

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»**

# **ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ**

**курс лекций**

**для студентов  
направления подготовки**

**110800.62 Агроинженерия**

**Саратов 2016**

УДК 621.431.73.001  
ББК 40.72  
Т34

Рецензенты:  
профессор, доктор технических наук,  
заведующий кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
ФГОУ ВПО «Саратовский ГТУ»  
*А.С. Денисов*

доцент, кандидат технических наук,  
заведующий кафедрой «Автомобили и двигатели»  
ФГОУ ВПО «Саратовский ГТУ»  
*И.И. Любимов*

**Хакимзянов Р.Р.**  
Т34 Тракторы и автомобили: Учеб. пособие / ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». –  
Саратов, 2016. – 67 с.  
ISBN

Курс лекций предназначен для оказания помощи студентам технических и сельскохозяйственных вузов при изучении дисциплины «Тракторы и автомобили». В данном курсе лекций приведены конструкция тракторов и автомобилей, двигателей внутреннего сгорания их узлов и механизмов. Рассмотрены основные и вспомогательные системы и механизмы двигателей.

Курс лекций предназначен для студентов 3 и 4 курсов очной и заочной формы направлений подготовки: 110800.62 – «Технические системы в агробизнесе», «Технический сервис в агропромышленном комплексе».

УДК 621.431.73.001  
ББК 40.72

ISBN

© ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»,

2016

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАКТОРОВ

В 1837 году Д. А. Загряжский изобрел гусеничный ход. 1763 г. – паровая машина И. И. Болзунова. Предлагаемые конструкции не решали главного вопроса – поворота гусеничного трактора.

Эту проблему решил паровой механик Ф. А. Блинов в 1880 году. Посередине трактор имел паровой котел, а по бокам две паровые машины для привода правой и левой гусениц.

Я. В. Малинин в 1910 году построил трактор с нефтяным двигателем. С 1911 года под его руководством были изготовлены тракторы марки «Русский трактор» с № 25, 45 л. с. В 1914 году было выпущено 100 таких тракторов. До революции в с/х работало всего 165 тракторов.

Тяговые машины и агрегаты – тяговая машина это энергетическое средство предназначенное для приведения в действие различных механизмов.

В роли энергетического средства используются различные двигатели (ДВС, электрические), и машины оснащенные ими (тракторы автомобили, средства малой механизации и т.д.).

Классификация тракторов:

### **По назначению**

- а) с/х тракторы
- б) промышленные
- в) лесные

В зависимости от назначения тракторы подразделяются на три группы: общего назначения (пахотные), универсально-пропашные и специализированные (крутосклонные, болотоходные, для возделывания хлопчатника, винограда и т. д.).

**Тракторы общего назначения** в агрегате с машинами и орудиями используются на пахоте, посеве, сплошной культивации, уборке и других энергоемких работах. Эти тракторы отличаются повышенной мощностью двигателя и хорошим сцеплением с почвой, что позволяет им развивать значительную силу тяги.

**Универсально-пропашные тракторы** предназначены как для механизации полевых работ в междурядьях, так и для выполнения многих других сельскохозяйственных операций. Сила тяги у них меньше, чем у тракторов общего назначения, а дорожный просвет значительно больше. Универсально-пропашные тракторы имеют большое число рабочих передач, а ширину колеи их можно изменять соответственно ширине междурядий пропашных культур.

**Специализированные тракторы** создаются на базе универсально-пропашных или пахотных, но имеют более ограниченное применение и отличаются главным образом конструкцией ходовой части. Так, специализированный трактор для механизации возделывания хлопчатника имеет одно переднее колесо и два задних; крутосклонный трактор конструктивно приспособлен для работы на пересеченной местности и на склонах.

В зависимости от конструкции ходовой части тракторы делятся на гусеничные и колесные.

**Гусеничный трактор** опирается на большую поверхность, поэтому он имеет хорошее сцепление с почвой, незначительно сминает и уплотняет ее. У такого трактора высокие тяговые свойства и хорошая проходимость.

**Колесный трактор** легче гусеничного, такой же мощности, более универсален (может использоваться на полевых и транспортных работах), но сцепление с почвой у него хуже, поэтому и сила тяги, развиваемая им, меньше, чем у гусеничного сравнимой мощности.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. История создания гусеничного хода.
2. Классификация тракторов по назначению.
3. Особенности конструкции колесного и гусеничного тракторов

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## ТИПАЖ ТРАКТОРОВ

Для механизации работ в сельском и лесном хозяйствах разработана научно обоснованная система машин, в том числе типаж тракторов.

**Типажом** тракторов называется такой технически и экономически целесообразный набор тракторов, который при агрегатировании с различными машинами может обеспечить комплексную механизацию сельскохозяйственного и лесного производства с наименьшими затратами труда.

Все тракторы разделены на классы по номинальному тяговому усилию. Это позволяет так составить машинно-тракторный агрегат, чтобы тяговое сопротивление входящих в его состав машин соответствовало тяговому усилию определенного класса трактора.

В каждом классе есть **базовые** модели – тракторы наиболее универсальные и массовые. Кроме базовых моделей выпускаются тракторы этого же класса для специальных работ. От базовых они отличаются некоторыми особенностями конструкции и называются его **модификациями**.

На тракторах различной модификации установлены унифицированные с базовыми моделями двигатели и ряд других устройств. Унификация (единообразие) механизмов и деталей облегчает изготовление, освоение и использование тракторов, позволяет сократить перечень запасных частей. Тракторы общего назначения выпускаются классов тяги 3, 4, 5 и 6 тс; намечено создание тракторов класса 8 тс. Универсально-пропашные тракторы выпускаются с тяговым усилием 0,6; 0,9; 1,4 и 2 тс, планируется создание тракторов класса 0,2 тс.

**Класс 80.** Для этого класса тяги намечено создание нового колесного трактора с двигателем мощностью 500 л. с.

**Класс 60.** Представлен гусеничным трактором Т-130 с двигателем мощностью до 160 л. с. Используется для работ общего назначения, а также в промышленности и на строительстве. Т-130Б – болотоходная модификация базового трактора.

**Класс 50.** Энергонасыщенные колесные тракторы К-701 используются в агрегате с широкозахватными машинами для пахоты, культивации, боронования, лущения стерни, снегозадержания. Они успешно выполняют также транспортные, дорожно-строительные и землеройные работы.

**Класс 40.** Представлен гусеничным трактором Т – 4А.

**Класс 30.** Здесь сосредоточено большинство тракторов общего назначения. Гусеничный трактор Т-150 и колесный Т-150К используются на пахоте, посеве, бороновании и других сельскохозяйственных работах. Широкое распространение получил также трактор ДТ-75М. Разрабатывается новый гусеничный трактор ДТ-75С с двигателем мощностью 170 л. с. Модификации базовой модели — гусеничные тракторы ДТ-75Б (болотоходный) и ДТ-75К (крутосклонный).

**Класс 20.** Тракторы этого класса предназначены преимущественно для механизации работ на свекловичных плантациях, виноградниках и в садах. Выпускается гусеничный трактор Т-70С с двигателем мощностью 70 л.с., а также колесный универсально-пропашной трактор высокой проходимости РТ-М-160 с двигателем мощностью 150 л. с.

**Класс 14.** К этому классу относятся широко распространенные колесные тракторы «Беларусь». Они предназначены главным образом для механизации

возделывания и уборки пропашных культур (картофель, кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник), но могут выполнять многие работы общего назначения, а также транспортные, погрузочно-разгрузочные, дорожно-строительные.

Базовая модель – трактор МТЗ-80 с двигателем Д-240. Его модификация – трактор МТЗ-82 с четырьмя ведущими колесами – имеет повышенную проходимость и успешно работает в тяжелых почвенных и погодных условиях. К этому классу относится также трактор ЮМЗ-6, построенный на базе трактора «Беларусь».

**Класс 9.** Тракторы этого класса используют на междурядной обработке пропашных культур, транспорте, работах общего назначения, приводе рабочих органов стационарных машин. Промышленность выпускает колесный универсально-пропашной трактор Т-40М с двигателем Д-37Е. Его модификации: Т-40АМ – повышенной проходимости и Т-40АНМ – низкоклиренсный, который может работать и на склонах крутизной до 16°.

**Класс 6.** Базовой моделью служит трактор Т-25А (Т-25А1) с двигателем Д-21 мощностью 25 л. с. Он предназначен для работ в садах и на овощных плантациях, предпосевной обработки, посева, посадки и ухода за посевами; для уборки сена, работ на фермах, транспортных работ и привода рабочих органов стационарных машин. Высококлиренская модификация этого трактора используется в питомниках и на ягодниках. Разрабатывается модификация трактора повышенной проходимости (с четырьмя ведущими колесами).

К этому классу относится самоходное шасси Т-16М и его модификации: Т-16МТ – низкоклиренсное и Т-16ММЧ – высококлиренсное.

Самоходное шасси используется для пахоты, сева с одновременным внесением удобрений, междурядной обработки, опыливания, опрыскивания и подкормки, уборки овощей, кошения трав и уборки сена, а также для привода рабочих органов стационарных машин и в качестве внутриусадебного транспорта. Создаются новые самоходные шасси: одно – и двухбрусные, повышенной проходимости, высококлиренсные, порталного типа.

**Класс 2.** Чтобы механизировать работы на небольших участках, создаются пешеходно – ездые двух-, трех- и четырехколесные тракторы этого класса с двигателем мощностью 10 – 12 л. с. (мини-тракторы, мотоблоки).

#### Промышленные тракторы

- общего назначения – для работ с рыхлителем, скрепером, канавокопателем, бульдозером – Т-130А, Т-180, ДЭТ-250
  - специализированные по назначению – одноковшовый погрузчик, трубоукладчик, экскаватор, тягач
  - специализированные по области применения – мелиоративные, болотоходные и т. д.
2. По типу ходовой части – колесные (МТЗ, Т-25, К-701, Т-150К, ЛТЗ-155), полугусеничные (МТЗ-80П), гусеничные (ДТ-75М, Т-70, Т-150, Т-130А)
  3. По типу остова – рамные (ДТ-75М), полурамные (МТЗ), безрамные (Т-25М, Т-30А), сочлененной рамой (К-744, Т-150К)
  4. По типу двигателя – дизельные, карбюраторные, электрические.
  5. По типу трансмиссии – механические, гидравлические, гидромеханические, электрические.

Основные заводы, выпускающие тракторы  
Россия

1. АО Онежский – в Петрозаводске – ЛХТ-55М; ТЛТ-100
  2. ПО Кировский завод – Санкт-Петербург – К-744; К-703
  3. Чебоксарский тракторный завод – Т-330
  4. Челябинский тракторный завод – Т-170М
  5. АО Алтрак, Алтайский тракторный завод – Т-4А, ТТ-4М, Т-402
  6. Липетский тракторный завод – ЛТЗ-60, ЛТЗ-55, ЛТЗ-155
  7. Волгоградский тракторный завод – ДТ-75Д, ВТ-100
  8. Владимирский тракторный завод – Т-25, Т-30, ВТЗ-2032, Т-45, ВТЗ-2048, ВТЗ-30СШ
  9. ФГУП ПО «УРАЛВАГОНЗАВОД» – Нижний – Тагил РТ-М-160
- Украина
1. Харьков – Т-150К; Т-150
  2. Харьков тракторосборочный – СШ-25 (Т-16МГ)
  3. Днепропетровск – ЮМЗ-6(Л)
- Белоруссия – ПО Минский тракторный завод – МТЗ-80.1(82), Беларусь МТЗ-1221, МТЗ-142
- Молдавия – ПО Кишиневский тракторный завод Т-70С
- Казахстан – АО «Казахстантрактор» – ДТ-75М

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Понятие типажа трактора.
2. Перечислите основные классы тракторов.
3. Перечислите основных производителей тракторной техники.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТРАКТОРОВ

Современные тракторы включают в себя многочисленные и конструктивно разнообразные механизмы, гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные системы, находящиеся в определенном взаимодействии.

Основные части трактора:

Колесный трактор:

1. Двигатель
2. Муфта сцепления
3. Карданный вал
4. Колобка перемены передач
5. Карданный вал
6. Ведущий мост
7. Конечная передача
8. Ведущее колесо

Гусеничный трактор:

1. Двигатель
2. Муфта сцепления
3. Карданный вал
4. Колобка перемены передач
5. Карданный вал
6. Ведущий мост
7. Конечная передача
8. Ведущая звездочка

Расположение основных частей и сборочных единиц гусеничного трактора ДТ-75МВ показано на рисунке 3.1.

*Двигатель 2* преобразует химическую энергию топлива и атмосферного воздуха во вращательное движение и переносит его к потребителям – трансмиссии, механизму отбора мощности (МОМ), гидросистеме отбора мощности (ГСОМ).

*Трансмиссия* трансформирует вращательное движение, распределяет его и переносит к ведущим колесам (звездочкам гусениц). Она включает в себя муфту 3 сцепления, соединительный вал 4, коробку передач 11, планетарные механизмы 6, главную 10 и конечные передачи.

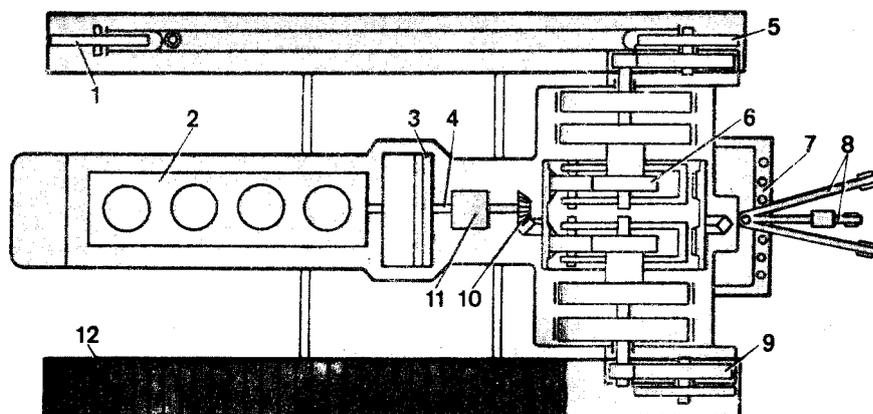


Рисунок 3.1. Расположение основных частей, их механизмов и деталей гусеничного трактора ДТ-75МВ:

1 – направляющее колесо; 2 – двигатель; 3 – муфта сцепления; 4 – соединительный вал; 5 – ведущее колесо; 6 – планетарный механизм; 7 – прицепное устройство; 8 – навесная система; 9 – конечная передача; 10 – главная передача; 11 – коробка передач; 12 – гусеничная цепь.

*Ходовая часть* объединяет все сборочные единицы в одно целое и служит для перемещения трактора по опорной поверхности. В нее входят остов (рама), подвески и движитель, включающий в себя ведущие колеса (звездочки) 5, направляющие колеса 1, поддерживающие ролики и гусеничные цепи 12. Движитель взаимодействует с опорной поверхностью (почвой) и преобразует подведенное трансмиссией вращательное движение в поступательное движение трактора.

*Механизмы управления*, воздействуя на ходовую часть, изменяют траекторию движения трактора, останавливают и удерживают его неподвижно. К ним относятся планетарный механизм 6 и тормоза.

*Рабочее оборудование* трактора состоит из механизма навески с гидроприводом, прицепного устройства 7, механизма отбора мощности и приводного шкива.

Навесная система – это совокупность сборочных единиц, предназначенных для крепления навесных машин на трактор и управления их работой. С помощью прицепного устройства буксируют различные прицепные машины и транспортные средства.

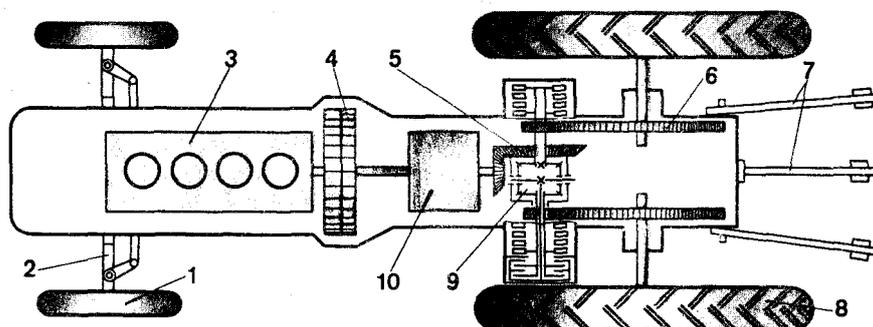


Рисунок 3.2. Расположение основных частей, их механизмов и деталей колесного трактора МТЗ-80:

1 – управляемое колесо; 2 – передний мост; 3 – двигатель; 4 – муфта сцепления; 5 – главная передача; 6 – конечная передача; 7 – механизм навески; 8 – ведущее колесо; 9 – дифференциал; 10 – коробка передач.

МОМ и ГСОМ используют для приведения в действие рабочих органов агрегатируемых машин.

*Вспомогательное оборудование* трактора – это кабина с поддрессоренным сиденьем, капот, приборы освещения и сигнализации, системы отопления и вентиляции, компрессор и т. д.

Назначение составных частей колесного трактора (рис. 3.2) то же, что у гусеничного.

Ходовая часть и механизмы управления колесного трактора состоят из остова, переднего моста 2, ведущих 8 и управляемых 1 колес, рулевого управления. Между главной 5 и конечной 6 передачами установлен дифференциал 9.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Укажите общее устройство тракторов.
2. Назначение рабочего оборудования трактора.
3. Назначение вспомогательного оборудования трактора.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЕЙ

В 1752 году крепостной крестьянин, изобретатель-самоучка, Леонтий Шамшуренков смастерил «самобеглую коляску».

В 1791 году механик и изобретатель Иван Кулибин построил 3-х колесную «самобеглую коляску» с двумя ведущими колесами. В конструкции этой коляски он уже тогда применил коробку передач, рулевое управление и тормоза. Двигатель-мускульная сила человека. В то время еще не было механического двигателя. Первые двигатели появились в России в конце 80-х годов XIX века. Русско-Балтийский вагонный завод организовал в г. Риге с 1908-1915гг выпуск 800 легковых автомобилей, собранных из импортных частей.

Рождением автомобильной промышленности считается 1924 год, когда на Московском автомобильном заводе (ныне ЗИЛ) был выпущен 1,5 т грузовик АМО-Ф15.

В период довоенных пятилеток вступили в строй автозаводы: Ярославский, Горьковский. Московский малолитражный автомобиль (Москвич)

В послевоенный период были созданы – Минский, Кутаисский, Кременчугский, Волжский, Камский, Павловский, Львовский, Запорожский, Ульяновский, Миасский, Ижевский, набережные чалны автозаводы.

Все автомобили имеют условное обозначение (цифровое)

Назначение (в цифрах):

- 1 – легковые
- 2 – автобусы
- 3 – грузовые (бортовые)
- 4 – тягачи
- 5 – самосвалы
- 6 – цистерны
- 7 – фургоны
- 8 – электромобили
- 9 – специальные машины (рем. машины, трубовозы, лесовозы )

### Общее устройство автомобиля

Основные части автомобиля (рис. 4.1) – двигатель, шасси и кузов. Принципиальная схема расположения основных частей и механизмов автомобиля мало отличается от схемы их расположения у колесного трактора.

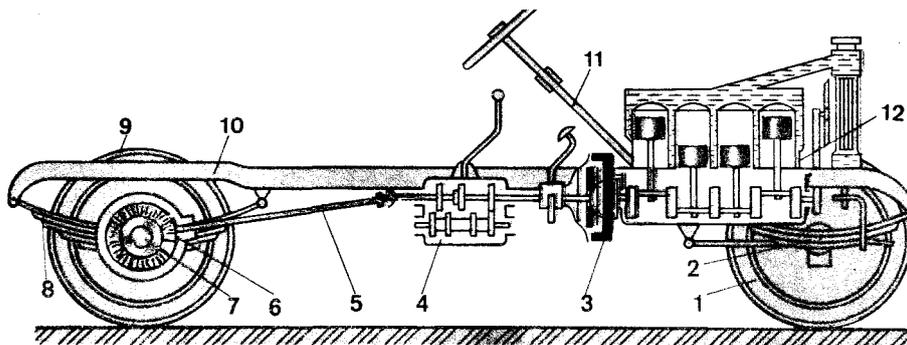


Рисунок 4.1. Расположение основных частей, их механизмов и деталей автомобиля:

1 – управляемое колесо; 2 – передняя подвеска; 3 – муфта сцепления; 4 – коробка передач; 5 – карданная передача; 6 – главная передача; 7 – дифференциал; 8 – задняя подвеска; 9 – ведущее колесо; 10 – рама; 11 – рулевое управление; 12 – двигатель.

Шасси автомобиля состоит из трансмиссии, ходовой части и механизмов управления. На шасси устанавливают кузов для размещения пассажиров или груза. Помещением для водителей и обслуживающего персонала в грузовом автомобиле служит кабина. За пределами кузова и кабины многих автомобилей расположено оперение: капот, крылья, подножки.

Вспомогательное оборудование автомобилей – тягово-сцепное устройство, лебедка, системы отопления и вентиляции, компрессор и т. д.

В 1985 г. начато производство отечественных переднеприводных автомобилей ВАЗ-2108. Их компоновочная схема отличается от классической (рис. 3) тем, что двигатель расположен поперек кузова и ведущими являются передние колеса. Это позволило уменьшить массу автомобиля, эффективнее использовать его пространство, повысить устойчивость и проходимость.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Классификация автомобилей по назначению.
2. Укажите общее устройство автомобиля.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## ДВИГАТЕЛИ

**Классификация.** Двигатель – это преобразователь какого-либо вида энергии в механическую работу.

Двигатели тракторов и автомобилей делят на электрические и тепловые. Электрические двигатели могут получать питание от воздушных линий электропередач через токосниматели, от сети по кабелю или от мощной аккумуляторной батареи, размещенной на машине.

На большинстве современных тракторов и автомобилей установлены тепловые двигатели, внутри которых сгорает топливо, и часть выделившейся теплоты преобразуется в механическую работу. Их называют двигателями внутреннего сгорания. К ним относят поршневые, роторно-поршневые, реактивные и газотурбинные двигатели. На отечественных тракторах и автомобилях установлены поршневые двигатели внутреннего сгорания.

В нашей стране создан типаж тракторных двигателей, увязанный с типажом тракторов. Он предусматривает создание «семейств», в которых один двигатель отличается от другого эффективной мощностью. Создавая «семейства» двигателей можно максимально унифицировать их сборочные единицы и детали.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания устанавливаются на самоходные сельскохозяйственные машины и используют для привода таких машин, как насосы, компрессоры, электрические генераторы и т. п. Эти двигатели часто представляют собой несколько видоизмененные модели двигателей, применяемых на тракторах и автомобилях.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим основным признакам:

*по способу воспламенения горючей смеси* (горючей смесью называют смесь топлива с воздухом в определенных соотношениях) – воспламенением от сжатия (дизели) и принудительным от электрической искры;

*по способу смесеобразования* – с внешним (карбюраторные и газовые) и с внутренним (дизели) смесеобразованием;

*по способу осуществления рабочего цикла* – четырехтактные и двухтактные;

*по виду применяемого топлива* – работающие на жидком (бензин или дизельное топливо), газообразном (сжатый или сжиженный газ) топливе и многотопливные;

*по числу цилиндров* одно- и многоцилиндровые (двух-, трех-, четырех-, шестицилиндровые и т. д.);

*по расположению цилиндров* – однорядные, или линейные (цилиндры расположены в один ряд), и двухрядные, или V-образные (один ряд цилиндров размещен под углом к другому).

На тракторах и автомобилях большой грузоподъемности применяют четырехтактные многоцилиндровые дизели, а на автомобилях легковых, малой и средней грузоподъемности – четырехтактные многоцилиндровые карбюраторные и газовые двигатели или дизели.

**Основные механизмы, системы и их назначение.** Поршневой двигатель внутреннего сгорания состоит из корпусных деталей, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, систем питания, охлаждения, смазочной,

зажигания и пуска, регулятора частоты вращения. Устройство четырехтактного одноцилиндрового карбюраторного двигателя показано на рисунке 5.1.

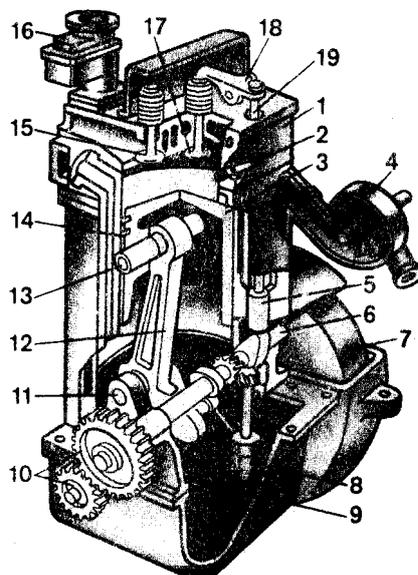


Рисунок 5.1. Устройство одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя:

1 – головка цилиндра; 2 – искровая свеча зажигания; 3 – поршень; 4 – насос системы охлаждения; 5 – толкатель; 6 – распределительный вал; 7 – маховик; 8 – масляный насос; 9 – резервуар для масла (поддон картера); 10 – распределительные зубчатые колеса; 11 – коленчатый вал; 12 – шатун; 13 – поршневой палец; 14 – цилиндр; 15 – впускной клапан; 16 – карбюратор; 17 – выпускной клапан; 18 – коромысло; 19 – штанга.

Кривошипно-шатунный механизм преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала, и наоборот. Он состоит из цилиндра 14, поршня 3 с кольцами, поршневого пальца 13, шатуна 12, коленчатого вала 11 и маховика 7. Сверху цилиндр закрыт головкой 1 цилиндра.

Механизм газораспределения предназначен для своевременного соединения надпоршневого объема с системой впуска свежего заряда и выпуска из цилиндра продуктов сгорания (отработавших газов) в определенные промежутки времени.

Он состоит из распределительного вала 6, зубчатых колес 10 привода распределительного вала, толкателей 5, штанг 19, коромысел 18, клапанов 15 и 17, пружин.

Система питания служит для приготовления горючей смеси и подвода ее к цилиндру (в карбюраторном и газовом двигателях) или наполнения цилиндра воздухом и подачи в него топлива под высоким давлением (в дизеле).

Система охлаждения необходима для поддержания оптимального теплового режима двигателя. Вещество, отводящее от деталей двигателя избыток теплоты, – теплоноситель, может быть жидкостью или воздухом.

Смазочная система предназначена для подвода смазочного материала (моторного масла) к поверхностям трения с целью их разделения, охлаждения, защиты от коррозии и вымывания продуктов изнашивания.

Система зажигания служит для своевременного зажигания рабочей смеси электрической искрой в цилиндрах карбюраторного и газового двигателей.

Система пуска – это комплекс взаимодействующих механизмов и систем, обеспечивающих устойчивое начало протекания рабочего цикла в цилиндрах двигателя. Регулятор частоты вращения – это автоматически действующий механизм, предназначенный для изменения подачи топлива или горючей смеси в зависимости от нагрузки двигателя.

В дизеле в отличие от карбюраторного и газового двигателей нет системы зажигания и в системе питания вместо карбюратора 16 или смесителя установлена топливная аппаратура (топливный насос высокого давления; топливопроводы высокого давления и форсунки).

Основные понятия и определения. Чтобы описать основные определения, принятые для двигателей, рассмотрим схему одноцилиндрового поршневого двигателя внутреннего сгорания (рис. 5.2) с центральным кривошипно-шатунным механизмом. Центральным – это такой кривошипно-шатунный механизм, в котором ось цилиндра пересекает оси поршневого пальца и коленчатого вала.

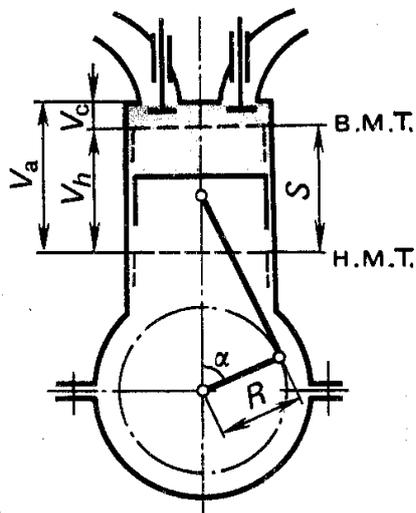


Рисунок 5.2. Схема одноцилиндрового четырехтактного двигателя

Верхняя мертвая точка (в.м.т.) – положение поршня в цилиндре, при котором расстояние от него до оси коленчатого вала двигателя наибольшее.

Нижняя мертвая точка (н.м.т.) – положение поршня в цилиндре, при котором расстояние от него до оси коленчатого вала двигателя наименьшее.

Ход поршня  $S$  – расстояние по оси цилиндра между мертвыми точками. При каждом ходе поршня коленчатый вал поворачивается на пол-оборота, т. е. на  $180^\circ$ . Ход поршня равен двум радиусам  $R$  кривошипа коленчатого вала, т. е.  $S = 2R$ .

Рабочий объем цилиндра  $V_h$  ( $m^3$ ) – объем цилиндра, освобождаемый поршнем при перемещении от в.м.т. до н.м.т.:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} S, \quad (4.1)$$

где  $d$  – диаметр цилиндра, м;  $S$  – ход поршня, м.

Объем камеры сжатия  $V_c$  ( $m^3$ ) – объем пространства над поршнем, находящимся в в.м.т.

Полный объем цилиндра  $V_a$  ( $m^3$ ) – сумма объема камеры сжатия и нерабочего объема цилиндра, т. е. пространство над поршнем, когда он находится в н.м.т.:

$$V_a = V_h + V_c. \quad (4.2)$$

Литраж двигателя  $V_d$  – это сумма рабочих объемов всех его цилиндров, выраженная в литрах:

$$V_d = 10^3 V_h i, \quad (4.3)$$

где  $V_h$  – рабочий объем одного цилиндра,  $m^3$ ;  $i$  – число цилиндров двигателя.

Степень сжатия – отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия:

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}. \quad (4.4)$$

Таким образом, степень сжатия – это отвлеченное число, показывающее, во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сжатия.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Классификация поршневых двигателей внутреннего сгорания.
2. Основные механизмы двигателя, системы и их назначение.
3. Основные определения, принятые для двигателей.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3
4. **Поливаев, О. И.** Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – М.: КРОКУС, 2011. – 96 с. – ISBN 978-5-406-00134-9

## Лекция 6

### РАБОТА ДВИГАТЕЛЯ

Во время работы двигателя внутреннего сгорания в его цилиндре происходит периодически повторяющийся ряд изменений состояния рабочего тела (газа).

Рабочий цикл двигателя – комплекс последовательных процессов (впуск, сжатие, сгорание, расширение и выпуск), в результате которых энергия топлива преобразуется в механическую работу.

Такт – часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой, т. е. условно принимаем, что такт происходит за один ход поршня.

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре хода (такта) поршня или за два оборота коленчатого вала, называют *четырёхтактными*. Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала, считают *двухтактными*.

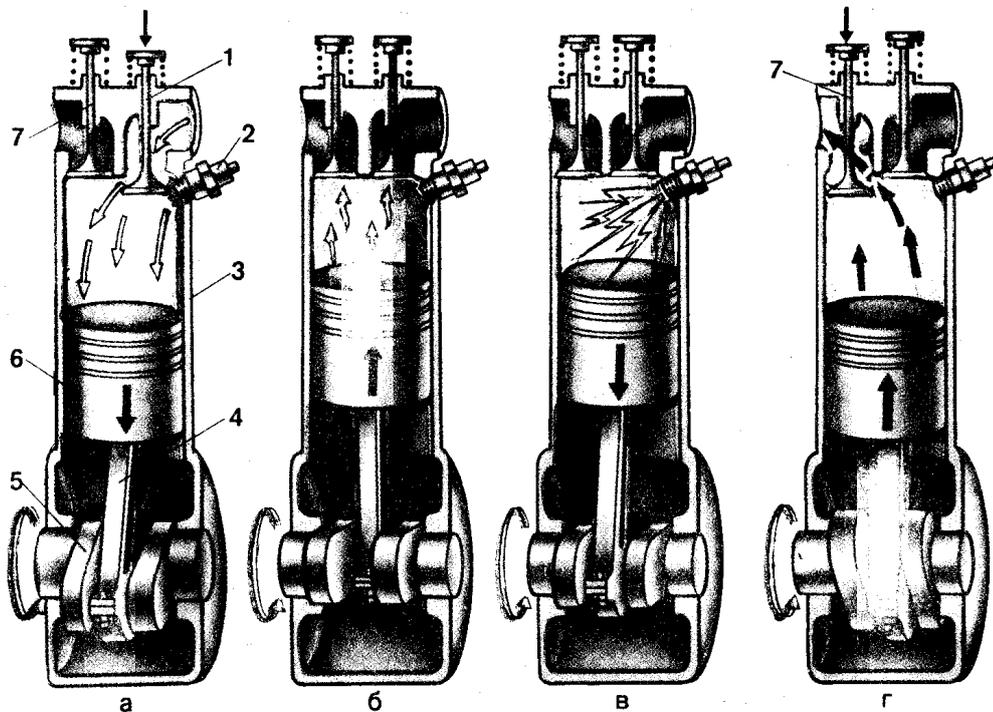


Рисунок 6.1. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного карбюраторного двигателя:

а – такт впуска; б – такт сжатия; в – такт расширения; г – такт выпуска; 1 – впускной клапан; 2 – искровая свеча зажигания; 3 – цилиндр; 4 – шатун; 5 – коленчатый вал; 6 – поршень; 7 – выпускной клапан.

**Рабочий цикл карбюраторного четырехтактного двигателя.** Рассмотрим каждый такт цикла.

*Такт впуска.* Поршень 6 (рис. 6.1 а) движется от в.м.т. к н.м.т., создавая разрежение в полости цилиндра 3 над поршнем. Впускной клапан 1 открыт, и цилиндр через впускную трубу и карбюратор сообщается с атмосферой. Под действием разности давлений воздух, проходя через карбюратор, распыливает топливо и, смешиваясь с ним, образует горючую смесь, которая заполняет цилиндр 3. Цилиндр 3 заполняется

горючей смесью до прихода поршня в н.м.т. К этому моменту времени впускной клапан закрывается.

В начале такта впуска, когда поршень был в в.м.т., над поршнем в объеме камеры сжатия имелись остаточные продукты сгорания от предыдущего цикла. Горючая смесь, заполняя цилиндр, перемешивается с остаточными газами и образует рабочую смесь. Давление в конце такта впуска  $0,07...0,09$  МПа, температура рабочей смеси  $330...390$  К.

*Такт сжатия* (рис. 6.1 б). При дальнейшем повороте коленчатого вала 5 поршень движется от н.м.т. к в.м.т. При этом впускной 1 и выпускной 7 клапаны закрыты. Поршень в процессе движения сжимает находящуюся в цилиндре рабочую смесь. В такте сжатия составные части рабочей смеси хорошо перемешиваются и нагреваются. Давление в конце такта сжатия увеличивается до  $0,9...1,2$  МПа, а температура – до  $500...700$  К. В конце такта сжатия между электродами свечи 2 возникает электрическая искра, от которой рабочая смесь воспламеняется. В процессе сгорания топлива выделяется большое количество теплоты, давление газов (продуктов сгорания) повышается до  $3,0...4,5$  МПа, а температура – до  $2700$  К.

*Такт расширения* (рис. 6.1, в). Оба клапана закрыты. Под давлением расширяющихся газов поршень движется от в.м.т. к н.м.т. и через шатун 4 приводит во вращение коленчатый вал 5, совершая полезную работу. К концу такта расширения давление уменьшается до  $0,3...0,4$  МПа, а температура – до  $1200...1500$  К.

*Такт выпуска.* Когда поршень 6 подходит к н.м.т., открывается выпускной клапан 7 и отработавшие газы под действием избыточного давления начинают выходить из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу. Далее поршень движется от н.м.т. к в.м.т. (рис. 6.1, г) и выталкивает из цилиндра отработавшие газы. К концу такта выпуска давление в цилиндре составляет  $0,11...0,12$  МПа, температура –  $700...1100$  К.

Далее рабочий цикл повторяется.

**Рабочий цикл четырехтактного дизеля.** В отличие от карбюраторного двигателя в цилиндр дизеля воздух и топливо вводятся раздельно.

*Такт впуска.* Поршень 5 (рис. 6.2, а) движется от в.м.т. к н.м.т., впускной клапан 1 открыт, в цилиндр 4 поступает воздух. Давление в конце такта  $0,08...0,09$  МПа, температура воздуха  $320...340$  К.

*Такт сжатия.* Оба клапана закрыты. Поршень 5 движется от н. м. т. к в. м. т. (рис. 6.2 б), сжимая воздух. Вследствие большой степени сжатия (порядка  $14...18$ ) давление воздуха в конце этого такта достигает  $3,5...4,0$  МПа, а температура ( $750...950$  К) превышает температуру самовоспламенения топлива. При положении поршня, близком к в. м. т., в цилиндр через форсунку 2 начинается впрыскивание жидкого топлива, подаваемого насосом 6 высокого давления. Устройство форсунки обеспечивает тонкое распыливание топлива в сжатом воздухе.

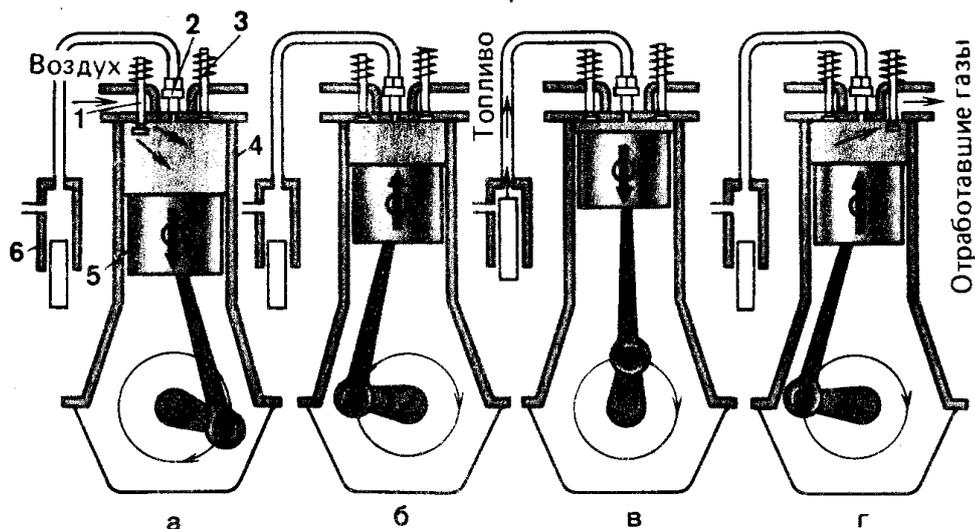


Рисунок 6.2. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного дизеля:

а – такт впуска; б – такт сжатия; в – такт расширения; г – такт выпуска; 1 – впускной клапан; 2 – форсунка; 3 – выпускной клапан; 4 – цилиндр; 5 – поршень; 6 – топливный насос высокого давления.

Топливо, впрыснутое в цилиндр, смешивается с нагретым воздухом и остаточными газами, образуя рабочую смесь. Большая часть топлива воспламеняется и сгорает. Давление газов достигает 5,5...9,0 МПа, температура – 1900...2400 К.

*Такт расширения.* Оба клапана закрыты. Поршень 5 под давлением расширяющихся газов движется от в.м.т. к н.м.т. (рис. 6.2, в). В начале такта расширения сгорает оставшая часть топлива. К концу такта расширения давление газов уменьшается до 0,2...0,3 МПа, температура – до 900...1200 К.

*Такт выпуска.* Выпускной клапан 3 открывается. Поршень 5 движется от н.м.т. к в.м.т. (рис. 6.2, г) и через открытый клапан выталкивает отработавшие газы из цилиндра в атмосферу. К концу такта давление газов 0,11...0,12 МПа, температура 650...900 К.

Далее рабочий цикл повторяется.

В течение рабочего цикла описанных двигателей только в такте расширения поршень перемещается под давлением газов и посредством шатуна приводит во вращательное движение коленчатый вал. При выполнении остальных тактов – выпуска, впуска и сжатия – поршень нужно перемещать, вращая коленчатый вал. Это подготовительные такты, которые осуществляются за счет кинетической энергии, накопленной маховиком в такте расширения. Маховик, обладающий значительной массой, крепят на конце коленчатого вала.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение рабочего цикла двигателя.
2. Поясните рабочий цикл карбюраторного четырехтактного двигателя.
3. Поясните рабочий цикл четырехтактного дизеля.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

4. **Болотов, А. К.** Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие [Текст] / А. К. Болотов, А. А. Лопарев, В. И. Судницын; Международная ассоциация "Агрообразование". – М.: КолосС, 2008. – 351 с. : ил. – (Учебники и учеб. пособия для бакалавров высш. учеб. заведений). – ISBN 978-5-9532-0674-7

## ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И МЕХАНИЗМЫ ДВИГАТЕЛЯ

**Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя.** Двухтактные двигатели выполняются с внешним и внутренним смесеобразованием. Простейший из них – одноцилиндровый двигатель с внешним смесеобразованием, у которого кривошипная камера выполняет роль предварительного компрессора. Такие двигатели называют двигателями с кривошипно-камерной продувкой (рис. 7.1). В нем одновременно происходит два процесса: один – над поршнем, а второй – под поршнем. При движении к н.м.т. над поршнем происходит горение рабочей смеси (рабочий ход), а под поршнем – сжатие. При приближении к нижней мертвой точке открываются выпускные и продувочные окна, надпоршневое пространство соединяется с атмосферой и кривошипной камерой, в результате происходит выпуск газов, а цилиндр продувается и заполняется свежей смесью из кривошипной камеры. Этим заканчивается первый такт.

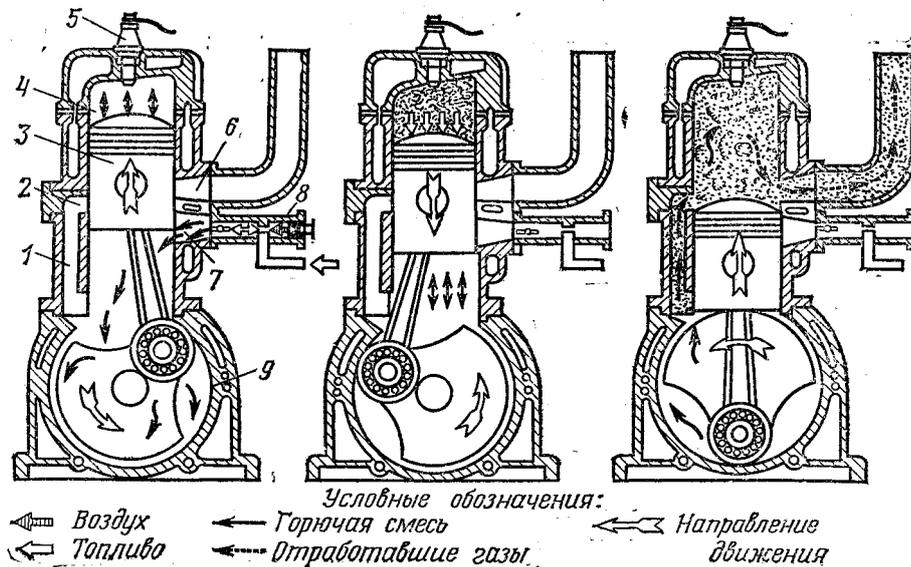


Рисунок 7.1 Схема устройства и работы двухтактного двигателя:

1 – канал, идущий из кривошипной камеры; 2 – продувочное окно; 3 – поршень; 4 – цилиндр; 5 – свеча; 6 – выпускное окно; 7 – впускное окно; 8 – карбюратор; 9 – кривошипная камера.

Второй такт происходит при движении поршня к в.м.т.: над поршнем – сжатие, а объем кривошипной камеры увеличивается и заполняется свежим зарядом, т.е. там происходит впуск.

Эти двигатели имеют невысокую степень сжатия, и горючая смесь в них воспламеняется от искры, как и в четырехтактных карбюраторных двигателях.

Применение двухтактного цикла в многоцилиндровых двигателях возможно только при наличии дополнительного компрессора (нагнетателя), необходимого для продувки и заполнения цилиндров.

По двухтактному циклу могут работать и дизели, но так как у них воспламенение топлива происходит от высокой температуры сжатого воздуха, то степень сжатия в этом случае должна быть примерно вдвое больше, чем у карбюраторного двигателя, и топливо должно впрыскиваться форсунками, а не всасываться.

Двухтактного дизеля с принудительной прямоточной продувкой. При рабочем ходе поршня вблизи н.м.т. открываются выпускные клапаны 3 и продувочные окна 4, цилиндр очищается от продуктов сгорания и заполняется свежим зарядом воздуха.

В начале хода поршня к в.м.т. закрываются продувочные окна и клапан, происходит сжатие воздуха до 3,0...4,0 МПа.

Около в. м. т. в цилиндр впрыскивается топливо, где оно воспламеняется и горит. Рабочий ход поршня – как и в четырехтактных двигателях.

### **Работа многоцилиндрового двигателя**

Для уменьшения массы и габаритов, снижения неравномерности частоты вращения коленчатого вала и уменьшения необходимой массы маховика на тракторах и автомобилях применяют многоцилиндровые двигатели.

Большинство тракторных двигателей – четырехцилиндровые. Они имеют удовлетворительную уравновешенность инерционных сил, а рабочие такты отдельных цилиндров происходят в них равномерно через 180 °.

Рабочие процессы в цилиндрах в зависимости от расположения кулачков на распределительном (кулачковом) валу могут происходить с порядком 1–3–4–2 или 1–2–4–3. На тракторных дизелях, как правило, применяют первый из указанных порядков работы.

Шести- и восьмицилиндровые двигатели выполняют с пространственной схемой коленчатого вала, при которой его колена развернуты на 90°.

При этом порядок работы восьмицилиндрового двигателя типа ЗИЛ-130 будет 1–5–4–2–6–3–7–8. Цилиндры нумеруются от вентилятора к маховику, и в правом ряду имеют меньшие номера (1, 2, 3 и 4).

У двенадцатицилиндрового двигателя ЯМЗ-240Б развал цилиндров равен 75°, а порядок работы цилиндров выражается следующим рядом цифр: 1–12–5–8–3–10–6–7–2–11–4–9.

Двигатели различной мощности и с разным числом цилиндров можно сравнивать, используя следующие показатели: удельную мощность, т. е. мощность, приходящуюся на 1 кг массы двигателя, литровую мощность, снимаемую с 1 л рабочего объема, удельный расход топлива на единицу мощности.

**Кривошипно-шатунный механизм** – основной рабочий механизм поршневого двигателя. Он участвует в совершении рабочего цикла двигателя и преобразует возвратно-поступательное движение поршня, воспринимающего силу давления расширяющихся газов, во вращательное движение коленчатого вала. Элементы кривошипно-шатунного механизма условно можно разделить на две группы: неподвижные и подвижные.

К неподвижным элементам механизма относятся цилиндры, головки цилиндров, картер с подшипниками коленчатого вала и связующие детали. Все это образует корпус двигателя. Подвижные элементы механизма: поршни с кольцами и поршневыми пальцами, шатуны с подшипниками, коленчатый вал с маховиком и гасителем крутильных колебаний.

**Гаситель крутильных колебаний** (демпфер) применяют в высокооборотных многоцилиндровых двигателях для гашения крутильных колебаний и частичного поглощения энергии, вносимой возбуждающим моментом в систему коленчатого вала при резонансе. Его обычно устанавливают на переднем конце коленчатого вала.

**Крепление двигателя на раме трактора и автомобиля.** Несмотря на сравнительно хорошую уравновешенность современных тракторных и автомобильных двигателей, во

время их работы все же возникают вибрации, которые не должны передаваться на раму или полураму, а через них – на корпус мобильной машины. Поэтому крепление (подвеска) двигателя должно быть таким, чтобы уменьшить передачу вибраций машины и предотвратить появление напряжений в блок-картере в случае возникновения перекосов в раме или полураме при движении мобильной машины по неровной дороге. Двигатели крепят к рамам или полурамам в трех, четырех или пяти точках. Наибольшее распространение получила трехточечная подвеска, так как она снижает монтажные напряжения и возникающие напряжения при деформации лонжеронов рамы.

Упругие элементы подвески обычно выполняют в виде резиновых амортизаторов, привулканизированных к каркасу. Для максимального поглощения энергии колебаний силового агрегата их изготавливают из специальной резины с большими потерями на гистерезис. Резиновые амортизаторы, находящиеся под опорами, снижают ударные нагрузки на двигатель при движении машины и уменьшают вибрацию, воспринимаемую от двигателей рамой или полурамой. Кроме того, опоры удерживают двигатель от продольного смещения при выключении сцепления, резком разгоне или торможении машины.

На тракторах МТЗ-80 и МТЗ-82 двигатель крепят следующим образом: заднюю часть блок-картер а через лист жестко связывают с корпусными деталями трактора; переднюю подвеску выполняют в виде упругого резинометаллического амортизатора, установленного между крышкой распределительных шестерен и передней шарнирной опорой, закрепленной на переднем брус полурамы.

**Назначение и общее устройство механизма газораспределения.** Механизм газораспределения предназначен для своевременного впуска в цилиндры двигателя свежего заряда и для выпуска отработавших газов. В зависимости от типа органов, с помощью которых цилиндр двигателя сообщается с окружающей средой, механизмы газораспределения делятся на золотниковые, комбинированные и клапанные.

Золотниковые механизмы газораспределения, несмотря на некоторые преимущества (возможность обеспечения больших проходных сечений впускных и выпускных отверстий, лучшие условия охлаждения, меньшая шумность работы), в поршневых двигателях широкого распространения не получили. Практически золотниковый принцип газораспределения используется лишь в двухтактных двигателях с контурными и прямоточно-щелевыми схемами продувки, где полость цилиндра сообщается с окружающей средой через окна в его стенке, открываемые и закрываемые поршнем.

Комбинированные механизмы газораспределения применяются с прямоточной клапанно-щелевой продувкой. Свежий заряд поступает в цилиндр через окна в его стенке, а отработавшие газы удаляются при помощи клапанов (ЯМЗ-204 и ЯМЗ-206).

Клапанные механизмы – основной тип механизмов газораспределения, применяемых в современных тракторных и автомобильных двигателях. Как правило, они характеризуются простотой конструкции, малой стоимостью изготовления и ремонта, совершенством уплотнения рабочей полости цилиндра и надежностью работы. Если клапаны расположены в блок-картере и открываются при движении вверх (в направлении от коленчатого вала), то их называют нижними (боковыми) клапанами в отличие от верхних (подвесных) клапанов, которые установлены на головке цилиндров и открываются при движении вниз (в направлении к коленчатому валу).

Сравнение этих двух механизмов показывает, что механизм с нижним (боковым) расположением клапанов состоит из меньшего числа деталей, но образует вытянутую

щелевидную форму камеры сгорания, а механизм с верхним расположением клапанов усложнен по устройству, но обеспечивает хорошую компактность камеры сгорания.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Поясните рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя.
2. Опишите работу многоцилиндрового двигателя.
3. Основные детали кривошипно-шатунного механизма.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Болотов, А. К.** Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие [Текст] / А. К. Болотов, А. А. Лопарев, В. И. Судницын; Международная ассоциация "Агрообразование". – М.: КолосС, 2008. – 351 с. : ил. – (Учебники и учеб. пособия для бакалавров высш. учеб. заведений). – ISBN 978-5-9532-0674-7

4. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

## СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

**Классификация. Схема работы системы.** Система охлаждения служит для отвода теплоты от нагретых деталей и поддержания нормального температурного режима работы двигателя, что достигается искусственным охлаждением с помощью жидкости (жидкостное охлаждение) или окружающего воздуха (воздушное охлаждение).

**Двигатели с жидкостным охлаждением.** В систему жидкостного охлаждения входят водяная рубашка 6 (рис. 8.1, а) охлаждения блока и головки цилиндров, радиатор 2, водяной насос 9 и вентилятор 3, а также вспомогательные устройства: водораспределительный канал 8, термостат 4, соединительные шланги, краники слива и термометр 5.

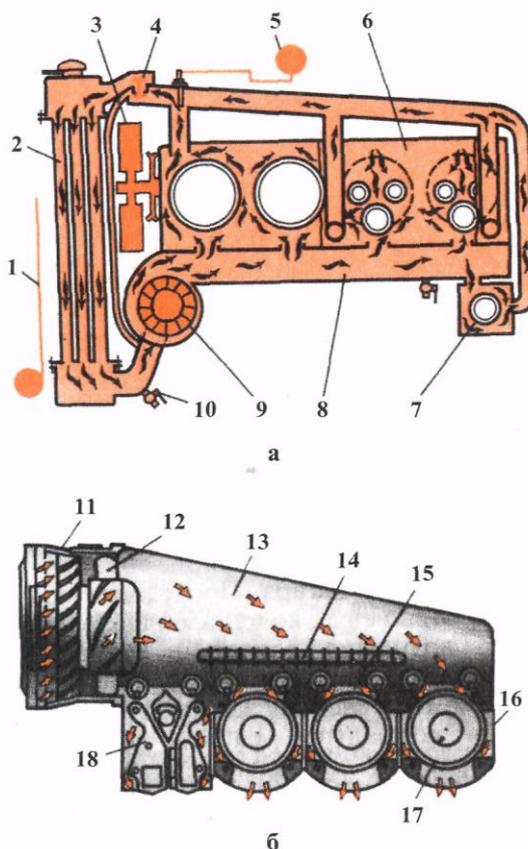


Рисунок 8.1. Схемы систем охлаждения:

а – жидкостного; б – воздушного; 1 – шторка радиатора; 2 – радиатор; 3 – вентилятор; 4 – термостат; 5 – термометр; 6 и 7 – водяные рубашки основного и пускового двигателей; 8 – водораспределительный канал; 9 – водяной насос; 10 – сливной краник; 11 – направляющий аппарат вентилятора; 12 – ротор вентилятора; 13 – воздухораспределительный кожух; 14 – масляный радиатор; 15 – охлаждающее ребро; 16 – щиток дефлектора; 17 – цилиндр; 18 – головка цилиндра

При работе пускового двигателя до начала проворачивания коленчатого вала основного двигателя происходит термосифонная циркуляция воды, т.е. под воздействием разности температур вода циркулирует из водяной рубашки 7 цилиндра пускового двигателя в его головку, а затем направляется в водяную рубашку 6 головки

блока основного двигателя. Отдав последней теплоту, вода по соединительному патрубку поступает опять в рубашку цилиндров пускового двигателя.

Во время работы основного двигателя действует принудительная циркуляция воды в системе охлаждения. Она создается центробежным водяным насосом 9, который забирает воду из нижнего бака радиатора и нагнетает под давлением в водяную рубашку головки цилиндров. По каналам потоки воды движутся к перемычкам клапанных гнезд, подверженным наибольшему нагреву. В холодном двигателе вода направляется термостатом 4 из водяной рубашки к водяному насосу (по малому кругу), минуя радиатор, а в прогретом – в верхний бак радиатора (по большому кругу). Проходя из верхнего бака радиатора в нижний, по многочисленным трубкам, вода охлаждается потоком воздуха. Он создается вентилятором 3 и поступает между трубками. Из нижнего бака радиатора вода вновь нагнетается насосом в водяную рубашку двигателя.

Благодаря высокой скорости движения создается небольшая (4...7°C) разность температур воды, выходящей из рубашки охлаждения и входящей в нее, что создает благоприятные условия для равномерного охлаждения двигателя.

На двигателях применяют закрытую систему охлаждения. Она характеризуется тем, что радиатор герметически закрыт и только при повышенном или пониженном давлении он сообщается с атмосферой через паровоздушный клапан. В такой системе можно достичь более высокой температуры кипения воды, что благоприятно влияет на условия работы двигателя. В закрытой системе охлаждения уменьшается потеря жидкости в результате испарения.

**Двигатели с воздушным охлаждением.** Теплота отводится от деталей в результате принудительного обдува воздухом цилиндров и их головок, для чего служит осевой вентилятор, состоящий из ротора 12 (рис. 8.1, б) с большим числом лопастей и неподвижного направляющего аппарата 11. Вращаясь с большой частотой, ротор нагнетает воздух под воздухораспределительный кожух 13. Оттуда он поступает направленно к охлаждающим ребрам 75 цилиндров и их головкам 18, забирает у них теплоту и выходит в атмосферу на противоположную сторону. По сравнению с системой жидкостного охлаждения система воздушного охлаждения имеет следующие преимущества: простота и удобство в эксплуатации; меньшая масса двигателя; быстрый прогрев в холодное время года. К недостаткам относятся: большая теплонапряженность отдельных деталей двигателя вследствие их неравномерного охлаждения; большой расход мощности двигателя на привод вентилятора. Вот почему двигатели с системой воздушного охлаждения устанавливают на машины с малой мощностью.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Назначение и схема работы системы охлаждения.
2. Работа двигателя с жидкостным охлаждением.
3. Работа двигателя с воздушным охлаждением.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## СИСТЕМА СМАЗКИ

**Моторные масла.** Во время работы двигателя его подвижные детали скользят по неподвижным. Трущиеся поверхности деталей двигателей, несмотря на хорошую обработку, имеют шероховатости. Для уменьшения сопротивления трения и одновременного охлаждения деталей между их трущимися поверхностями используют масла.

Смазочная система двигателей необходима для непрерывной подачи масла к трущимся поверхностям деталей и отвода от них теплоты.

У масел должны быть оптимальная вязкость, хорошая смазывающая способность, высокие антикоррозионные свойства и стабильность. Для улучшения эксплуатационных свойств в них добавляют специальные присадки.

Моторные масла делят на шесть групп: А, Б, В, Г, Д и Е. Для двигателей сельскохозяйственных тракторов применяют масла групп В, Г и Д.

Масла группы В предназначены для среднефорсированных дизелей, Г – для высокофорсированных, Д – для дизелей с наддувом. Марки масел М-8В, и М-10Г<sub>2</sub> расшифровывают следующим образом: М – моторное; 8 и 10 – кинематическая вязкость, мм<sup>2</sup>/с, при 100°С; В и Г – принадлежность к группе масла; 1 – для карбюраторных двигателей; 2 – для дизелей.

Летом обычно применяют моторное масло с кинематической вязкостью 10 мм<sup>2</sup>/с, а зимой – 8 мм<sup>2</sup>/с. Для тракторных двигателей можно использовать круглый год всесезонное моторное масло М-6<sub>3</sub>/10Г<sub>2</sub>. По зарубежной классификации API отечественным масла для дизелей групп Г и Д соответствуют масла СС и СД, а по классификации SAE – SAE-20 (зимнее) и SAE-30 (летнее).

Масло должно строго соответствовать марке двигателя и сезону. Слишком вязкое масло плохо проходит в зазоры между трущимися деталями, а недостаточно вязкое не держится в зазоре. В обоих случаях увеличивается износ трущихся поверхностей деталей и снижается мощность двигателя. Летом применяют более вязкое масло, чем зимой.

Надежность работы двигателей во многом зависит от чистоты моторного масла. Оно не должно содержать механических примесей и воды, которые попадают в него при транспортировании, приеме, выдаче и хранении.

**Схема смазочной системы двигателя.** В большинстве двигателей используют комбинированную смазочную систему. К наиболее нагруженным деталям масло подается под давлением, а к остальным – разбрызгиванием и самотеком.

Под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, некоторые детали клапанного механизма, втулки распределительных шестерен.

В смазочную систему двигателя входят: поддон 1 (рис. 9.1) картера, масляный насос 2, фильтр 6, радиатор 8, каналы и трубопроводы, манометр 11, маслосливная горловина 16. Уровень масла контролируют масломерным щупом 4 при неработающем двигателе.

Путь циркуляции масла под давлением в смазочной системе у большинства автотракторных двигателей одинаков. При работе двигателя масло из поддона картера засасывается шестеренным насосом и подается под давлением к фильтру. Очищенное масло охлаждается в масляном радиаторе и поступает в главный масляный канал 13

(магистраль). Далее оно проходит по каналам в блоке к коренным подшипникам коленчатого вала и шейкам распределительного вала.

По наклонным каналам коленчатого вала масло попадает в полость 14 шатунных шеек, где дополнительно очищается, и, выходя на поверхность шеек, смазывает шатунные подшипники.

Из магистрали оно поступает к пальцу промежуточной шестерни 5.

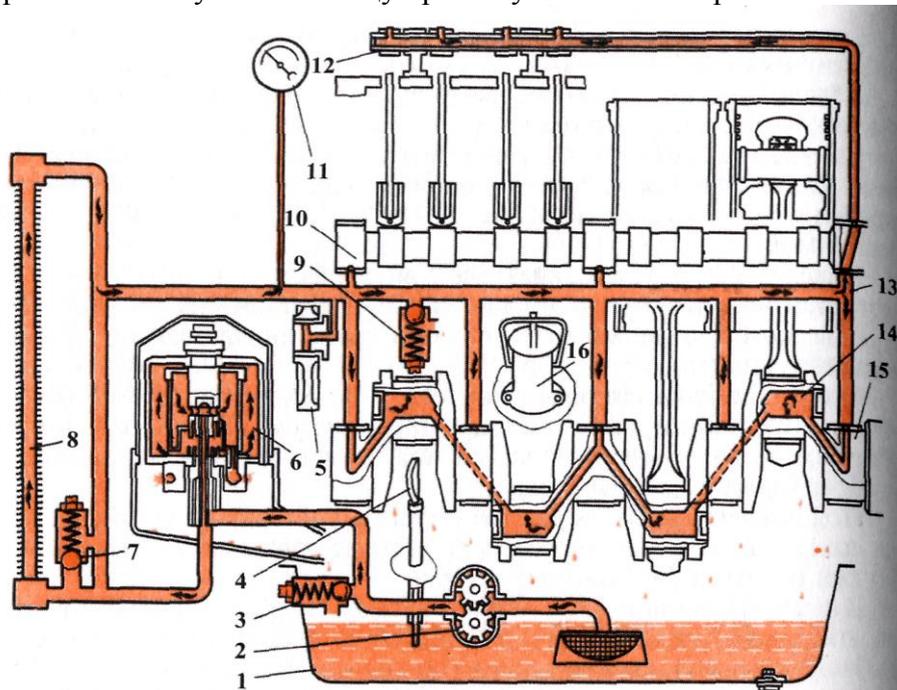


Рисунок 9.1. Принципиальная схема смазочной системы:

1 – масляный поддон; 2 – масляный насос; 3, 7 и 9 – соответственно редукционный, температурный (радиаторный) и сливной клапаны; 4 – масломерный щуп; 5 – промежуточная шестерня; 6 – масляный фильтр; 8 – масляный радиатор; 10 и 15 – распределительный и коленчатый валы; 11 – манометр; 12 – ось коромысел; 13 – главный масляный канал; 14 – полость шатунной шейки; 16 – маслозаливная горловина

По каналу в одной из шеек распределительного вала масло пульсирующим потоком подается в вертикальный канал блока и по каналам в головке и наружной трубке – в пустотелую ось 12 коромысел. Через отверстия в валике коромысел масло поступает к их втулкам и, стекая по штангам, смазывает толкатели и кулачки распределительного вала.

Стенки цилиндров и поршней, поршневые пальцы, распределительные шестерни смазываются разбрызгиванием. Масло, вытекающее из подшипников коленчатого вала и стекающее с клапанного механизма, разбрызгивается быстровращающимся коленчатым валом на мелкие капли, образуя масляный туман. Капельки масла, оседая на поверхности цилиндров, поршней, кулачков распределительного вала, смазывают их и стекают в поддон картера, откуда масло вновь начинает свой путь.

Поршневой палец смазывается капельками масла, которые попадают в отверстия верхней головки шатуна. В двигателях, имеющих канал в стержне шатуна, поршневой палец смазывается под давлением.

Работу смазочной системы контролируют по манометру 11, показывающему давление в главной магистрали. На некоторых двигателях, кроме того, устанавливают

термометр для измерения температуры в смазочной системе и сигнализатор аварийного падения давления масла.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Классификация моторных масел.
2. Схема смазочной системы двигателя.
3. Работа смазочной системы двигателя.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## СИСТЕМА ПИТАНИЯ

**Система питания карбюраторного двигателя** предназначена для хранения запаса топлива на автомобиле, очистки топлива и воздуха, образования горючей смеси, подвода ее в цилиндры двигателя и отвода из них отработавших газов. Она должна обеспечивать высокую экономичность и надежность работы автомобиля в различных условиях эксплуатации, минимальное количество вредных примесей в отработавших газах, простоту в техническом обслуживании и безопасность в пожарном отношении.

Основные элементы, входящие в систему питания, изображены на рисунке 10.1. Топливо из бака 7 при открытом кране через фильтр-отстойник 5, топливопровод 3 засасывается подкачивающим насосом 10, подается в фильтр 8 тонкой очистки и далее в карбюратор 9. При такте впуска воздух, очищенный от посторонних примесей в воздухоочистителе 1, поступает в карбюратор. В нем топливо распыливается, смешивается с воздухом и начинает испаряться. Приготовление горючей смеси продолжается во впускном трубопроводе, двигаясь по которому топливо испаряется и перемешивается с воздухом. Этот процесс заканчивается в цилиндрах двигателя во время тактов впуска и сжатия.

После сгорания рабочей смеси отработавшие газы через выпускной трубопровод 7, трубы и глушитель 6 выбрасываются в окружающую среду. Топливо заливают в бак 4 через горловину, закрываемую пробкой.

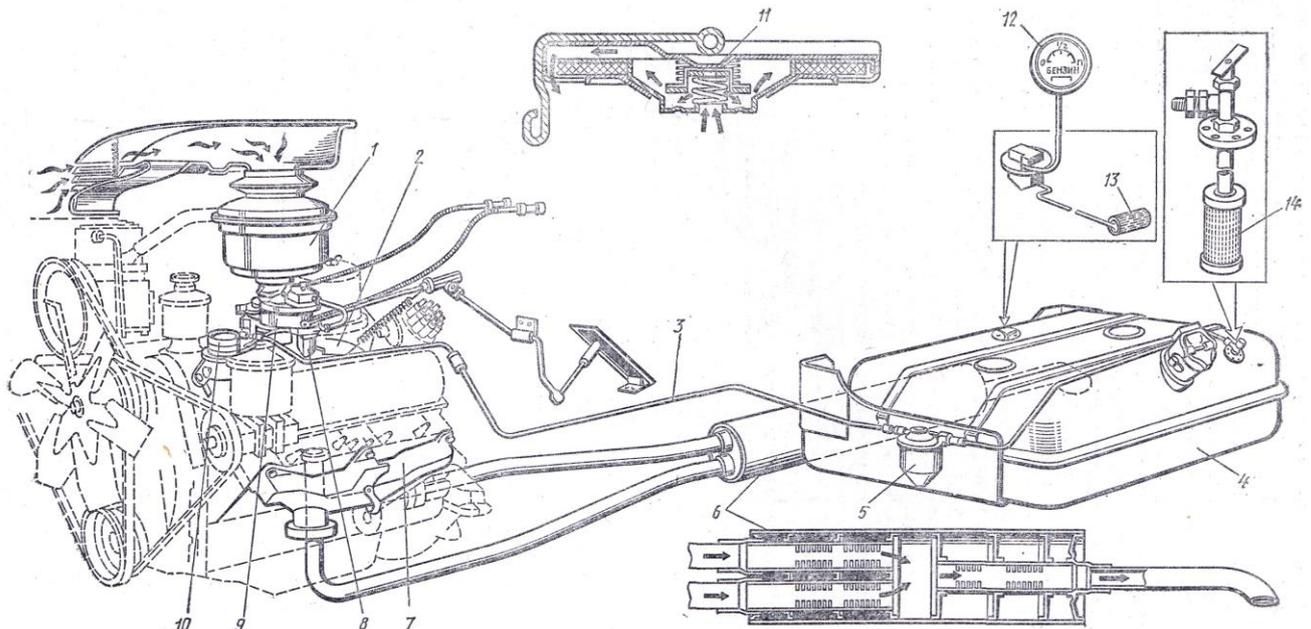


Рисунок 10.1. Схема системы питания двигателя:

1 – воздухоочиститель; 2 – впускной трубопровод; 3 – топливопровод; 4 – топливный бак; 5 – фильтр-отстойник; 6 – глушитель; 7 – выпускной трубопровод; 8 – фильтр тонкой очистки топлива; 9 – карбюратор; 10 – топливopодкачивающий насос; 11 – паровоздушный клапан заливной горловины; 12 – указатель уровня топлива; 13 – поплавковый датчик уровня топлива; 14 – фильтр топливного бака.

**Топливо для карбюраторных двигателей.** Для карбюраторных двигателей применяют различные марки бензина. Выпускают следующие марки автомобильных бензинов: А-80, АИ-92, АИ-95.

В маркировке бензинов буква А означает, что бензин автомобильный, буква И показывает, что октановое число определено не моторным, а исследовательским методом, число после букв – октановое число бензина.

По октановому числу определяют стойкость против детонации.

Детонация – это очень быстрое (со скоростью до 3000 м/с) сгорание рабочей смеси в цилиндрах двигателя, сопровождающееся звонкими стуками, значительным повышением давления газов, ускоренным износом деталей кривошипно-шатунного механизма и обгоранием клапанов. При нормальных условиях рабочая смесь в цилиндрах двигателя сгорает со скоростью 30 – 35 м/с.

Причинами детонации могут быть: применение топлива с низким октановым числом, слишком раннее зажигание, перегрев двигателя.

Чем выше октановое число топлива, тем менее склонность его к детонации и тем большая степень сжатия допускается в двигателе.

В зависимости от конструкции и главным образом величины степени сжатия двигателя для разных моделей автомобилей рекомендуются различные сорта бензина.

Одно из условий высокой экономичности работы карбюраторного двигателя и минимальной токсичности отработавших газов – образование однородной топливо-воздушной смеси. Это предъявляет повышенные требования как к процессу смесеобразования, так и к качеству применяемого топлива.

В зависимости от типа двигателей различают следующие виды внешнего смесеобразования: карбюрация; впрыск легкого топлива во впускной трубопровод либо непрерывная подача топлива во впускной трубопровод, либо порциями – в период, когда открыт впускной клапан; форкамерно-факельное; газовое.

Наибольшее распространение в двигателях с искровым зажиганием получила карбюрация.

Дозировка топлива и воздуха карбюратором до поступления горючей смеси в цилиндр – это начальная фаза смесеобразования. Процесс смесеобразования завершается в цилиндре в периоды впуска и сжатия.

В цилиндры двигателя топливо поступает не полностью испарившимся. Там происходит теплообмен между поступившей горючей смесью и остаточными газами и подвод тепла к заряду от нагретых поверхностей деталей, а также нагревание смеси вследствие сжатия. Это способствует дальнейшему испарению топлива.

**Система питания дизельного двигателя.** Двигатели работают на жидком топливе, получаемом путем перегонки нефти на нефтеперерабатывающих заводах. Для работы дизелей используют дизельное топливо.

**Дизельное топливо.** При эксплуатации дизелей применяют дизельное топливо следующих марок (ГОСТ 305 – 82): Л (летнее) при температуре окружающего воздуха 0°С и выше; З (зимнее) – до минус 20 °С (температура застывания топлива не выше минус 35°С) и более морозостойкое топливо – до минус 30°С и ниже (температура застывания топлива не выше минус 45 °С). К главным показателям его качества относят: чистоту, высокую теплоту сгорания, малую вязкость, низкую температуру самовоспламенения, высокое цетановое число (не ниже 45). Чем больше цетановое число, тем меньше период задержки самовоспламенения после момента начала впрыскивания его в цилиндр и тем мягче работает двигатель.

Заправлять трактор надо чистым топливом. Предварительно его отстаивают в цистерне не менее 2 суток.

Следует остерегаться попадания в топливный бак воды, что может привести к выходу из строя топливной аппаратуры.

Перед заправкой тщательно очищают горловину бака и крышку от пыли, прочищают отверстия в крышке и промывают сетчатый фильтр горловины.

**Смесеобразование.** В дизелях приготовление горючей смеси топлива с воздухом происходит внутри цилиндров за очень короткий промежуток времени. Для получения горючей смеси, способной быстро и полностью сгорать, необходимо, чтобы топливо было распылено на возможно более мелкие частицы и чтобы каждая из них имела вокруг себя достаточное для полного сгорания количество воздуха. Для этого топливо в цилиндр впрыскивается форсункой под давлением, в несколько раз превышающем давление воздуха при такте сжатия в камере сгорания.

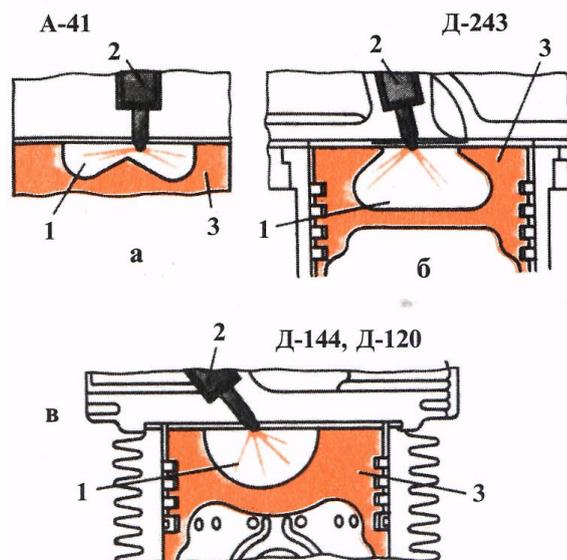


Рисунок 10.2. Схемы камер сгорания дизелей:

а...в - возможные варианты; 1 – фигурное углубление; 2 – форсунка; 3 – поршень

В тракторных двигателях применяют неразделенные камеры сгорания. Они представляют собой единый объем, ограниченный днищем поршня 3 (рис. 10.2) и поверхностями головки и стенок цилиндров. Для лучшего перемешивания топлива с воздухом форму неразделенной камеры сгорания приспособляют к форме топливных факелов. За счет углубления в днище поршня создается вихревое движение воздуха.

Мелкораспыленное топливо впрыскивается из форсунки через несколько отверстий, направленных в определенные места углубления. Горючая смесь испаряется и воспламеняется за счет высокой температуры (в конце такта сжатия температура воздуха составляет около  $600^{\circ}\text{C}$ , давление –  $3,5...5,5$  МПа).

За определенный период (от момента впрыскивания до начала горения горючей смеси) коленчатый вал успевает повернуться на некоторый угол. Чтобы топливо полностью сгорало, что улучшает мощностные и экономические показатели дизеля, оно должно впрыскиваться в цилиндр до прихода поршня в в.м.т.

Угол, на который кривошип коленчатого вала не доходит до в.м.т. в момент начала впрыскивания топлива, называют углом впрыска топлива. Чтобы форсунка впрыскивала топливо с требуемым опережением, топливный насос должен подавать топливо еще раньше, чтобы иметь некоторое время на нагнетание топлива от насоса к форсунке. Угол, на который кривошип коленчатого вала не доходит до в.м.т. в момент начала подачи топлива из топливного насоса, называют углом опережения начала подачи топлива.

**Схема работы системы питания.** Во время работы двигателя топливо из бака поступает по топливопроводу в фильтр 12 (рис. 10.3) грубой очистки, где отделяются крупные механические примеси. Далее топливо засасывается топливным насосом низкого давления (подкачивающим насосом) 5 и нагнетается через фильтр 9 тонкой очистки в насос 4 высокого давления. Последний подает топливо через топливопровод 17 под большим давлением к форсункам 16, которые впрыскивают его в распыленном состоянии в камеру сгорания. В топливный насос топливо подается с избытком подкачивающей помпой. Излишки топлива отводятся из насоса по топливопроводу 2 во впускную часть подкачивающей помпы.

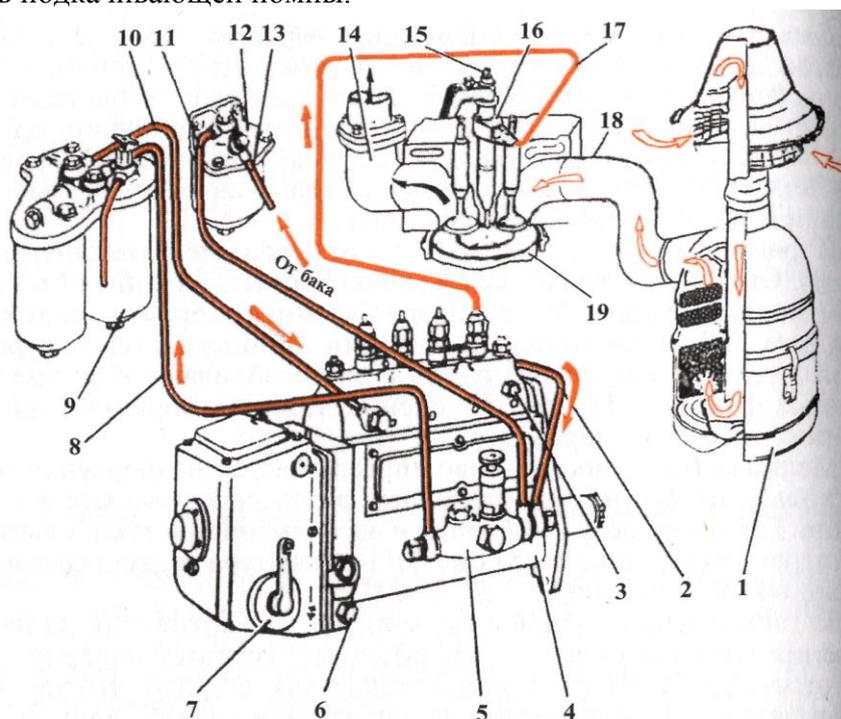


Рисунок 10.3. Система питания дизеля:

1 – воздухоочиститель; 2 – топливопровод перепуска топлива; 3 – пробка для выпуска воздуха; 4 – топливный насос высокого давления; 5 – подкачивающий насос (помпа); 6 – сливная пробка; 7 – регулятор частоты вращения; 8, 10 и 11 – топливопроводы низкого давления; 9 и 12 – фильтры тонкой и грубой очистки топлива; 13 – топливопровод от бака; 14 – выпускной коллектор; 15 – сливной топливопровод; 16 – форсунка; 17 – топливопровод! высокого давления; 18 – впускной коллектор; 19 – поршень

Система питания дизеля включает в себя такие агрегаты, как топливный насос и форсунки, имеющие трущиеся пары с весьма малым зазором – в десятки раз меньше толщины человеческого волоса. При попадании механических примесей прецизионные детали и форсунки топливного насоса, изготовленные с высокой точностью, быстро изнашиваются или выходят из строя.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Система питания карбюраторного двигателя.
2. Топливо для бензиновых двигателей.
3. Система питания дизельного двигателя.
4. Топливо для дизельных двигателей.

5. Смесеобразование дизельных двигателей.

#### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

4. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

## СИСТЕМЫ ПУСКА

**Способы пуска.** Различают следующие способы пуска двигателя: электрическим стартером и вспомогательным двигателем.

Пуск электрическим стартером наиболее распространен. Стартер удобен в эксплуатации. С помощью него значительно облегчается работа водителя. Однако у него ограниченный запас энергии, что сокращает число возможных попыток пуска двигателя.

Пуск вспомогательным двигателем применяют на некоторых дизелях. Этот способ более надежен в любых температурных условиях, но операция пуска сложнее по сравнению с пуском от электрического стартера.

От стартера коленчатый вал проворачивается с помощью пусковой шестерни 2 (рис. 11.1, а). Вспомогательный двигатель передает вращение коленчатому валу дизеля через редуктор. Такой двигатель в сборе с редуктором обычно называют пусковым устройством (рис. 11.1, б). От коленчатого вала Спускового двигателя усилие передается через шестерни 9, 10 и диски сцепления на валу 12 редуктора.

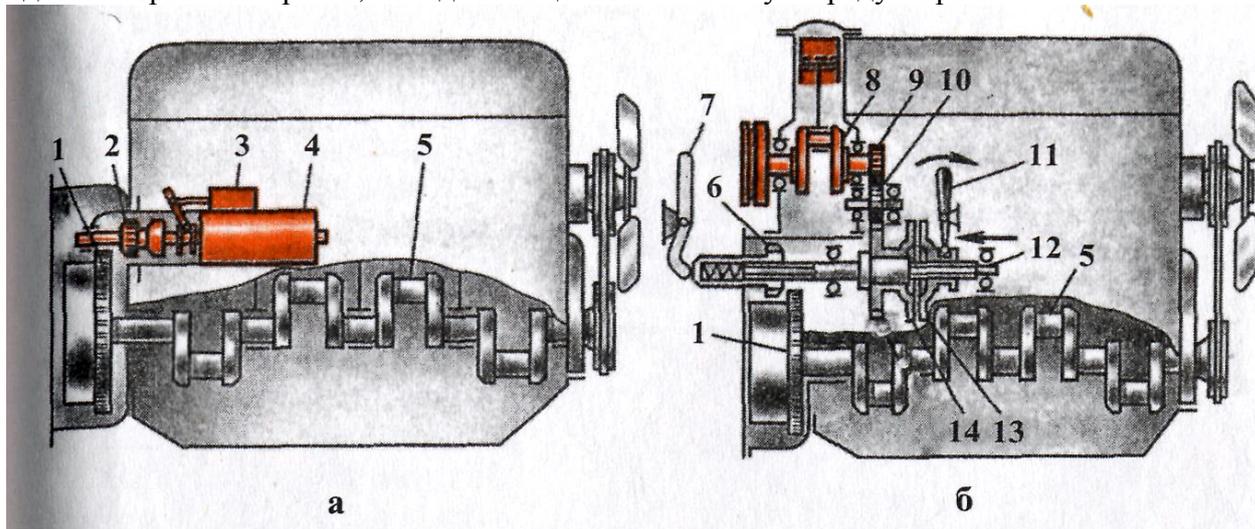


Рисунок 11.1. Схемы систем пуска:

а – электрическим стартером; б – вспомогательным двигателем; 1 – зубчатый венец маховика; 2 и 6 – пусковые шестерни; 3 – тяговое реле; 4 – стартер; 5 – коленчатый вал дизеля; 7 – рычаг включения пусковой шестерни; 8 – коленчатый вал пускового двигателя; 9 и 10 – шестерни; 11 – рычаг сцепления; 12 – вал механизма передачи (редуктора); 13 и 14 – ведомый и ведущий диски сцепления

На валу 12 свободно вращается ведущий диск 14. Ведомый диск 13 соединен с валом шлица. При включенном сцеплении вал редуктора не вращается, при выключенном (рычаг 11 перемещают вправо) – ведомый диск прижимается к ведущему и под действием возникающего трения диски передают вращение на вал редуктора.

Пусковую шестерню 6 вводят в зацепление с зубчатым венцом 1 маховика рычагом 7. Тогда вращение передается на коленчатый вал дизеля. После его пуска пусковая шестерня выводится из зацепления с венцом маховика специальным автоматом выключения.

**Средства для облегчения пуска дизеля.** Для сокращения времени пуска дизеля в холодное время года, уменьшения износа и облегчения работы пускового устройства применяют легковоспламеняющиеся пусковые жидкости, свечи накаливания, электрофакельные и жидкостные подогреватели.

**Пусковые жидкости.** Пусковую жидкость «Холод Д-40» используют при температуре окружающего воздуха ниже минус  $20^{\circ}\text{C}$ . Она представляет собой смесь эфира, спирта и моторного масла, которая подается во впускную трубу двигателя специальным устройством, устанавливаемым на тракторе во время пуска. Пуск дизеля возможен, если прокручивать его коленчатый вал с частотой  $1\text{ с}^{-1}$ .

**Свеча накаливания.** Она состоит из корпуса 2 (рис. 11.2, а), на котором укреплены стержень и спираль 3 накаливания. Свечу одно-проводного исполнения устанавливают во впускной трубе дизеля. Спираль нагревается электрическим током от аккумуляторной батареи. Свечу используют при температуре воздуха не ниже минус  $15^{\circ}\text{C}$  и включают перед пуском дизеля.

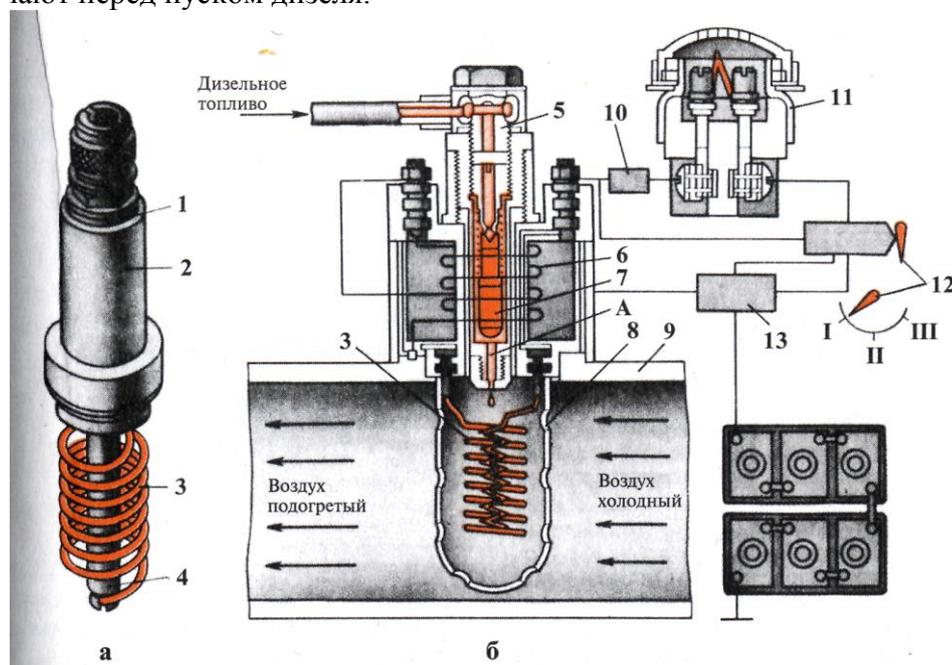


Рисунок 11.2. Приспособления для облегчения пуска дизеля:

а – свеча накаливания; б – схема электрофакельного подогревателя; 1 – изолятор; 2 – корпус; 3 – спираль накаливания; 4 – стержень; 5 – полый болт; 6 – электромагнит; 7 – клапан; 8 – кожух; 9 – впускная труба; 10 – резистор; 11 – контрольный элемент; 12 – ключ; 13 – реле; А – топливоподводящий канал; I – нейтральное положение; II – включена спираль накаливания; III – включены спираль накаливания, электромагнит и стартер

**Электрофакельный подогреватель.** Для более интенсивного нагрева воздуха, проходящего во впускной трубе 9 (рис. 11.2, б), служит электрофакельный подогреватель. Его спираль 3 расположена во впускной трубе, а над ней находится электромагнитный клапан 7, закрывающий канал А дозирующего устройства. Через этот канал подается дизельное топливо от фильтра тонкой очистки или из специального бачка.

Подогреватель работает следующим образом. При повороте ключа 12 из нейтрального положения I в положение II ток из аккумуляторной батареи поступает в спираль накаливания и контрольный элемент. Спустя 30...35 с, когда спираль

разогреется до температуры  $950^{\circ}\text{C}$ , ключ устанавливают в положение III. Спираль остается включенной, и одновременно включаются стартер и электромагнитный клапан 7. Последний открывает топливоподводящий канал, и топливо подается из него на раскаленную спираль и воспламеняется. Проходящий по впускной трубе воздух нагревается от пламени и поступает в цилиндры. После пуска дизеля ключ возвращают в исходное положение, подача тока в спираль прекращается, а электромагнитный клапан закрывает топливоподводящий канал.

**Жидкостный подогреватель.** Для работы в зимних условиях многие двигатели жидкостного охлаждения оборудуют пусковыми подогревателями, поскольку пуск двигателя в таких условиях затруднен. Пусковой жидкостный подогреватель состоит из котла 11 (рис. 11.3), кожуха 12 поддона, топливного бака 3, электроventильатора 8, электромагнитного клапана 4, соединительной арматуры и пульта управления. Последний представляет собой металлическую коробку. В ней находятся контрольная спираль 6, выключатель и переключатель 7, которым включают электроventильатор и электромагнитный клапан.

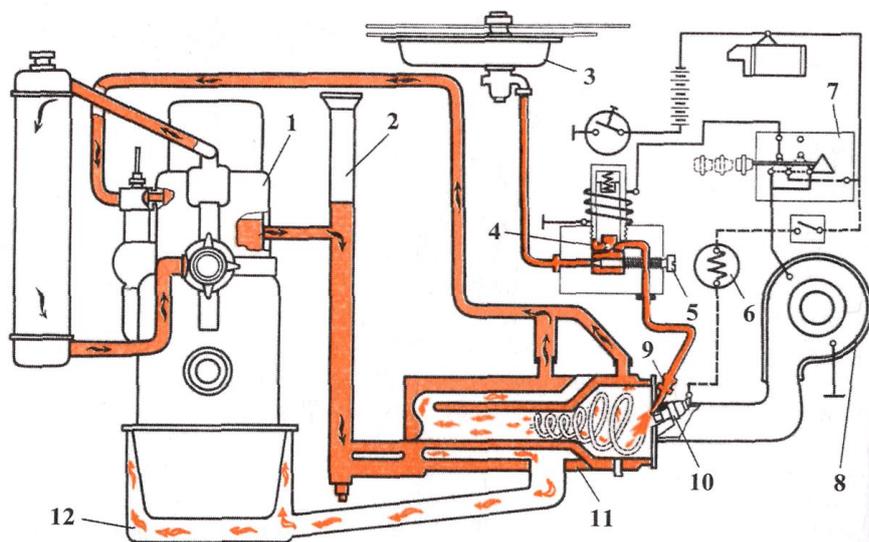


Рисунок 11.3. Схема пускового жидкостного подогревателя:

1 – двигатель; 2 – заливная горловина; 3 – топливный бак; 4 – электромагнитный клапан; 5 – регулировочная игла; 6 – контрольная спираль; 7 – переключатель; 8 – электроventильатор; 9 – штуцер для присоединения топливоподводящей трубки; 10 – свеча накаливания; 11 – котел; 12 – кожух поддона

В камеру сгорания котла топливо (бензин низких сортов) попадает самотеком из бака 3. Поступление топлива дозируется регулировочной иглой 5 электромагнитного клапана 4. Воздух подается электроventильатором 8. Смесь воспламеняется свечой 10, о работе которой судят по накалу спирали 6. Воду заливают в котел подогревателя через горловину 2.

Подогреватель пускают в работу в определенной последовательности, описанной в инструкциях по эксплуатации трактора. Факел, образовавшийся в котле, подогревает его полость, связанную с водяной рубашкой двигателя. Одновременно горячие газы направляются в кожух 12 и подогревают масло в поддоне двигателя. Вода в системе охлаждения двигателя подогревается до температуры  $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$ , а масло в поддоне двигателя – до  $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$ . Пусковой подогреватель обеспечивает надежный пуск двигателя в течение 20 мин.

Если температура окружающего воздуха ниже минус 15<sup>0</sup>С, то вместо холодной воды в систему рекомендуется заливать горячую воду или антифриз. При использовании системы пускового обогрева необходимо помнить, что работа подогревателя без воды в котле более 1,5 мин запрещается. Неполное заполнение котла водой приводит к его перегреву и выходу из строя. Нельзя пускать горячий подогреватель без продувки котла электровентилятором. Запрещается прогревать двигатель в закрытых помещениях с плохой вентиляцией во избежание отравления угарным газом.

Когда жидкость удаляют из системы охлаждения двигателя, необходимо открыть и спускной краник подогревателя. При переходе' на летний период эксплуатации пусковой подогреватель следует снять с двигателя.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Назначение системы пуска.
2. Средства для облегчения пуска дизеля.
3. Устройство электрофакельного подогревателя.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
3. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

## ШАССИ ТРАКТОРОВ

Шасси трактора включает в себя трансмиссию, ходовую часть и механизм управления.

Трансмиссия состоит из агрегатов (рис. 12.1), передающих вращающий момент от двигателя ведущим колесам и изменяющих этот момент и частоту их вращения как по величине, так и по направлению. В трансмиссию входят сцепление 7, коробка передач 2 и ведущий (задний) мост. Для передачи вращения и вращающего момента между агрегатами используют промежуточное соединение 10 или карданную передачу 8. Задний мост колесного трактора включает в себя главную передачу 3, дифференциал 4 и конечные передачи 5. У колесного трактора со всеми ведущими колесами 6 дополнительно имеются передний ведущий мост со своей главной передачей 3 и дифференциалом 4.

В заднем мосту гусеничного трактора кроме главной и конечных передач установлены механизмы поворота 11.

Для смазывания вращающихся деталей коробки передач (без гидравлического управления), как и других деталей трансмиссии, применяют масло трансмиссионное ТМ-3-18, ТАп-15в или ТСП-15к. Для коробок передач с гидроуправлением используют моторное масло.

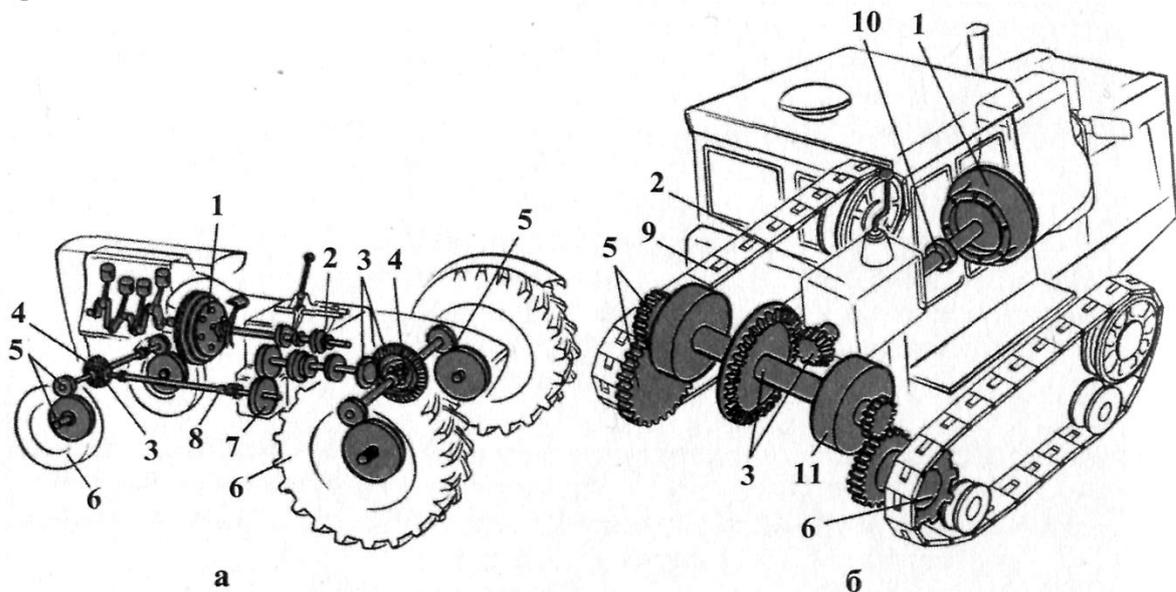


Рисунок 12.1. Схемы составных частей трансмиссии колесного (а) и гусеничного (б) тракторов:

1 – сцепление; 2 – коробка передач; 3, 5 и 8 – соответственно главная, конечная и карданная передачи; 4 – дифференциал; 6 – ведущее колесо (звездочка); 7 – раздаточная коробка; 9 – гусеница; 10 – промежуточное соединение; 11 – механизм поворота

### Сцепление. Схема работы, устройство и классификация

Сцепление служит для кратковременного разъединения двигателя и трансмиссии при переключении передач и плавного их соединения при трогании трактора с места.

На тракторах используют фрикционное сцепление. Его работа основана на использовании сил трения. В качестве трущихся поверхностей служат диски, изготовленные из материала с высоким коэффициентом трения. В зависимости от передаваемого вращающего момента необходимо применять разное число трущихся элементов, поэтому сцепление может быть одно-, двух- и многодисковым.

Ведущий (нажимной) диск 1 (рис. 12.2) соединен с маховиком, а ведомый 3 посажен на валу 8 сцепления. Маховик 4 выполняет одновременно функцию ведущего диска.

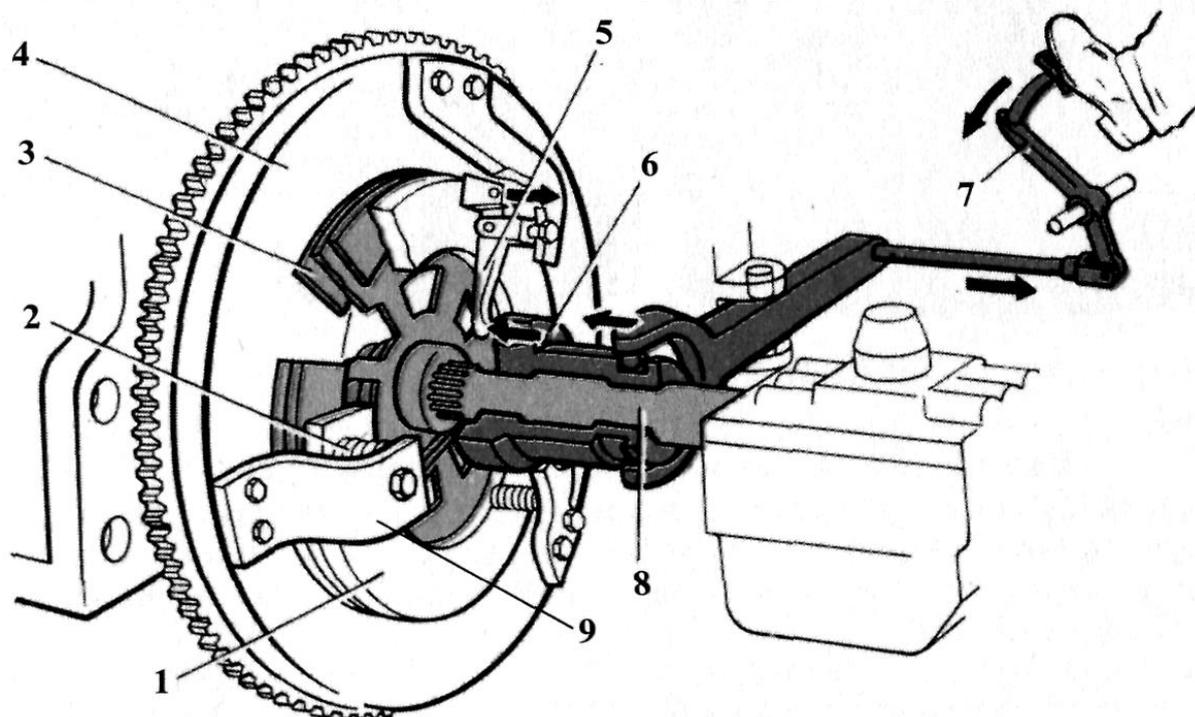


Рисунок 12.2. Сцепление

1 и 3 – ведущий и ведомый диски; 2 – пружина; 4 – маховик; 5 – отжимной рычажок; 6 – выжимной подшипник; 7 – педаль; 8 – вал сцепления; 9 – кожух

Между нажимным диском 1 и кожухом 9 по окружности размещены пружины 2, зажимающие ведомый диск между нажимным диском и маховиком. В результате трения, возникающего между ними, вращающий момент передается от двигателя на вал сцепления.

Сцепление управляется механизмом выключения. Выжимной подшипник 6 перемещается с помощью вилки и тяги от педали 7. Подшипник нажимает на внутренние концы рычажков 5, а наружные отводят нажимной диск от ведомого, и сцепление выключается. Когда педаль отпускают, нажимной диск под действием пружин 2 прижимает ведомый диск к маховику – сцепление включается. Плавность включения обеспечивается за счет начального проскальзывания дисков до момента полного прижатия одного к другому. Сцепление описанного типа называют сухим, постоянно замкнутым.

### Механизм выключения

Механизм выключения сцепления может иметь механический, гидравлический или пневматический приводы.

**Механический привод.** Основные элементы – педаль, выжимной подшипник, вилки выключения сцепления и включения тормозка, рычаги вилок и тяг.

Для снижения усилия, прикладываемого водителем к педали, механизмы выключения многих тракторов снабжены усилителями. В качестве усилителя рассматриваемого сцепления применен механический сервоусилитель. Он состоит из пружины и кронштейна с упорным болтом. В начале хода педали сцепления пружина сжимается, а затем, разжимаясь, помогает полностью выключить сцепление.

**Гидропривод.** Основные элементы – гидроусилитель, бак гидросистемы и гидронасос. Гидропривод можно представить себе, если вместо тяги сцепления установить гидроусилитель. В этом случае при нажатии на педаль переместится золотниковая втулка гидроусилителя, которая направляет поток рабочей жидкости от гидронасоса на поршень гидроусилителя, действующий на рычаг сцепления и выжимной подшипник. Сцепление выключается силой давления рабочей жидкости. С другой стороны поршня жидкость выходит в гидробак. При включенном сцеплении гидронасос свободно перегоняет рабочую жидкость из бака через гидроусилитель снова в бак.

**Пневмопривод.** Такой механизм состоит из пневмокамеры, закрепленной на корпусе сцепления с левой стороны, и следящего устройства.

Сжатый воздух из пневмосистемы трактора через клапан поступит в пневмокамеру и переместит шток, который, воздействуя на рычаг вилки, выключит сцепление.

Гидро- и пневмоусилители широко применяют в механизмах управления тракторов. При их разнообразии по назначению и устройству усилителям свойственно следящее действие.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назначение и конструкция трансмиссии.
2. Сцепление. Схема работы, устройство и классификация.
3. Устройство механизма выключения сцепления.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## Лекция № 13

### КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Коробка передач (КП) служит для изменения силы тяги и скорости движения трактора в зависимости от условий работы. С помощью КП можно изменить направление движения вперед или назад и отключить работающий двигатель от трансмиссии при остановке.

Действие КП основано на том, что вращение от коленчатого вала двигателя передается на ходовую часть через зубчатые шестерни с определенным передаточным числом на каждой передаче.

Число, показывающее, во сколько раз изменяется частота вращения ведомого вала по сравнению с ведущим или во сколько раз ведомая шестерня больше (меньше) ведущей (по числу зубьев), называется передаточным числом. Если в передаче участвует несколько пар шестерен, то общее передаточное число получается перемножением передаточных чисел всех пар шестерен, участвующих в передаче. На рис. 13.1 показана простейшая КП с тремя передачами переднего хода и одной задней. При введении в зацепление самой малой шестерни, расположенной на ведущем (первичном) валу 3, с самой большой шестерней на ведомом (вторичном) валу 2, включается первая (низшая) передача. Частота вращения ведомого вала будет наименьшей по сравнению с частотой его вращения при зацеплении других пар шестерен, а вращающий момент – наибольшим.

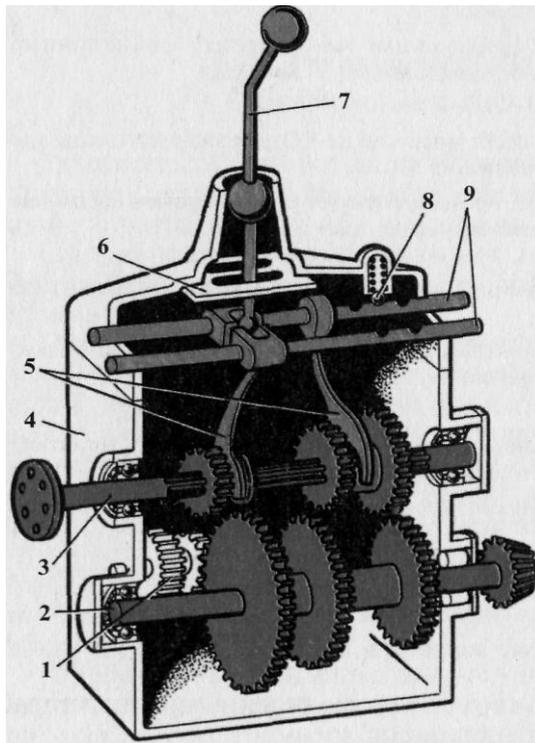


Рисунок 13.1. Простейшая коробка передач:

1 – двойная шестерня заднего хода; 2 и 3 – ведомый и ведущий валы; 4 – корпус; 5 – вилки; 6 – кулиса; 7 – рычаг переключения передач; 8 – фиксатор; 9 – ползуны

Подвижные шестерни (каретки) ведущего вала передвигаются рычагом 7 переключения передач через вилки 5, которые перемещаются вместе с ползунами 9 или

по ним как по направляющим. Для фиксации передачи и для того, чтобы не было самопроизвольного переключения, предусмотрены фиксаторы 8. Чтобы исключить одновременное передвижение двух ползунов и включение двух передач, в КП расположена направляющая пластина – кулиса 6.

При работе по возможности выбирают более высокую передачу для большей экономичности работы двигателя и достижения высокой производительности. Чем больше передач в КП, тем полнее используется мощность двигателя при переменной нагрузке.

Передачи тракторов можно условно разделить на три группы: основные, транспортные и замедленные.

Основные передачи (рабочего диапазона) соответствуют рабочим операциям в полевых условиях при агрегатировании трактора с сельскохозяйственными машинами. У тракторов этим передачам соответствуют скорости 5...14 км/ч.

Транспортные передачи включают при перевозке грузов тракторными поездами и переездах машинно-тракторного агрегата. У колесных тракторов таким передачам соответствуют скорости: 15...30 км/ч, у гусеничных – около 15 км/ч.

Замедленные передачи необходимы для качественного выполнения некоторых технологических процессов (работы с рассадопосадочными, корнеклубнеуборочными и другими машинами), которые выполняют на скоростях 0,6...0,4 км/ч.

#### **Раздаточная коробка. Промежуточные соединения**

**Раздаточная коробка** служит для передачи вращающего момента от вторичного вала на ведущие мосты колесного трактора повышенной проходимости.

Раздаточная коробка универсально-пропашного трактора предназначена для привода переднего ведущего моста и закреплена сбоку КП. С помощью раздаточной коробки передний мост включается автоматически при буксовании задних колес.

Раздаточная коробка представляет собой одноступенчатый редуктор с роликовой муфтой свободного хода.

**Промежуточные соединения.** При размещении одного агрегата относительно другого на некотором расстоянии вращающий момент передается через промежуточные соединения или карданные передачи. Они служат для передачи вращающего момента от одного вала другому, геометрические оси которых могут не совпадать. Их обычно устанавливают между валом сцепления и первичным валом КП.

По числу шарниров промежуточные соединения делят на одинарные (с одним шарниром) и двойные (с двумя шарнирами и валом между ними). По конструкции различают жесткие (состоящие из металлических деталей) и мягкие – с упругими (резиновыми) рабочими элементами. В основном на тракторах используют мягкие (упругие) промежуточные соединения. Они обеспечивают возможность передачи вращающего момента при углах между соединяемыми валами до 3°.

**Карданные передачи.** Они предназначены для передачи вращающего момента между агрегатами, оси валов которых могут смещаться при движении. Их применяют главным образом на колесных тракторах для соединения ведомого вала КП с валами раздаточной коробки и ведущих мостов. Простая карданная передача состоит из карданных шарниров и вала. Карданные шарниры обеспечивают угловое перемещение карданного вала (до 24°), а свободные шлицевые соединения вилок карданного шарнира с валом – изменение расстояния между шарнирами.

По числу шарниров на валу различают одинарные и двойные (с карданами на обоих концах) карданные передачи.

Валы карданной передачи изготовлены из тонкостенных стальных труб. На их концах приварены вилки карданных шарниров (или с одной стороны – вилка, а с другой – шлицевая втулка).

Наибольшее распространение получила карданная передача с жесткими карданными шарнирами.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назначение коробки передач.
2. Назначение раздаточной коробки.
3. Назначение карданных передач.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

## ВЕДУЩИЕ МОСТЫ. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ВЕДУЩЕГО МОСТА.

Ведущий мост объединяет группу механизмов, которые передают крутящий момент от коробки передач ведущим колесам. Задние мосты всех тракторов ведущие. Чтобы уменьшить буксование, улучшить проходимость и увеличить силу тяги крутящий момент подводят не только к задним, но и к передним колесам, для чего передний мост ряда тракторов делают тоже ведущим.

Схема заднего моста колесного трактора показана на рисунке 14.1. Вращение от вторичного вала 3 коробки передач передается через конические шестерни 2 промежуточной передачи на дифференциал 7 и далее через полуоси 6 и шестерни 4 конечных передач – ведущим колесам 5. Тормоза 1 обеспечивают как совместное, так и раздельное торможение ведущих колес.

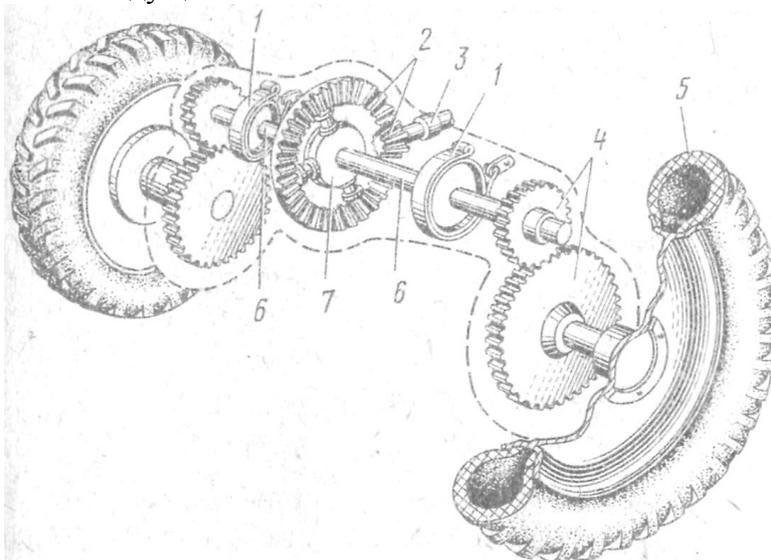


Рисунок 14.1. Схема заднего моста колесного трактора:

1 – тормоза, 2 – конические шестерни промежуточной передачи, 3 – вторичный вал коробки передач, 4 – шестерни конечной передачи, 5 – ведущее колесо, 6 – полуось, 7 – дифференциал

Передний ведущий мост по схеме передачи крутящего момента подобен заднему. Некоторые ведущие передние мосты имеют устройство, позволяющее поворачивать колеса относительно вертикальной оси, что необходимо для управления трактором.

В задних мостах изучаемых гусеничных тракторов дифференциала нет, но имеется механизм управления, позволяющий независимо отключать каждую гусеницу.

Ведущий мост состоит из картера с кожухами полуосей, главной передачи, дифференциала и полуосей.

*Главная передача.* Различают одинарные и двойные главные передачи.

Главная передача представляет собой одну или две пары шестерен и служит для передачи крутящего момента от карданной передачи к полуосям под прямым углом, а также для увеличения тяговой силы.

*Одинарная главная передача* состоит из двух конических шестерен: одной ведущей (малой) и одной ведомой (большой).

В двойной главной передаче две пары шестерен: одна пара конических и одна пара цилиндрических. За счет двух пар шестерен в двойной передаче получается большое передаточное число при сравнительно небольших размерах шестерен. Двойные передачи устанавливают на большегрузных автомобилях.

Дифференциал дает возможность вращаться ведущим колесам с различной скоростью при поворотах автомобиля и неровностях дороги, что необходимо для уменьшения износа шин.

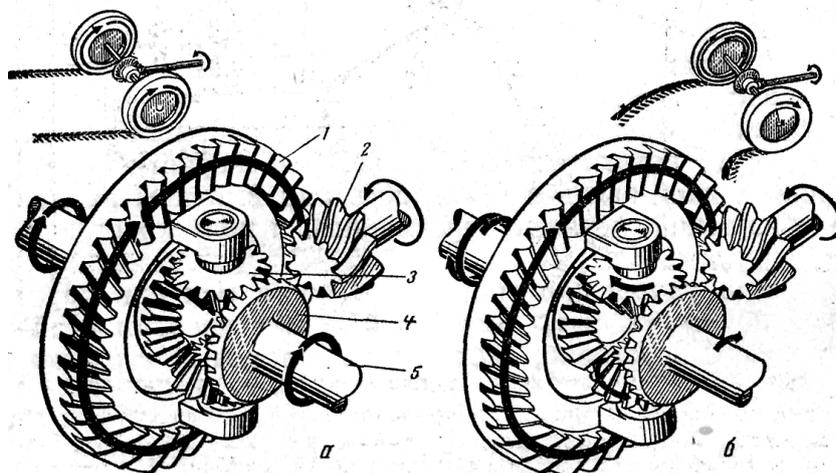


Рисунок 14.2. Схема устройства и работы дифференциала:

а – автомобиль идет по прямой, сателлиты не вращаются, ведущие колеса вращаются с одинаковой скоростью; б – автомобиль движется по закруглению, скорости ведущих колес разные, сателлиты вращаются вокруг своих осей; 1 – ведомая шестерня; 2 – ведущая шестерня; 3 – сателлит; 4 – полуосевая шестерня; 5 – полуось

*Дифференциал* (рис. 14.2) состоит из коробки, внутри которой на пальце или крестовине установлены сателлиты – небольшие конические шестерни. Сателлиты зацеплены с шестернями полуосей. Коробка дифференциала вращается на двух конических роликовых подшипниках. К фланцу коробки приклепывают ведомую шестерню главной передачи. При движении автомобиля усилие от главной передачи передается на коробку дифференциала, затем через палец или крестовину на сателлиты, а от них через полуосевые шестерни и полуоси к ступицам ведущих колес.

При движении автомобиля по прямой и ровной дороге сателлиты, каждый из которых можно рассматривать как равноплечий рычаг, не вращаются вокруг своих осей, так как встречают со стороны шестерен полуосей одинаковое сопротивление. В этом случае колеса будут вращаться с одинаковой скоростью. Во время поворота автомобиля сателлиты встречают неодинаковое сопротивление от шестерен полуосей, вследствие чего они начнут вращаться вокруг своих осей, создавая тем самым возможность вращения полуосей, а следовательно, и колес с разным числом оборотов.

Однако дифференциал имеет и отрицательную сторону – он часто приводит к пробуксовыванию колес на скользкой и грязной дороге.

*Полуоси* служат для передачи крутящего момента от дифференциала непосредственно ведущим колесам или конечной передачи. Каждая полуось соединена одним концом с шестерней полуоси, другим – со ступицей колеса, либо с ведущей шестерней конечной передачи.

*Конечные передачи.* Эти передачи завершают увеличение крутящего момента, передаваемого от двигателя к ведущим колесам. Они представляют собой одноступенчатые, реже двухступенчатые, а иногда планетарные редукторы.

Конечные передачи колесных тракторов делают по одной из нескольких схем. В первом случае их размещают в общем корпусе с промежуточной передачей и дифференциалом. Ведущие шестерни получают вращение от полуосевых шестерен дифференциала. Ведомые шестерни закреплены на внутренних концах полуосей, которые пропущены сквозь прикрепленные к корпусу рукава. Ведущие колеса крепятся к наружным концам полуосей. Размещение конечной и промежуточной передач в общем корпусе упрощает смазку этих механизмов и позволяет придать конструкции ведущего моста компактность.

Для увеличения агротехнического просвета конечные передачи некоторых пропашных тракторов размещены в отдельных корпусах, прикрепленных к фланцам рукавов полуосей. Конструкция корпусов конечной передачи, позволяет поворачивать их относительно рукава и увеличивать просвет.

Конечные передачи всех гусеничных тракторов расположены в 8 отдельных корпусах, благодаря чему ось ведущей звездочки располагается более низко. Корпуса конечных передач крепят к корпусу заднего моста непосредственно или через короткие рукава-проставки.

Планетарные конечные передачи. Водило, изготовленное в виде герметичного барабана, вместе с ведущим колесом (звездочкой) привинчено к ступице, которая через подшипники опирается на рукав полуоси. Ведущая солнечная шестерня закреплена на полуоси. Сателлиты, получая вращение от солнечной шестерни, перекачиваются внутри коронной шестерни, закрепленной на рукаве, и через оси увлекают за собой водило вместе с ведущим колесом.

Благодаря компактности планетарные конечные передачи хорошо вписываются в габариты ведущих колес. Их применяют как на колесных, так и на гусеничных тракторах.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Общее устройство ведущего моста.
2. Схема устройства и работы дифференциала.
3. Назначение конечных передач.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

3. **Болотов, А. К.** Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие [Текст] / А. К. Болотов, А. А. Лопарев, В. И. Судницын; Международная ассоциация "Агрообразование". – М.: КолосС, 2008. – 351 с. : ил. – (Учебники и учеб. пособия для бакалавров высш. учеб. заведений). – ISBN 978-5-9532-0674-7

4. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

### ХОДОВАЯ ЧАСТЬ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Проходимость трактора определяется рядом показателей, которые влияют на производительность, экономичность и качество работы. К ним относят буксование, дорожный и агротехнический просветы, колею и защитную зону, удельное давление колес на почву.

Буксование – скольжение ведущего колеса относительно грунта в сторону, противоположную направлению движения. Для колесного трактора с двумя ведущими мостами допускают буксование до 15 %. Для его снижения необходимо следующее: увеличить число ведущих мостов; использовать шины специального профиля и сдвоенные, полугусеничный ход; изменить давление воздуха в шинах; увеличить сцепной вес с помощью балласта и догрузителей ведущих колес.

Дорожный просвет – это расстояние от уровня опорной поверхности (земли) до самой нижней точки машины по вертикали.

Агротехнический просвет – расстояние от опорной поверхности (земли) до самой нижней точки трактора, расположенной над рядом сельскохозяйственной культуры. Для универсально-пропашных тракторов он равен 0,45...0,6 м.

Колея – это расстояние между продольными осями правых и левых колес или гусениц. На универсально-пропашных тракторах колею можно изменить.

Защитная зона – расстояние от середины ряда сельскохозяйственной культуры до ближайших частей колес или гусениц.

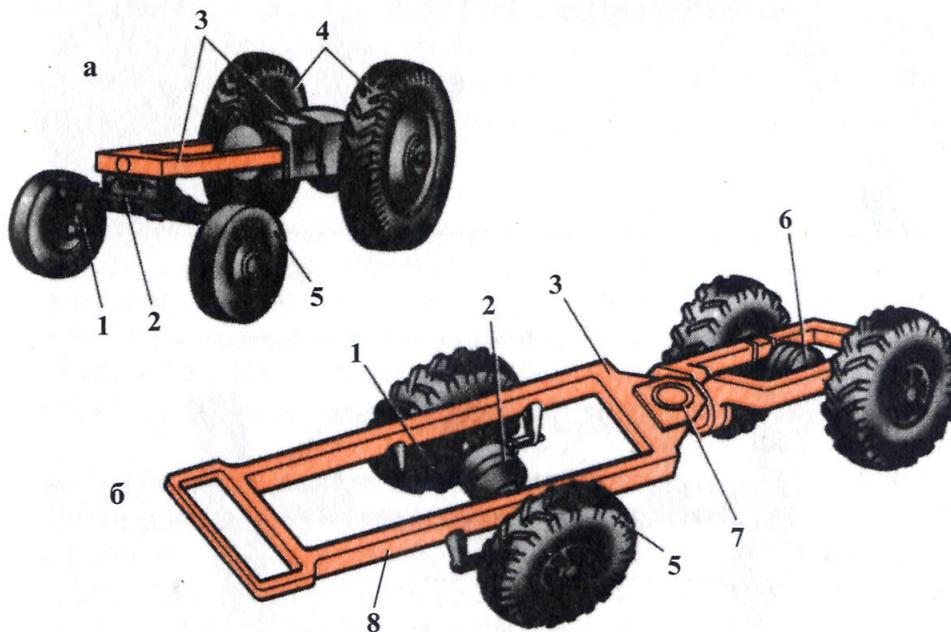


Рисунок 15.1. Ходовая часть колесного трактора:

а – универсально-пропашного; б – общего назначения; 1 – подвеска; 2 и 6 – передний и задний мосты; 3 – остов; 4 и 5 – задние и передние колеса; 7 – двойной шарнир; 8 – рама.

Удельное давление колес на почву – нагрузка, приходящаяся на колесо, отнесенная к его опорной площади. С его увеличением возрастает глубина следа колеса, ухудшается проходимость, снижается урожайность.

Ходовая часть состоит из остова, подвески и движителя.

**Остов.** Остовом называют основание, соединяющее части трактора или автомобиля в единое целое. У колесных тракторов различают рамные, полурамные и безрамные остовы.

Рамный остов представляет собой клепаную или сварную раму из стального проката различного профиля, на которую устанавливают части трактора.

Полурамный остов (рис. 15.1, а) – это объединенная конструкция отдельных корпусов трансмиссии и балок полурамы. Полурамный остов применяют на пропашных тракторах.

Безрамный остов (у мини-тракторов) представляет собой общую жесткую систему, состоящую из корпусов механизмов трансмиссии и двигателя.

Рама колесного трактора общего назначения шарнирно-сочлененная (рис. 15.1, б). Она состоит из двух полурам, соединенных двойным шарниром, с помощью которого полурамы могут поворачиваться одна относительно другой в горизонтальной (на  $+30^\circ$ ) и вертикальной (на  $\pm 18^\circ$ ) плоскостях.

**Подвеска.** Она представляет собой совокупность устройств для упругой связи остова с колесами. Подвеска смягчает удары от неровностей почвы (дороги), обеспечивая плавность хода трактора. Это способствует повышению надежности крепления деталей, меньшей утомляемости водителя.

На колесных тракторах подвеской обычно оборудованы передние мосты. В состав подвесок входят цилиндрические пружины для подрессоривания передних колес, листовые рессоры, амортизаторы, у некоторых тракторов применяют упругие пневматические шины.

**Движитель.** Это устройство, преобразующее работу двигателя в работу по перемещению машины. Движителем на колесных тракторах служат колеса.

На тракторах устанавливают дисковые колеса с пневматическими шинами. В результате сцепления ведущих колес с грунтом их вращательное движение преобразуется в поступательное движение трактора.

По назначению колеса делят на ведущие, управляемые ведомые и комбинированные (одновременно ведущие и управляемые).

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Устройство и назначение ходовой части колесного трактора.
2. Назначение подвески колесного трактора.
3. Назначение движителя колесного трактора.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред.

О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

3. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

## ХОДОВАЯ ЧАСТЬ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

Преимущества гусеничного трактора по сравнению с колесным, заключаются в следующем: меньшее удельное давление на почву; лучшая проходимость по мягким почвам; возможность более раннего начала весенних работ. Однако гусеничный трактор более сложен по устройству и его движение по асфальтированным дорогам ограничено.

В ходовую часть гусеничного трактора входят остов, гусеничные движители и подвеска.

**Остов.** Это сварная рама, предназначенная для крепления на ней всех частей трактора. Ее основные элементы – две продольные балки 4 (рис. 16.1), жестко соединенные снизу передним 7 и задним поперечными брусками. К продольным балкам приварены накладки 6 для крепления задних опор двигателя. Переднюю опору двигателя закрепляют на кронштейнах 5, приваренных к передней оси рамы. В задней части и сверху к продольным балкам приварены кронштейны, к которым закрепляют механизм навески и оси поддерживающих роликов. К боковым стенкам продольных балок приварены опоры натяжных механизмов и осей направляющих колес.

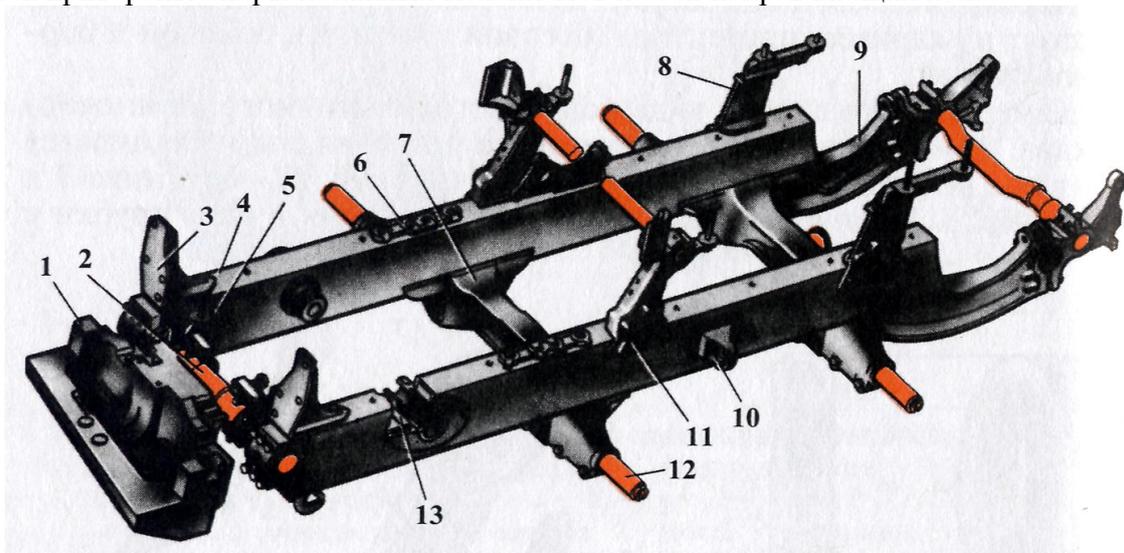


Рисунок 16.1. Остов гусеничного трактора:

1 – балансирный груз; 2 – передняя ось; 3 – кронштейн крепления радиатора; 4 – продольная балка; 5 – кронштейн передней опоры двигателя; 6 – накладка для крепления задней опоры двигателя; 7 – передний поперечный брус; 8 – кронштейн крепления поддерживающего ролика и стойки навесного устройства; 9 – задний кронштейн; 10 – кронштейн опоры натяжного устройства; 11 – кронштейн; 12 – цапфа каретки; 13 – опора оси направляющего колеса.

В пустотелых головках, находящихся на концах поперечных брусков 7, имеются расточенные отверстия, в которые вставлены цапфы 12 кареток подвески. Цапфы зажаты в разрезных отверстиях брусков болтами.

**Движитель.** Он включает в себя натяжной механизм 10 (рис. 16.2), балансиры 4, поддерживающие ролики 3, ведущую звездочку 11 и гусеничную цепь 5.

Гусеничная цепь состоит из отдельных шарнирно соединенных звеньев. Каждое звено представляет собой фасонную отливку из стали высокой твердости и прочности. С одной стороны звена имеется четыре проушины, а с другой – три.

На внутренней поверхности цепей звенья имеют беговые дорожки, по которым перекатываются опорные катки кареток, а также направляющие реборды, проходящие между ободьями опорных катков поддерживающих роликов и с внешних сторон обода направляющего колеса.

Звенья соединены через пружины стальными закаленными пальцами 7. С внешней стороны они имеют утолщенные головки, а с внутренней – отверстия под шплинт.

Ведущая звездочка выполнена с 13 зубьями. Их шаг в 2 раза меньше шага гусеницы, поэтому при каждом обороте зубья работают попеременно, что уменьшает их износ.

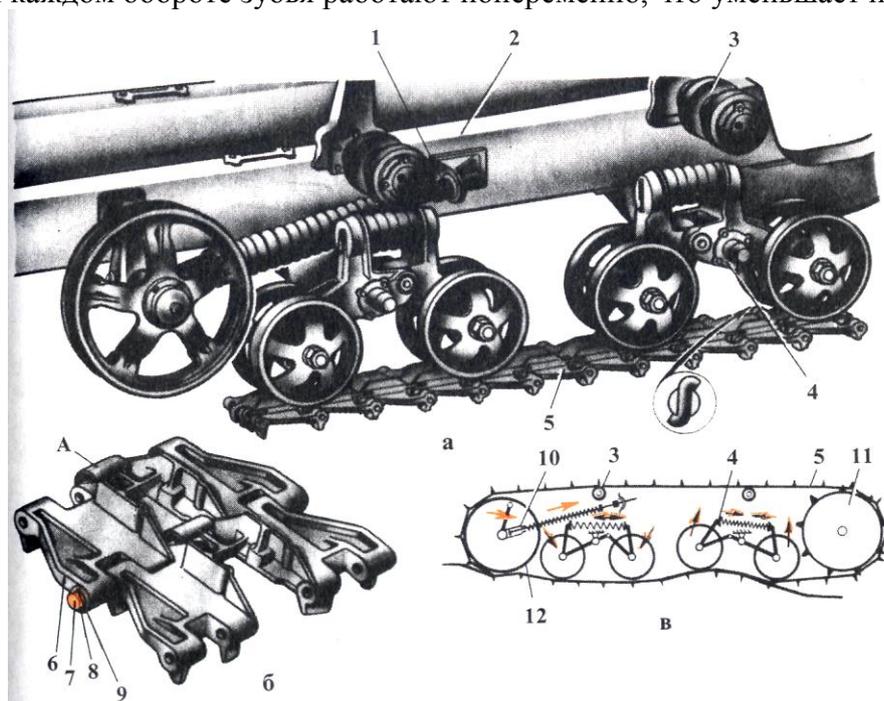


Рисунок 16.2. Гусеничный движитель:

а – устройство; б – звенья гусеницы; в – схема; 1 – регулировочная гайка натяжного механизма; 2 – рама; 3 – поддерживающий ролик; 4 – балансир; 5 – гусеничная цепь; 6 – звено; 7 – палец; 8 – шайба; 9 – шплинт; 10 – натяжной механизм; 11 – ведущая звездочка; 12 – направляющее колесо; А – цевка.

Поддерживающие ролики предотвращают сильное провисание и боковое раскачивание гусеничных цепей. С каждой стороны рамы трактора устанавливают по два поддерживающих ролика.

Натяжной механизм служит для натяжения гусеничной цепи. В него входят направляющее колесо, коленчатая ось, амортизатор и стяжной винт.

**Подвеска.** Она соединяет гусеничный движитель с рамой и обеспечивает плавность хода. Эластичная подвеска трактора представляет собой четыре балансира каретки. Они установлены на цапфах поперечного бруса рамы по две с каждой стороны трактора и представляют собой тележку. Последняя состоит из внешнего и внутреннего балансира, опирающихся на катки, и пружины, установленной между балансирами.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Устройство и назначение ходовой части гусеничного трактора.
2. Назначение подвески гусеничного трактора.
3. Назначение движителя гусеничного трактора

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3
3. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

## РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Рулевое управление предназначено для изменения направления движения колесного трактора посредством поворота передних колес или полурамы. Оно состоит из рулевого механизма и привода.

**Совмещенное и раздельное рулевые управления.** Они отличаются расположением рулевого колеса относительно рулевого механизма. В совмещенном рулевом управлении червяк 10 (рис. 17.1, а) рулевого механизма размещен на конце рулевого вала 11. В раздельном рулевом управлении рулевое колесо 12 (рис. 17.1, б) соединено с червяком 10 составным валом и карданными шарнирами 13. При таком управлении можно установить рулевое колесо в удобном для водителя месте и даже изменить положение рулевого колеса в зависимости от роста водителя.

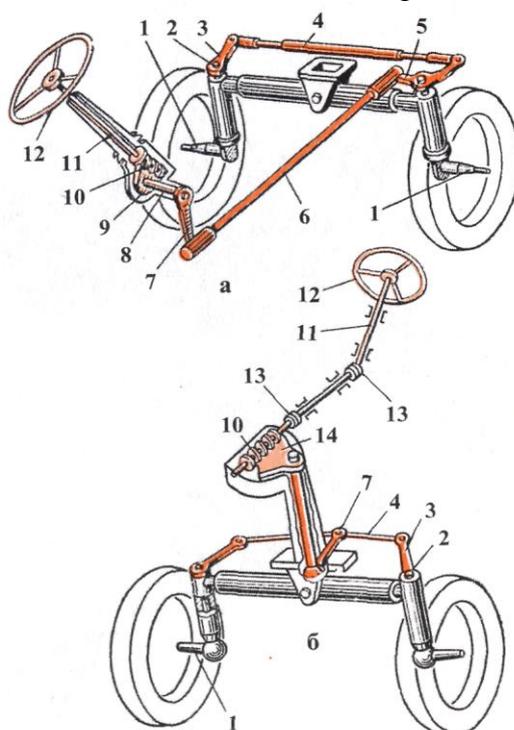


Рисунок 17.1. Совмещенное (а) и раздельное (б) рулевые управления колесных тракторов:

1 – оси цапф; 2 – цапфы; 3 и 5 – рулевые и поворотный рычаги; 4 и 6 – поперечная и продольная тяги; 7 – рулевая сошка; 8 – вал рулевой сошки; 9 – ролик; 10 – червяк; 11 – рулевой вал; 12 – рулевое колесо; 13 – карданные шарниры; 14 – сектор.

Рулевое управление работает следующим образом. При повороте рулевого колеса поворачивается червяк 10, который действует через ролик (или сектор) 9 на вал 8 и сошку 7. Эти детали составляют рулевой механизм. Далее усилие передается через рулевой привод, т.е. продольную тягу 6, поворотный рычаг 5 (см. 17.1 а), а затем через поперечные тяги 4, рулевые рычаги 3 и цапфы 2 на колеса. Направление Поворота колес зависит от направления вращения рулевого колеса.

### Тормозные механизмы трактора и прицепа

Для снижения скорости движения, остановки и удержания в неподвижном состоянии тракторы оборудуют тормозной системой. Различают тормозные системы следующих видов: стояночную, которая служит для удержания машины на склоне, и рабочую, необходимую для снижения скорости движения машины и ее полной остановки с необходимой эффективностью.

Тормозная система состоит из тормозного механизма и его привода. Тормозной механизм. Он служит для создания искусственного сопротивления движению трактора. Наибольшее распространение получили фрикционные тормоза, принцип действия которых основан на использовании сил трения между неподвижными и вращающимися деталями. Фрикционные тормоза могут быть барабанными, ленточными и дисковыми. В барабанном тормозе силы трения создаются на внутренней, цилиндрической поверхности вращения, в ленточном – на наружной, а в дисковом – на боковых поверхностях вращающегося диска.

По месту установки различают тормоза колесные и центральные (трансмиссионные). Первые действуют на ступицу колеса, а вторые – на один из валов трансмиссии. Колесные тормоза используют в рабочей тормозной системе, центральные – в стояночной.

Привод тормозов. Он предназначен для управления тормозными механизмами при торможении. По принципу действия тормозные приводы разделяют на механические, пневматические и гидравлические.

Рассмотренные ранее рабочие тормозные системы – пример применения тормозных механизмов с механическим приводом.

В рабочей тормозной системе колесных тракторов общего назначения используют пневматический привод тормозов.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Схемы рулевого управления трактора.
2. Тормозные механизмы трактора и прицепа.

### ***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

3. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с. – ISBN 5-9532-0099-4

## ОБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ

Оборудование тракторов делят на рабочее и вспомогательное. Рабочее оборудование (навесная гидросистема, прицепное устройство, прицепной крюк, ВОМ, приводной шкив) служит для использования мощности трактора при выполнении различных работ в агрегате с сельскохозяйственными машинами и орудиями.

Вспомогательное оборудование предназначено для улучшения условий труда тракториста-машиниста.

### **Рабочее оборудование**

Механизм навески. Навесная гидросистема состоит из механизма навески и гидропривода.

Механизм навески. Он смонтирован сзади трактора и служит для присоединения к нему навесных и полунавесных орудий и их установки в рабочее или транспортное положение. Трактор, оборудованный навесной системой, с сельскохозяйственным орудием образуют навесной машинно-тракторный агрегат. По сравнению с прицепным у него хорошая маневренность, меньший расход топлива на единицу выполненной работы, относительно малая металлоемкость.

На всех изучаемых тракторах механизм навески выполнен по единой рычажно-шарнирной схеме. Он состоит из нижней 14 (рис. 18.1) и верхней 1 осей, закрепленных на раме трактора, верхней (центральной) тяги 4, подъемных рычагов 3 и связанных с ними нижних продольных тяг 7.

На верхней оси свободно вращается полый вал, внутри которого с обеих сторон запрессованы чугунные втулки. На шлицевых концах вала установлены подъемные рычаги. На левом конце вала свободно помещен поворотный рычаг 2 штока гидроцилиндра, который соединен односторонней связью с левым подъемным рычагом 3.

При работе трактора с навесными орудиями, заглубляемыми принудительно, поворотный рычаг штока и левый подъемный рычаг жестко соединяют пальцем 15, вставляемым в отверстие А. Запрещается вставлять палец в это отверстие при работе с машинами и орудиями, не требующими принудительного заглубления (плугами, сеялками, культиваторами и т.п.).

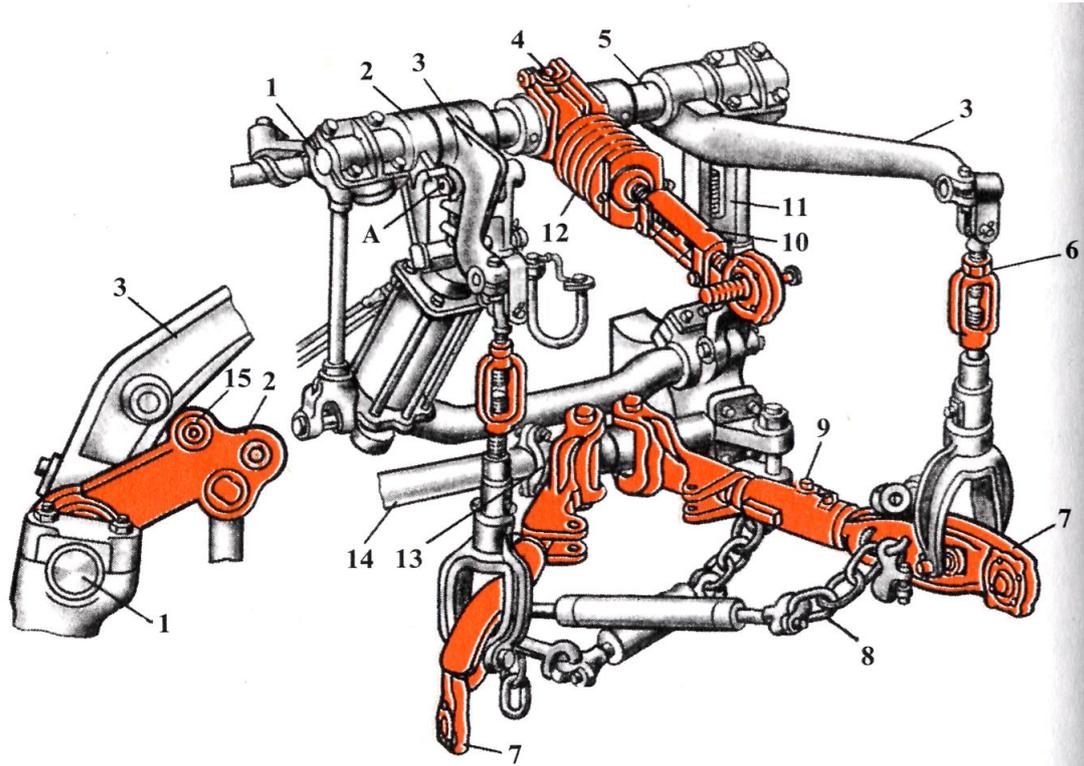


Рисунок 18.1. Механизм навески тракторов ДТ-75Д и ДТ-75МЛ:

1 и 14 – верхняя и нижняя оси; 2 – поворотный рычаг; 3 – подъемные рычаги; 4 и 7 – верхняя (центральная) и нижняя тяги; 5 – поворотный вал подъемных рычагов; 6 – регулировочная муфта; 8 – ограничительная цепь; 9 и 75 – пальцы телескопического и жесткого соединений; 10 – регулировочная муфта верхней тяги; 11 – стойка крепления навески в транспортном положении; 12 – пружина; 13 – упор; А – отверстие под палец, соединяющий шток с поворотным рычагом.

Навесное орудие присоединяют к концам нижних продольных тяг и центральной тяги сферическими шарнирами. Если золотник установлен в положение «Подъем», то поршень под давлением масла, воздействуя на шток и поворотный рычаг, поворачивает вал вместе с подъемными рычагами 3. Продольные тяги 7 с орудиями поднимают в транспортное положение наружными рычагами с помощью раскосов. Механизм навески при соответствующей наладке может работать по двух- и трехточечной схемам присоединения орудия к трактору.

Двухточечную схему навески применяют для работы с плугами. Передние концы нижних продольных тяг закрепляют вместе на центральной головке с помощью упора 13. Одну тягу крепят жестко, а другую – шарнирно. Трактор с заглубленными в почву орудиями может совершать повороты под углом до 20°.

Трехточечную схему навески используют при работе с широкозахватными навесными орудиями – сеялками, культиваторами, боронами. Навесные орудия располагают симметрично относительно оси трактора.

#### Гидропривод

Гидропривод предназначен для поднятия и опускания с места водителя орудий, присоединенных к трактору. В гидропривод входят бак 2 (рис. 18.2), гидронасос 1, распределитель 3 и гидроцилиндры 6.

Бак соединен металлическим трубопроводом со всасывающей камерой насоса. Нагнетательная камера насоса трубопроводом сообщается с распределителем. Рукоятка 5 золотника расположена в кабине. Благодаря трехзолотниковому распределителю можно управлять раздельно сельскохозяйственными машинами и орудиями, расположенными сбоку, впереди и сзади трактора с помощью гидроцилиндров, с которыми соединена нагнетательная полость распределителя. Его сливная полость соединена с баком через фильтр.

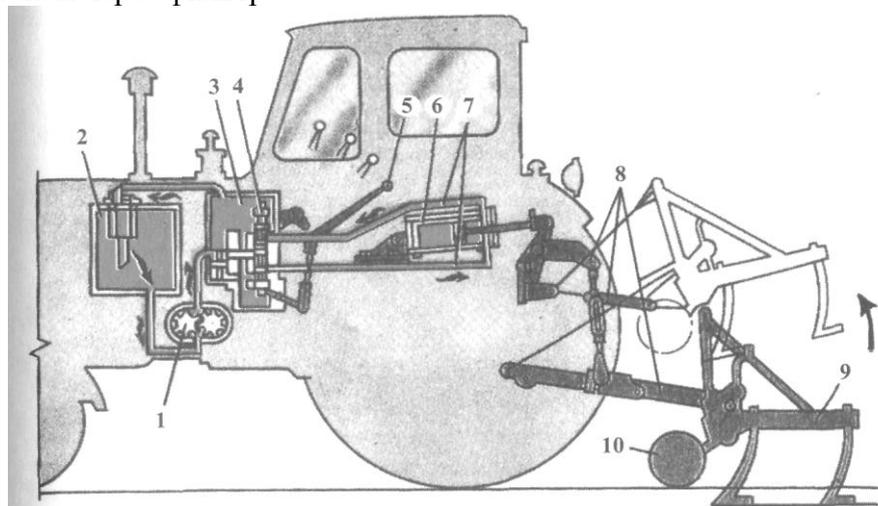


Рисунок 18.2. Схема навесной гидросистемы:

1 – гидронасос; 2 – бак для масла; 3 – распределитель; 4 – золотник; 5 – рукоятка золотника; 6 – гидроцилиндр; 7 – маслопроводы; 8 – механизм навески; 9 – навесное орудие; 10 – опорное колесо

Действие гидросистемы основано на использовании давления масла, нагнетаемого гидронасосом в гидроцилиндр. Во время работы гидронасос засасывает масло из бака и под большим давлением подает его к распределителю. В зависимости от положения рукоятки распределителя масло по маслопроводу 7 направляется в гидроцилиндр, поднимая или опуская соединенное с ним орудие, или сливается в бак.

Универсально-пропашные тракторы оборудованы гидравлическим или механическим догрузателем ведущих колес. Он служит для увеличения сцепного веса трактора и повышения его проходимости за счет навесного орудия.

Составные части навесной гидросистемы соединены маслопроводами. Маслопроводы низкого давления, связывающие бак с насосом и распределителем, изготовлены из стальных труб. Маслопроводы высокого давления, идущие от распределителя к гидронасосу и к гидроцилиндрам, выполнены из жестких и гибких труб. Стенки гибких маслопроводов имеют три слоя: наружный и внутренний изготовлены из резины, средний - из металлической оплетки.

Запорное устройство соединительных муфт с самозапирающимися клапанами служит для облегчения снятия и установки гидроцилиндров. Если запорное устройство разъединено, то шарики плотно прижаты к гнездам пружинами.

Маслопроводы, идущие к гидроцилиндрам, расположенным на прицепных машинах, соединены разрывными муфтами, предохраняющими шланги от разрушения при случайном отсоединении прицепного орудия.

Для гидросистемы применяют моторные масла группы В: М-8В и МГЕ-46В.

**Бак.** Он служит резервуаром для рабочей жидкости (масла) и состоит из корпуса и крышки. Бак сварен из двух штампованных из листовой стали половин. В верхней

половине размещены заливная горловина, масломерная линейка, сапун и фильтр. Корпус бака служит остовом основных агрегатов гидросистемы. К нему прикрепляют сзади распределитель и гидроувеличитель сцепного веса (ГСВ), а снизу – гидронасос с приводом. В заливной горловине установлен сетчатый фильтр.

Масломерная линейка 4 представляет собой стержень, на котором нанесены метки: О – нижний уровень масла в баке; П – верхний уровень; С – уровень масла при работе со стогометателем.

Фильтр очищает масло, поступающее в бак из системы.

У некоторых тракторов фильтр и гидронасос расположены не в самом баке, а отдельно и соединены с баком маслопроводом.

**Гидронасос.** Насосы, применяемые в гидросистеме тракторов, шестеренные типа НШ-У (унифицированные) или НШ-К (круглые). Они отличаются подачей и направлением вращения (указана буква «Л» в марке насоса). Нельзя устанавливать насос левого вращения вместо правого и наоборот. Однако у гидронасоса можно поменять вращение на обратное. Подача насоса (в кубических сантиметрах на один оборот) обозначена цифрой в марке насоса.

Шестеренные насосы гидросистемы одного типа независимо от подачи одинаковы по устройству. Их рабочее давление высокое (до 20 МПа), поэтому их детали изготавливают с большой точностью.

Каждый насос снабжен своим специальным устройством, которое предотвращает утечку масла из нагнетательной полости во всасывающую.

**Гидроцилиндры.** Они предназначены для поднятия или опускания сельскохозяйственных орудий. На тракторе установлен один основной гидроцилиндр в комплекте с механизмом навески. Выносные гидроцилиндры комплектуют с гидрофицированными прицепными орудиями на заводах.

Все гидроцилиндры конструктивно выполнены одинаково и различаются только размерами деталей. Цифра в марке обозначает внутренний диаметр гидроцилиндра в миллиметрах. Рассматриваемые гидроцилиндры двустороннего действия. Масло может нагнетаться под давлением как в переднюю, так и в заднюю полость.

**Распределитель** направляет поток масла от гидронасоса в гидроцилиндры. Он автоматически переключает систему на холостой ход по окончании опускания орудия, а также предохраняет ее от перегрузки.

На тракторах устанавливают трехзолотниковый распределитель с независимой работой каждого золотника. Цифра в марке распределителя означает максимальную пропускную способность, выраженную в литрах в минуту.

Распределитель состоит из корпуса, верхней и нижней крышек, трех золотников, перепускного и предохранительного клапанов.

В корпусе распределителя имеются отверстия для золотников и каналы для прохода масла. Главный подводящий канал соединяется с насосом. Отводные каналы, выходящие наружу попарно напротив каждого золотника, соединяются с гидроцилиндрами. Причем масло, выходящее из каналов, расположенных на уровне отлитой на корпусе буквы П, должно поступить в цилиндр для подъема орудий. Напротив перепускного клапана в корпусе распределителя находится сливной канал, который соединяется с баком гидросистемы.

Каждый золотник, управляя работой одного гидроцилиндра, может занимать четыре положения. Золотники перемещают шарнирно соединенными с ними рычагами. При перемещении золотники определенным образом располагаются выточками против соответствующих каналов в корпусе. С наружными концами рычагов соединены

рукоятки управления. Среднее положение рукоятки – «Нейтральное». Ее перемещение вниз соответствует положению «Подъем», вверх – «Опускание» и крайнее верхнее положение – «Плавающее».

**«Подъем».** В этом положении золотник кольцевой проточкой соединяет нагнетательную полость распределителя с отводным каналом и задней полостью цилиндра. Одновременно другой кольцевой проточкой золотник соединяет переднюю полость гидроцилиндра со сливной полостью распределителя.

**«Опускание».** В этом положении золотник соединяет с насосом канал и масло нагнетается в переднюю полость гидроцилиндра, перемещая поршень назад. Орудие принудительно опускается. Из задней полости гидроцилиндра масло вытесняется поршнем по шлангу через канал распределителя в бак.

**«Нейтральное».** В этом положении золотник перекрывает отводные каналы. Масло в гидроцилиндре оказывается закрытым. Орудие удерживается в определенном положении. Масло, нагнетаемое насосом в канал, вхолостую сливается в бак через перепускной клапан.

**«Плавающее».** В этом положении насос тоже работает вхолостую и масло идет через перепускной клапан в бак. Однако обе полости гидроцилиндра сообщаются через распределитель, и поршень может свободно перемещаться (плавать) под действием силы тяжести навесного орудия, копирующего опорным колесом рельеф поля.

В рабочих положениях золотник фиксируется специальным устройством. Из положений «Подъем» и «Опускание» золотник возвращается автоматически в положение «Нейтральное». Механизмы автоматического возврата и фиксации смонтированы на верхнем конце золотника.

**Фиксирующее устройство.** Оно состоит из шариков, втулки и обоймы, в пазы которой могут входить шарики. При рабочих положениях золотника втулка под действием пружины конической частью распирает шарики и удерживает их в крайних пазах обоймы. Другой половиной шарики входят в гнезда золотника и удерживают его в рабочем положении.

Пружина находится в сжатом положении и упирается через опорные стаканы одним концом в крышку распределителя, а другим – в золотник, стремясь перевести его в положение «Нейтральное» (по рисунку – вниз).

**Механизм автоматического возврата.** Он срабатывает после окончания рабочих операций. Когда при подъеме или опускании орудия поршень доходит до крышки гидроцилиндра, давление в нагнетательной полости распределителя повышается до определенного значения (например, у некоторых тракторов до 12,5...13,5 МПа).

Если механизм автоматического возврата не работает, то начинает действовать предохранительный клапан, отрегулированный на большее давление, чем клапан механизма автоматического возврата золотника (например, на 18 МПа). В этом случае сливная полость перепускного клапана соединяется с основной сливной полостью через канал и открытый предохранительный клапан. Под давлением масла перепускной клапан открывается благодаря каналу и пропускает масло через сливную полость распределителя в бак.

Работа предохранительного клапана сопровождается характерным шумом и перегревом масла, поэтому при неработающем механизме автоматического возврата золотник необходимо перевести вручную в положение «Нейтральное».

На пропашных тракторах, оборудованных гидравлическим регулятором, механизм автоматического возврата из положения «Опускание» не работает. В этом случае, работая с навесными орудиями, следует использовать только положения рукояток

распределителя «Подъем» и «Плавающее». Запрещается устанавливать рукоятку в положение «Опускание» при наличии регулятора и работе с навесными почвообрабатывающими орудиями.

### **Валы отбора мощности и приводной шкив**

Валы отбора мощности предназначены для передачи мощности двигателя на привод рабочих органов сельскохозяйственных машин. Их различают по месту расположения на тракторе, типу привода, частоте вращения и способам управления.

Большинство тракторов оборудовано задним ВОМ, некоторые – передним. Универсально-пропашные тракторы имеют задний и боковой ВОМ.

По типу привода ВОМ подразделяют на несинхронные (зависимые, независимые, полунезависимые) и синхронные. При несинхронном приводе ВОМ получает вращение от коленчатого вала двигателя непосредственно или через вал сцепления. ВОМ с зависимым приводом приводится во вращение через вал сцепления и при выключенном сцеплении останавливается.

ВОМ с независимым приводом получает вращение от коленчатого вала двигателя через ведущую часть сцепления независимо от его выключения. При полунезависимом приводе ВОМ вращается при переключении передач, во время остановки, но не включается и выключается при движении трактора. Такой ВОМ применяют при двухпоточном сцеплении. У ВОМ с синхронным приводом частота вращения изменяется при переключении передач пропорционально скорости движения трактора.

Синхронный привод применяют на пропашных тракторах для привода рабочих органов машин, скорость работы которых: Должна быть согласована со скоростью движения трактора (например, навесных сеялок).

При синхронном приводе ВОМ получают вращение от ведомого вала коробки передач.

Частота вращения ВОМ с синхронным приводом стандартизирована: 540 об/мин и 1000 об/мин. Она не зависит от передачи трактора и постоянна при неизменной частоте вращения коленчатого вала. Хвостовики ВОМ расположены на одной высоте от уровня опорной поверхности трактора, но имеют разные шлицы: 8-шлицевый для 540 об/мин и 21-шлицевый для 1000 об/мин.

### **Вспомогательное оборудование.**

Вспомогательное оборудование служит для улучшения условий труда водителя. К нему относят кабину с установленным в ней различным оборудованием, капот и обшивку.

На универсально-пропашных тракторах устанавливают одноместную, а на тракторах общего назначения – двухместную цельнометаллическую кабину.

Электрооборудование. Электрическую энергию на тракторах применяют для пуска двигателя, зажигания горючей смеси, звуковой и световой сигнализации, освещения, питания контрольно-измерительных приборов и др.

Приборы, преобразующие различные виды энергии в электрическую, называют источниками электрического тока, а потребляющие ее – потребителями. Последние превращают энергию электрического тока в другой вид энергии (механическую, световую, звуковую, тепловую).

Электрооборудование тракторов можно подразделить на следующие группы:

- источники электрической энергии: аккумуляторная батарея, генератор, магнето;
- потребители электрической энергии: стартер, фары и подфарники, звуковой сигнал и сигнал поворота, электродвигатели вентилятора, отопителя, а также дополнительное электрооборудование;
- контрольно-измерительные приборы: амперметр, термометр, манометр, сигнализаторы;
- вспомогательные приборы: предохранители, выключатели и др.

### **Аккумуляторная батарея**

Аккумуляторная батарея предназначена для питания током потребителей, когда двигатель не работает или работает на малой частоте вращения коленчатого вала. Она состоит из нескольких одинаковых по устройству последовательно соединенных аккумуляторов.

Действие аккумулятора основано на последовательном превращении электрической энергии в химическую (зарядка) и обратно – химической энергии в электрическую (разрядка). На тракторах устанавливают свинцовые кислотные аккумуляторные батареи.

### **Генератор**

На тракторах устанавливают трехфазные генераторы переменного тока. Магнитный поток в таком генераторе создается обмоткой возбуждения, по которой пропускается постоянный электрический ток. При пуске двигателя постоянный ток используется от аккумуляторной батареи, а при работе двигателя вырабатываемый генератором переменный ток преобразуется выпрямителями в постоянный.

### **Стартеры**

Для облегчения работы водителя при пуске применяют электрические стартеры. Различают стартеры для пусковых и основных двигателей.

**Стартер пускового двигателя.** Он представляет собой электродвигатель постоянного тока закрытого исполнения, который преобразует электрическую энергию аккумуляторной батареи в механическую работу.

### **Приборы освещения, сигнализации и контроля**

Безопасная работа на тракторе невозможна без приборов освещения и сигнализации. В ночное и темное время суток необходимо освещать путь движения, агрегатируемую сельскохозяйственную машину, кабину, щиток приборов, обозначать габариты машины. К приборам освещения относят: фары, фонари, подфарники, лампы освещения приборов, кабины, номерного знака, а также их выключатели.

**Фары.** Они служат для освещения участка пути, находящегося впереди и сзади движущейся машины. Тракторы снабжены четырьмя фарами (по две впереди и сзади).

**Габаритные фонари.** Они служат для светового обозначения габаритов машины в условиях плохой видимости и подачи светового сигнала перед поворотом. Свет габаритных фонарей должен быть виден на расстоянии не менее 100 м.

**Указатель поворотов.** Он предназначен для предупреждения о предстоящем маневре трактора. В него входят сигнальные лампы, переключатель и прерыватель (реле).

**Звуковой сигнал.** Он электромагнитный, вибрационного типа, состоит из корпуса Ш-образного сердечника (электромагнита) с обмоткой, стальной мембраны, якоря и

прерывателя. Обмотка электромагнита соединена с аккумуляторной батареей через включатель или кнопку.

Пока нажата кнопка сигнала, контакты прерывателя размыкаются и замыкаются, а мембрана колеблется, издавая звук. Тон звука изменяют регулировочным винтом.

**Контрольно-измерительные приборы.** Они предназначены для контроля за работой смазочной системы и системы охлаждения двигателя, наличия топлива в баке и заряда аккумуляторной батареи. К ним относят указатели давления масла, температуры охлаждающей жидкости, уровня топлива в баке; амперметр; аварийные сигнализаторы пониженного давления масла и перегрева двигателя. Все указатели смонтированы на щитке приборов. Их датчики расположены в зоне измеряемых показателей.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назначение рабочего оборудования трактора.
2. Назначение вспомогательного оборудования трактора.
3. Основные узлы вспомогательного оборудования.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5

2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3

3. **Поливаев, О. И.** Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – М.: КРОКУС, 2011. – 96 с. – ISBN 978-5-406-00134-9

4. **Чижков, Ю. П.** Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник [Текст] / Ю. П. Чижков. - М.: Машиностроение, 2007. - 656 с.: ил. – (В для вузов). – ISBN 5-217-03358-4

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Родичев, В. А.** Тракторы: учебник для нач. проф. Образования [Текст] / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9786-2
2. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – М.: КРОКУС, 2013. – 252 с. – ISBN 978-5-406-02844-5
3. **Поливаев, О. И.** Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под. общ. ред. О.И. Поливаева. – 2-е изд., стер. – М.: КРОКУС, 2013. – 264 с. – (Бакалавриат и бакалавратура). ISBN 978-5-406-02653-3
4. **Поливаев, О. И.** Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – М.: КРОКУС, 2011. – 96 с. – ISBN 978-5-406-00134-9
5. **Цыпцын, В. И.** Теория, расчет и анализ работы тракторных и автомобильных двигателей: курс лекций [Текст] / В. И. Цыпцын [и др.]. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2008. – 244 с. – ISBN 978-5-7011-0534-6
6. **Болотов, А. К.** Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие [Текст] / А. К. Болотов, А. А. Лопарев, В. И. Судницын; Международная ассоциация "Агрообразование". – М.: КолосС, 2008. – 351 с. : ил. – (Учебники и учеб. пособия для бакалавров высш. учеб. заведений). – ISBN 978-5-9532-0674-7
7. **Чижков, Ю. П.** Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник [Текст] / Ю. П. Чижков. - М.: Машиностроение, 2007. - 656 с.: ил. – (В для вузов). – ISBN 5-217-03358-4
8. **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учеб: учебник [Текст] / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 503 с.– ISBN 5-9532-0099-4

б) дополнительная литература

1. **Автомобильные двигатели:** курсовое проектирование. Алексеев И.В. Издательство «Академия», Москва, 2011, 256 с.
2. **Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт.** Гаврилов К.Л. Издательство «ИПК "Звезда"», Пермь, 2010, 352 с.
3. **Автомобили.** Богатырев А.В., Есеновский-Лашков Ю.К. Издательство "КолосС", Москва, 2008, 592 с.
4. **Конструирование двигателей внутреннего сгорания.** Иващенко Н.А. Издательство «Машиностроение», Москва, 2011, 496 с.
5. **Двигатели внутреннего сгорания.** Книга 1. Теория рабочих процессов. Луканин В.Н. Издательство «Высшая школа», Москва, 2007, 479 с.
6. **Двигатели внутреннего сгорания.** Книга 2: Динамика и конструирование. Луканин В.Н. Издательство «Высшая школа», Москва, 2009, 400 с.
7. **Двигатели внутреннего сгорания.** Книга 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС. Луканин В.Н. Издательство «Высшая школа», Москва, 2007, 414 с.

8. **Гельман Б.М.,** Москвин М.В. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили. – М.: Колос, 1993. – 384 с.

9. **Руководство по эксплуатации дизелей А-01М, Д-461, А-41, Д-440 и их модификаций,** разработанное под руководством главного конструктора ОАО «Алтайдизель» Романенко В.А. - Барнаул, 2002. - 244с.

10. **Вахламов В.К.** Автомобили: Основы конструкции: Учебник для вузов.- М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 528с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Лекция 1. Классификация тракторов .....</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>Лекция 2. Типаж тракторов .....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>Лекция 3. Общее устройство тракторов .....</b>                      | <b>8</b>  |
| <b>Лекция 4. Общее устройство автомобилей .....</b>                    | <b>11</b> |
| <b>Лекция 5. Двигатели .....</b>                                       | <b>13</b> |
| <b>Лекция 6. Работа двигателя .....</b>                                | <b>17</b> |
| <b>Лекция 7. Основные узлы и механизмы двигателя .....</b>             | <b>21</b> |
| <b>Лекция 8. Система охлаждения .....</b>                              | <b>25</b> |
| <b>Лекция 9. Система смазки .....</b>                                  | <b>28</b> |
| <b>Лекция 10. Система питания .....</b>                                | <b>31</b> |
| <b>Лекция 11. Системы пуска .....</b>                                  | <b>36</b> |
| <b>Лекция 12. Шасси тракторов .....</b>                                | <b>40</b> |
| <b>Лекция 13. Коробки передач. Общие сведения .....</b>                | <b>43</b> |
| <b>Лекция 14. Ведущие мосты. Общее устройство ведущего моста .....</b> | <b>46</b> |
| <b>Лекция 15. Ходовая часть колесного трактора .....</b>               | <b>49</b> |
| <b>Лекция 16. Ходовая часть гусеничного трактора .....</b>             | <b>52</b> |
| <b>Лекция 17. Рулевое управление .....</b>                             | <b>55</b> |
| <b>Лекция 18. Оборудование тракторов .....</b>                         | <b>57</b> |
| <b>Список литературы .....</b>   | <b>65</b> |
| <b>Содержание .....</b>  | <b>67</b> |