12 Набатов, Н. М. Технология лесовосстановления : учебное пособие / Н. М. Набатов. – М. : МГУЛ, 2003. – 96 с.
- 13 Набатов, Н. М. Технология лесохозяйственного производства. Раздел лесные культуры : учебное пособие / Н. М. Набатов, А. И. Угаров. – М. : МГУЛ, 2002. – 36 с.
- 14 Новосельцева, А. И. Справочник по лесным питомникам / А. И. Новосельцева, Н. А. Смирнов. – М. : Лесная промышленность, 1983. – 280 с.
- 15 Пронин, А. Ф. Практикум по лесохозяйственным и мелиоративным машинам / А. Ф. Пронин, Т. А. Модестова. – М. : Высшая школа, 1984. – 270 с.
- 16 Роговцев, В. Л. Автомобили и тракторы / В. Л. Роговцев. – М. : Транспорт, 1986. – 311 с.
- 17 Силаев, Г. В. Система машин в лесном хозяйстве. Машины и механизмы : учебное пособие / Г. В. Силаев, А. А. Золотаревский. – М. : МГУЛ, 2002. – 98 с.
- 18 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики : учебник / Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 2003. – 374 с.
- 19 Силаев, Г. В. Тракторы и автомобили с основами технической механики. Машины и механизмы. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ : учеб.-методич. пособие / Г. В. Силаев, В. В. Ильяков. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 34 с.
- 20 Справочник механизатора лесного хозяйства / М. П. Албяков [и др.]. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 296 с.
- 21 Технический кодекс установившейся практики. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь : ТКП 047-2006 (02080). Введ. 01.01.07. – Мн. : МЛХ, 2007. – 135 с.