

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Факультет среднего профессионального образования

**Рассадин А.А.**

**Методическое пособие для выполнения  
практических занятий и самостоятельной работы**

**Основы механизации, электрификации, автоматизации  
сельскохозяйственного производства**

для студентов среднего профессионального образования

Брянская область  
2018

УДК 621.43 (076)

ББК 31.365

Р 24

Рассадин, А. А. Основы механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства: методическое пособие для выполнения практических занятий и самостоятельной работы для студентов СПО / А. А. Рассадин. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 144 с.

Рецензент: К.т.н., доцент Безик В.А.

Рекомендована цикловой методической комиссией общепрофессиональных дисциплин

Протокол №5 от 04.04.2018 г.

Председатель \_\_\_\_\_ О.А. Шлапакова

© Брянский ГАУ, 2018

© Рассадин А.А., 2018

# Практическая работа № 1: ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ЕГО. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

## Содержание работы:

1. Назначение двигателя, классификация и составные части двигателей.
2. Рабочий цикл четырехтактного дизельного и карбюраторного двигателей.
3. Назначение и устройство кривошипно-шатунного механизма (КШМ).
4. Назначение и устройство газораспределительного механизма (ГРМ).

**Двигатель** – неотъемлемая часть тягово-транспортного средства.

Н а з н а ч е н и е двигателя заключается в преобразовании химической энергии топлива в механическую работу. На современных сельскохозяйственных тракторах и автомобилях устанавливают преимущественно поршневые двигатели внутреннего сгорания, являющиеся тепловыми двигателями, в которых используется работа расширения газообразных продуктов сгорания топлива, сжигаемого в камерах сгорания двигателя.

История создания и развития двигателей внутреннего сгорания насчитывает порядка 130 лет, за это время создано множество конструкций, и реализованы различные принципы действия. Ниже приведена классификация поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Классификационный признак	Разновидность двигателя
Назначение	Стационарные (для привода электрогенераторов, насосов); транспортные (автомобильные, тракторные, комбайновые, авиационные) и другие
Принцип осуществления рабочего процесса	С внешним смесеобразованием (карбюраторные и газосмесительные), с внутренним смесеобразованием (дизели)

Способ осуществления рабочего процесса	4-х тактные, 2-х тактные
Вид применяемого топлива	Газовые, жидкостные (бензиновые, дизельные), газожидкостные
Число цилиндров	Одноцилиндровые, многоцилиндровые
Расположение цилиндров	Рядные, V-образные, оппозитные
Тип охлаждения	Жидкостное и воздушное
Способ воспламенения горючей смеси	Принудительное воспламенение от электрической искры (двигатели с внешним смесеобразованием); воспламенением топлива от сжатия (двигатели с внутренним смесеобразованием)

Все механизмы и системы двигателей выполняют определенные функции, в том числе:

*Кривошипно-шатунный механизм* преобразует прямолинейное движение поршней во вращательное движение коленчатого вала.

*Механизм газораспределения* служит для управления работой клапанов, впускающих воздух (горючую смесь) в цилиндры и выпускающих из цилиндров отработанные газы.

*Система питания* служит для подачи топлива и воздуха в цилиндры двигателя.

*Система охлаждения* обеспечивает требуемый тепловой режим

*Смазочная система* обеспечивает непрерывную подачу смазочного материала к трущимся деталям и отвод избыточной теплоты от них.

*Система пуска* предназначена для вращения коленчатого вала двигателя при его пуске.

Особенностью рабочего цикла четырехтактного дизельного двигателя является то, что в цилиндры дизеля воздух и топливо вводят раздельно.

**Такт выпуска.** Поршень движется от ВМТ к НМТ, выпускной клапан 4 открыт. Давление в цилиндре меньше атмосферного. Под действием перепада давления в цилиндр поступает воздух. Давление в конце такта 0,08-0,09 МПа, температура воздуха 50-70°С.

**Такт сжатия.** Оба клапана закрыты. Поршень движется от НМТ к ВМТ, сжимая воздух. Вследствие большой степени сжатия (порядка 14-20) давление воздуха в конце такта достигает 3,5-4 МПа, а температура 480-680°С. При положении кривошипа 5-15° до ВМТ в цилиндр через форсунку впрыскивается точно отмеренная порция жидкого топлива, подаваемого насосом высокого давления. Форсунка обеспечивает тонкое распыление топлива в сжатом воздухе. Топливо, впрыснутое в цилиндр, смешивается с нагретым воздухом и остаточными газами, образуя *рабочую* смесь. Так как температура в цилиндре значительно превышает температуру самовоспламенения топлива (180...250°С), то происходит самовоспламенение топлива и большая его часть сгорает. Температура газов в конце сгорания достигает 1630-2100°С, а давление – 5,5-9 МПа (и более).

**Такт расширения (рабочий ход).** Оба клапана закрыты. Поршень под давлением расширяющихся газов (сила их воздействия на поршень достигает 50...10 кН) движется от ВМТ к НМТ и через шатун вращает коленчатый вал, совершая полезную работу. В начале такта догорает полностью все топливо. К концу рабочего хода давление газов уменьшается до 0,2-0,3 МПа, температура – до 630-930°С.

**Такт выпуска.** Когда поршень подходит к НМТ, выпускной клапан открывается. Часть газов под действием перепада давления выходит в атмосферу. Затем поршень движется от НМТ к ВМТ и через открытый клапан выталкивает отработавшие газы из цилиндра в атмосферу. К концу такта давление газов составляет 0,11-0,12 МПа, температура – 380-630°С. Далее рабочий цикл повторяется.

Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя в целом аналогичен дизельному и разница заключается в следующем:

- в такте впуска надпоршневое пространство заполняется горючей смесью, подготавливаемой карбюратором;
- в конце такта сжатия воспламенение рабочей смеси происходит от электрической искры, создаваемой свечой зажигания.

**Кривошипно-шатунный механизм** предназначен для преобразования прямолинейного поступательного движения поршня в такте расширения во вращательное движение коленчатого вала, а в остальных тактах – вращательное движение коленчатого вала в прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня.

*Кривошипно-шатунный механизм в сборе* представлен на рис 1.2.

Цилиндр вместе с поршнем и головкой ограничивает объем, который называется камерой сгорания. Цилиндры изготовляют в виде отдельной отливки, укрепляемой на картере, или в виде сменной гильзы 8, вставляемой в вертикальные гнезда блок-картера. Материалом для цилиндров служит легированный чугун с обработанной внутренней поверхностью, называемой зеркалом цилиндров.

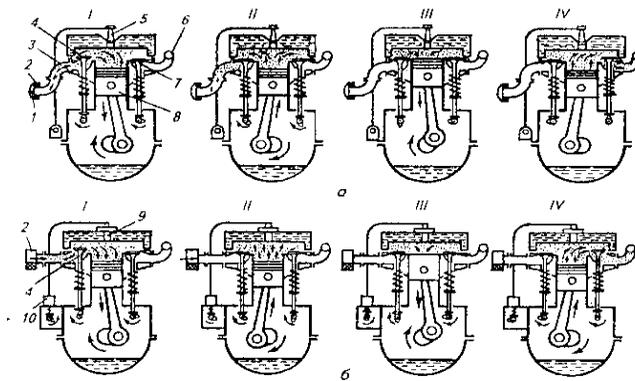


Рис. 1.1 – Рабочий цикл четырехтактного дизеля *а, б* - рабочий цикл соответственно карбюраторного и дизельного двигателей *I* – такт впуска; *II* – такт сжатия; *III* – рабочий такт; *IV* – такт выпуска 1 – карбюратор; 2 – воздухоочиститель; 3 – впускной трубопровод; 4 – впускной клапан; 5 – искровая свеча зажигания; 6 – выпускной трубопровод; 7 – выпускной клапан; 8 – поршень; 9 – форсунка; 10 – топливный насос

В поршне 7 из алюминиевого сплава различают днище, головку (уплотняющую часть), юбку (направляющую часть) и бобышки (внутренние приливы). В зависимости от принятого на двигателе способа смесеобразования, расположения клапанов и форсунок (или свечей зажигания) днище поршня бывает плоским, фасонным с выемкой или выпуклым (у пусковых двигателей).

Все детали КШМ условно делят на две группы: шатунно-поршневую группу и группу коленчатого вала. В состав первой группы входят следующие основные детали:

На внешней поверхности поршня проточены канавки для установки *компрессионных* (уплотняющих) и *маслосъемных* колец. По окружности канавок под маслосъемные кольца просверлены сквозные отверстия для отвода излишек масла в картер двигателя.

На внутренней поверхности поршня имеется два прилива – бобышки, в отверстия которых устанавливают поршневой палец 6 и стопорные кольца 32. Палец 6 соединяет поршень 7 с шатуном 5.

Шатун 5 изготавливают из высококачественной стали двутаврового сечения в виде стержня с двумя головками: верхняя головка неразъемная, а нижняя - разъемная. Съемную часть называют крышкой 14. Ее крепят шатунными болтами 15.

Для обеспечения уравновешенности двигателя комплект поршней с шатунами в сборе подбирают с минимальной разностью по массе. Разность масс поршней с шатунами в пределах комплекта не должна превышать нормируемого значения. Например, у дизеля Д-240 не более 15 г, СМД-60 не более 17 г, А-41 не более 30 г.

В состав второй группы входят:

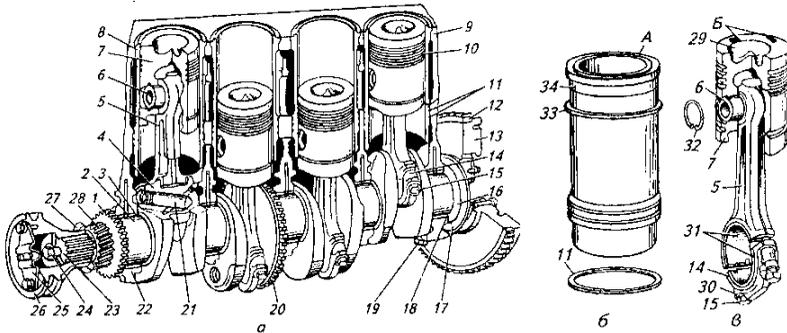


Рис.1.2 – Кривошипно-шатунный механизм

*а* – в сборе; *б* – гильза; *в* – поршень с шатуном в сборе 1, 20, 28 – шестерни; 2 – коренная шейка; 3, 18 – вкладыши коренного подшипника; 4 – шатунная шейка; 5 – шатун; 6 – поршневой палец; 7 – поршень; 8 – гильза цилиндра; 9 – блок; 10 – поршневые кольца; 11 – резиновые кольца; 12 – венец маховика; 13 – маховик; 14 – нижняя крышка шатуна; 15 – шатунный болт; 16 – маслосгонная резьба; 17 – буртик; 19 – болт крышки коренного подшипника; 21 – полость; 22 – крышка коренного подшипника; 23 – носок коленчатого вала; 24 – болт крепления шкива; 25 – пластина; 26 – шкив; 27 – шайба; 29 – камера сгорания; 30 – стопорная шайба; 31 – вкладыши; 32 – стопорное кольцо; 33 – медное кольцо; 34 установочный пояс; А и Б – метки

*Коленчатый вал* через шатуны воспринимает усилия от поршней и преобразует их во вращающий момент, который передается через трансмиссию на ведущие движители (колеса или гусеницы), а также используется для привода различных механизмов и устройств двигателя (распределительного вала механизма газораспределения, масляного, топливного и водяного насосов, генератора, вентилятора и др.). Коленчатый вал штампуют из высококачественной стали или отливают из высокопрочного чугуна. Вал состоит из коренных 2 и шатунных шеек 4, щек, носка 23 и хвостовика. К щекам могут быть прикреплены или отлиты вместе с валом противовесы.

*Маховик* 13 – это массивный чугунный диск, который во время работы ДВС накапливает кинетическую энергию, необходимую для вращения коленчатого вала в течение трех подготовительных тактов.

*Газораспределительный механизм* служит для своевременного наполнения цилиндров свежим зарядом (воздухом или горючей смесью) и выпуска из цилиндров отработавших газов.

Газораспределительные механизмы с нижним расположением клапанов и распределительного вала (рис. 1.3, а). В настоящее время они встречаются редко (двигатели автомобилей ЗИЛ-157КД и ГАЗ-52-04). Распределительный вал в этом случае расположен в блоке цилиндров 19, и на его кулачки 10 непосредственно опираются толкатели 9, в которые ввернуты регулировочные болты 7 с контргайками 8. Гнездо клапана 2 запрессовано в блок цилиндров, а сам клапан помещен в направляющей втулке 3. Закрывается клапан пружиной 4, одним концом упирающейся в блок цилиндров, а другим — в тарелку пружины 6. Тарелка пружины удерживается на нижнем конце стержня клапана при помощи сухарей 5, вставленных в кольцевую проточку. Преимуществом такого механизма является простота устройства, небольшое количество деталей и низкая стоимость. К недостаткам относят сложность регулировки тепловых зазоров между стержнем клапана и регулировочным болтом толкателя. Наполнение цилиндров при нижнем расположении клапанов недостаточное, так как горючей смеси для поступления в цилиндр нужно проделать сложный путь, проходя горизонтальные участки и подъемы.

Газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала (рис. 1.3, б). Такие механизмы имеют более сложное устройство и применяются на двигателях автомобилей ЗИЛ-433100, -5301, «ГАЗель», «Волга», ГАЗ-3307. У этих двигателей распределительный вал 10 расположен в блоке цилиндров 19. На кулачки вала опираются толкатели 9, которые при помощи штанг 18 через регулировочные винты 16 передают усилие на коромысло 15, а с него на стержень клапана 2. Седло клапана 1 запрессовано в головку блока цилиндров. Механизм более сложный и дорогой по сравнению с механизмом с нижним расположением клапанов, но процесс регулировки тепловых зазоров намного проще, так как подготовительная работа заключается в снятии крышки головки блока 14. При таком механизме улучшается наполнение

цилиндров горючей смесью или воздухом, а также очистка цилиндров от отработавших газов.

Механизм газораспределения с верхним расположением клапанов и распределительного вала (рис.1.3, в). Он проще по устройству, так как у него отсутствуют толкатели и штанги. Коромысла устанавливаются на осях коромысел 17 и одним концом опираются на кулачки распределительного вала 10. В другой конец ввернут регулировочный винт 16, который и передает усилия на стержень клапана 2. Недостатком этого механизма является более сложное устройство привода распределительного вала. Распределительный вал имеет цепной (ИЖ-2126) или ременный (ВАЗ-2110, -2111, -2112, -1111, -1113) привод. Ремни или цепи при эксплуатации растягиваются, поэтому нужно иметь специальные регулировочные устройства.

Верхнее расположение распределительного вала применяют в быстроходных двигателях, так как в этом случае движение передается от кулачка распределительного вала через коромысло на клапан и можно отказаться от промежуточных деталей механизма газораспределения (толкателей и штанг), имеющих возвратно-поступательное движение и большую инерцию. Во время сжатия и рабочего хода клапаны неподвижны и пружинами плотно прижаты к гнездам, закрывая впускные и выпускные каналы. При вращении коленчатого вала вращение через шестерни передается на распределительный вал, который, вращаясь, кулачками набегают на толкатели и поднимает их вместе со штангами. Штанга поворачивает на оси коромысло, которое бойком нажимает на стержень клапана и опускает его, открывая впускной или выпускной трубопроводы. При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок выходит из-под толкателя, освобождая толкатель и коромысло, и клапанный механизм под действием пружин возвращается в первоначальное положение. Затем весь процесс повторяется.

Периоды от момента открытия клапанов до момента их закрытия, выраженные в градусах поворота коленчатого вала, называют *фазами газораспределения*.

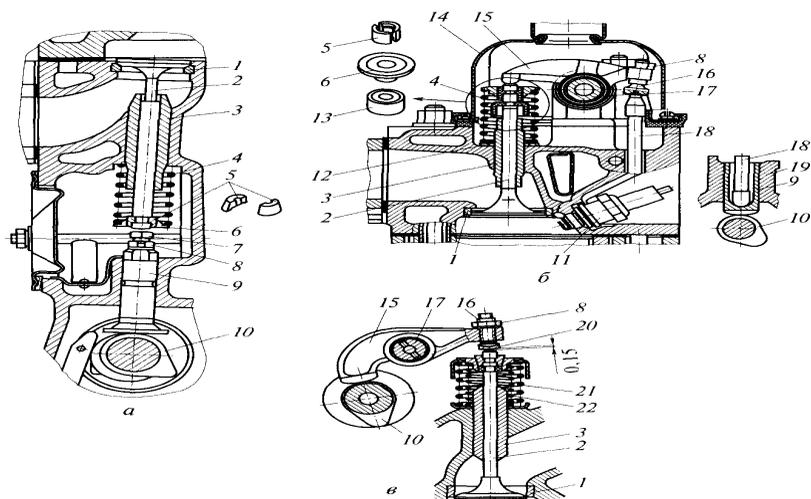


Рис. 1.3. Газораспределительный механизм:

а — с нижним расположением клапанов и распределительного вала; б — с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала; в — с верхним расположением клапанов и распределительного вала; 1 — седло клапана; 2 — клапан; 3 — направляющая втулка; 4 — пружина; 5 — сухарь; 6 — тарелка пружины клапана; 7 — регулировочный болт; 8 — контргайка; 9 — толкатель; 10 — кулачок распределительного вала; 11 — свеча зажигания; 12 — опорная шайба; 13 — маслоотражательный колпачок клапана; 14 — крышка головки блока; 15 — коромысло; 16 — регулировочный винт; 17 — ось коромысла; 18 — штанга; 19 — блок цилиндров; 20 — наколенник; 21 — внешняя пружина; 22 — внутренняя пружина

Число кулачков на распределительном валу соответствует числу клапанов, то есть каждый кулачок воздействует на один клапан.

### Контрольные вопросы самостоятельной работы:

1. Для каких целей предназначен двигатель внутреннего сгорания?
2. По каким признакам классифицируют поршневые ДВС?
3. Описать общее устройство дизельного автотракторного двигателя и принцип его работы.

4. Перечислить основные отличительные признаки карбюраторного и дизельного двигателей.
5. Что понимают под порядком работы многоцилиндрового ДВС?
6. Из скольких частей состоит остов двигателя? Назвать их.
7. Для каких целей служит кривошипно-шатунный механизм?
8. Перечислить основные детали КШМ и их назначение.
9. Для каких целей служит газораспределительный механизм?
10. Перечислить детали входящие в состав ГРМ и пояснить принцип его работы.

## **ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

### **Практическая работа № 2: Система питания.**

#### **Содержание работы:**

1. Назначение, устройство и принцип работы системы питания дизельного и карбюраторного двигателей.
2. Назначение, устройство и принцип подготовки горючей смеси простейшим карбюратором.

*Система питания дизеля* предназначена для подачи в цилиндры очищенного воздуха и распыленного топлива.

В состав системы питания тракторного дизеля (рис. 9) входят:

- топливный насос высокого давления (ТНВД) 7 и топливоподкачивающий насос низкого давления (ТННД) 5;
- топливные фильтры грубой 4 и тонкой 10 очистки;
- воздухоочиститель 11;
- форсунка 15;
- топливный бак 1;
- топливопроводы 3, 9;
- впускной коллектор 14;
- выпускной коллектор 16.

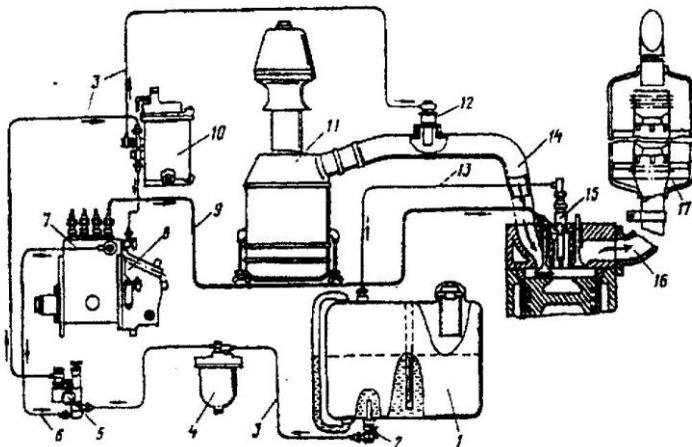


Рис. 2.1 – Схема системы питания дизельного двигателя: 1 – топливный бак; 2 – расходный кран; 3 – топливопровод низкого давления; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – топливоподкачивающий насос; 6 – сливная трубка; 7 – топливный насос высокого давления; 8 – регулятор; 9 – топливопровод высокого давления; 10 – фильтр тонкой очистки; 11 – воздухоочиститель; 12 – электрофакельный подогреватель; 13 – сливная трубка; 14 – впускной коллектор; 15 – форсунка; 16 – выпускной коллектор; 17 – глушитель.

В дизельном ДВС в такте впуска воздух из атмосферы под действием разрежения, создаваемого поршнем двигателя, засасывается в воздухоочиститель 11, где очищается от механических примесей и далее по впускному коллектору 14 и через открытый впускной клапан заполняет надпоршневое пространство. Одновременно топливо из бака 1 самотеком поступает на очистку в фильтр грубой очистки 4, где от него отделяются крупные примеси. Предварительно очищенное топливо затем с помощью насоса низкого давления 5 поступает на вторую ступень очистки – фильтр тонкой очистки 10. Затем очищенное топливо с помощью насоса высокого давления 7 по топливопроводу высокого давления 9 подают к одной из форсунок 15 (в соответствии с порядком работы ДВС).

Мощность дизеля в зависимости от нагрузки путем увеличения или уменьшения количества топлива, подаваемого в цилиндры, автоматически изменяет механический всережимный регулятор 8.

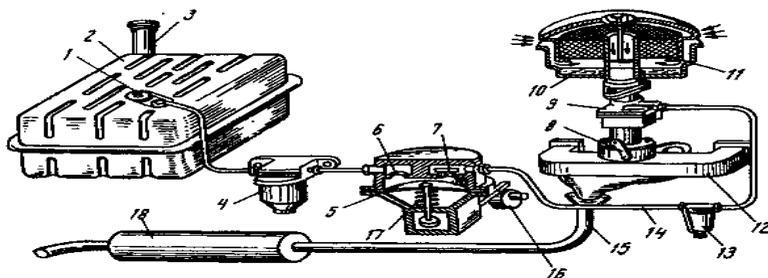


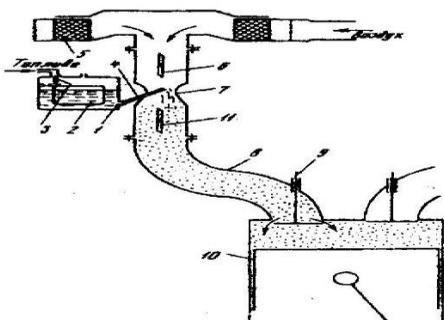
Рис.2.2. Схема системы питания карбюраторного двигателя: 1 – электрический датчик указателя уровня топлива в баке; 2 – топливный бак; 3 – заливная горловина; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – диафрагма топливного насоса; 6 – впускной клапан; 7 – выпускной клапан; 8 – рычаг дроссельной заглушки; 9 – карбюратор; 10 – масляная ванна воздухоочистителя; 11 – фильтрующий элемент воздухоочистителя; 12 – выпускной коллектор; 13 – фильтр-отстойник грубой очистки; 14 – топливопровод; 15 – выпускная труба; 16 – эксцентрик; 17 – пружина диафрагмы; 18 – глушитель

**Система питания** карбюраторного двигателя предназначена для приготовления горючей смеси из топлива и воздуха в пропорции, соответствующей режиму работы, и в количестве, зависящем от нагрузки двигателя.

В состав системы питания карбюраторного двигателя (рис. 2.2) входят: топливный бак 2, топливный насос 5, карбюратор 9, являющийся основным узлом системы, воздухоочиститель 11.

*Рабочий процесс:* в такте впуска карбюраторного ДВС атмосферный воздух, пройдя очистку в воздухоочистителе 11, поступает в смесительную камеру карбюратора 9. Одновременно топливо из бака 2 через фильтр-отстойник 13 всасывается насосом 5, а оттуда нагнетается в карбюратор 9, где перемешивается с воздухом, образуя горючую топливовоздушную смесь.

*Карбюратор* предназначен для приготовления (карбюрации) горючей смеси вне цилиндра двигателя. Схема простейшего карбюратора представлена на рис. 2.3



1 – главный жиклер; 2 – поплавок; 3 – игольчатый клапан; 4 – распылитель; 5 – воздухоочиститель; 6 – воздушная заслонка; 7 – диффузор; 8 – впускной трубопровод; 9 – впускной клапан; 10 – поршень; 11 – дроссельная заслонка

Рис 2.1 Схема простейшего карбюратора

*Рабочий процесс* простейшего карбюратора заключается в следующем. При такте впуска в цилиндре двигателя создается разрежение, которое передается в смесительную камеру карбюратора, в результате чего в нее засасывается воздух.

Поступающий в карбюратор воздух проходит узкое сечение диффузора 7, вследствие чего увеличивается скорость его движения. По этой причине в узкой части диффузора еще более увеличивается разрежение, благодаря чему топливо распыляется, вытекая из поплавковой камеры через распылитель 4 в смесительную камеру, где перемешивается с воздухом. Количество горючей смеси регулируют дроссельной заслонкой 11.

Состав горючей смеси, приготавливаемой в карбюраторе, можно изменять системой открытия воздушной заслонки 6. Смесь в пропорции 1г бензина к 15 г воздуха называют *нормальной*. При избытке воздуха смесь в пропорции 1:15...17 называют *обедненной*. При недостатке воздуха смесь 1:13...15 называют *обогащенной*.

Однако простейший карбюратор не может обеспечить требуемый состав горючей смеси на различных эксплуатационных режимах работы двигателя, так как он готовит нормальную смесь только при постоянной частоте вращения коленчатого вала и открытой дроссельной заслонке. Поэтому на двигателях устанавливают карбюраторы, дополненные специальными устройствами и приспособлениями – дозирующими системами.

## Практическая работа № 3: Система питания с впрыском бензина.

### Содержание работы:

1. Изучить назначение, общую схему и принцип действия системы питания двигателя с впрыском бензина.
2. Изучить конструкцию и работу элементов системы питания двигателя с впрыском

#### Система питания с впрыском бензина.

##### Общие сведения.

Отказ от применения карбюраторных систем питания связан с тем, что система питания с впрыском бензина имеет существенные преимущества. К таким преимуществам относятся: более точное дозирование топлива по отдельным цилиндрам; высокая степень оптимизации состава горючей смеси на всех режимах работы двигателя; высокая топливная экономичность и низкая токсичность отработавших газов; отсутствие добавочного сопротивления потоку воздуха на впуске в виде карбюратора и диффузора и вследствие этого более высокий коэффициент наполнения цилиндров, обеспечивающий получение более высокой литровой мощности.

Системы питания двигателей с впрыском бензина **классифицируют по различным признакам**: *по месту подвода топлива* (центральный одноточечный впрыск, распределенный впрыск, непосредственный впрыск); *по способу подачи топлива* (непрерывный и прерывистый впрыск); *по типу узлов дозирующих топливо* (плунжерные насосы, распределители, форсунки, регуляторы давления); *по способу регулирования количества смеси* (пневматическое, механическое, электронное); *по основным параметрам регулирования состава смеси* (разрежению во впускной системе, углу поворота дроссельной заслонки, расходу воздуха).

**Общая схема, принцип работы системы питания двигателя с впрыском бензина и ее элементов.**

Наибольшее распространение получила электронная система управления двигателем с распределенным последователь-

ным впрыском бензина. Такая система состоит из микропроцессорного электронного блока управления, комплекта датчиков, исполнительных устройств и соединительных проводов (рис.3.1). Электронный блок управления (контроллер) 11 является центральным устройством электронной системы управления двигателем, изготовленным на базе микропроцессора, и представляет собой управляющий компьютер. Он получает информацию от датчиков и управляет исполнительными механизмами, обеспечивая оптимальную работу двигателя при заданном уровне показателей автомобиля.

Система питания с распределенным впрыском имеет следующие составные части: система подачи и очистки топлива; система подачи и очистки воздуха;

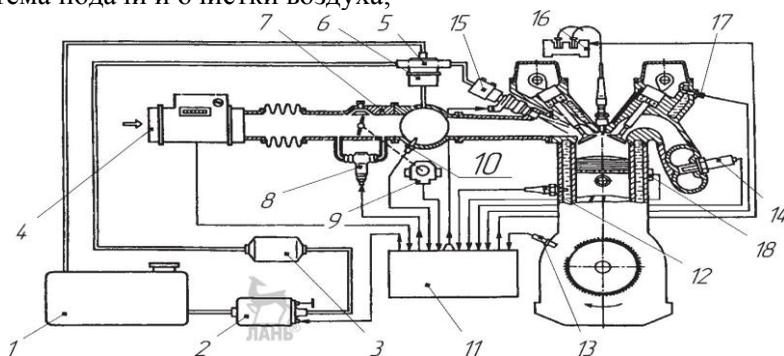


Рис.3.1 Схема системы питания двигателя с впрыском бензина:

1 — топливный бак; 2 — электробензонасос; 3 — топливный фильтр; 4 — датчик массового расхода воздуха; 5 — топливная рампа; 6 — регулятор давления; 7 — дроссельный патрубок; 8 — регулятор холостого хода; 9 — датчик положения дроссельной заслонки; 10 — датчик температуры воздуха; 11 — электронный блок управления; 12 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 13 — датчик положения коленчатого вала; 14 — датчик кислорода; 15 — форсунка; 16 — катушка зажигания; 17 — датчик положения распределительного вала; 18 — датчик детонации.

система улавливания и сжигания паров бензина; электронная часть с набором датчиков; система выпуска и дожигания отработавших газов.

*Система подачи топлива состоит* (рис.3.1) из топливного бака 1, электрического бензонасоса 2, топливного фильтра 3, трубопроводов и топливной рампы 5, на которой установлен регулятор давления топлива 6 и которая связана с форсунками 15.

Поступающее от бензонасоса топливо под давлением не менее 0,28 МПа проходит через топливный фильтр 3 тонкой очистки к топливной рампе 5, из которой далее подается к электромагнитным форсункам. Регулирование количества топлива, впрыскиваемого форсункой, осуществляется изменением длины электрического импульса, подаваемого на контакты форсунки. Давление в топливной рампе поддерживается регулятором давления 6.

*Система подачи и очистки воздуха* состоит из воздушного фильтра со сменным фильтрующим элементом, дроссельного патрубка 7 с заслонкой и регулятором холостого хода 8, датчика положения дроссельной заслонки 9 и датчика массового расхода воздуха 4. Данная система обеспечивает изменение количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

Для корректного управления работой системы распределенного впрыска электронному блоку требуются сигналы и от других датчиков. К последним относятся: *датчик температуры охлаждающей жидкости 12, датчик положения и частоты вращения коленчатого вала 13, датчик детонации 18, датчик концентрации кислорода 14.*

Таким образом, электронный блок управления 11, собирая информацию с датчиков, определяет режим работы двигателя.

*Система подачи топлива.* К этой системе относятся топливный бак, электробензонасос, топливный фильтр, топливопроводы, топливная рампа, электромагнитные форсунки, регулятор давления.

Электробензонасос постоянно нагнетает топливо из топливного бака. Он может быть встроен непосредственно в топливный бак (*погружной*) или расположен снаружи (*магистральный*). Представленный на рисунке электробензонасос относится к *объемным насосам роликового типа*. Действие насоса состоит в том, что вращающиеся камеры меняющейся величины открывают впуск и за счет увеличения камеры засасывают топливо. Когда достигается максимальное заполнение,

входное отверстие закрывается, и открывается выпускное. По- средством уменьшения камер топливо выталкивается. В ролико- вых насосах камеры образуются за счет вращающихся роликов 17, находящихся в сепараторе 19. Под влиянием центробежной силы и топливного давления они прижимаются к эксцентриче- ской поверхности статора 3. Эксцентриситет между сепарато- ром и статором обуславливает увеличение и уменьшение объема камер. Роликовые насосы могут применяться при давлении топ- лива до 0,65 МПа.

*Топливный фильтр* встроен в подающую магистраль между электробензонасосом и топливной рампой. Фильтрующий эле- мент изготавливается из бумаги, обеспечивающей улавливание частиц, которые могут привести к нарушению работы форсунок и регулятора давления топлива.

*Топливная рампа* обеспечивает распределение топлива к электромагнитным форсункам, она закреплена с помощью бол- тов к головке цилиндров. Рампа представляет собой полую планку, на которой устанавливаются форсунки и регулятор дав- ления топлива (рис. 3.3).

Во время работы двигателя топливо под давлением подает- ся во внутреннюю полость рампы и далее через форсунки во впускной трубопровод. *Регулятор* давления топлива пропускает обратно в бак столько горючего, сколько необходимо для того, чтобы перепад давления на форсунках оставался постоянным.

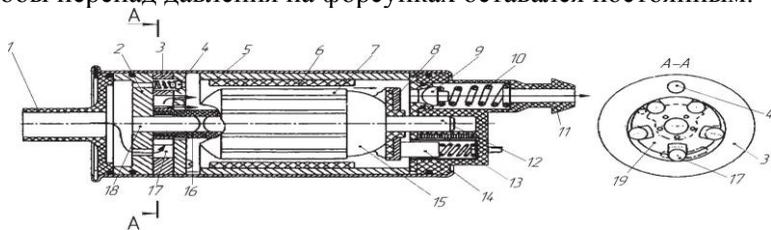


Рис. 3.2 Электробензонасос: 1— входной штуцер; 2 — основание насоса с валом; 3 — статор насоса; 4 — предохранительный клапан; 5 — корпус электродвигателя; 6 — постоянный магнит; 7 — якорь электродвигателя; 8 — коллектор якоря электродвигателя; 9 — обратный клапан; 10 — пружина; 11— выходной штуцер; 12 — вал электродвигателя; 13 — фильтр радиопомех; 14 — щетка электродвигателя; 15 — обмотка якоря электродвигателя; 16 — муфта соединительная; 17 — ролик; 18 — вал насоса; 19 — сепаратор.

*Регулятор давления топлива* выполнен в виде диафрагменного регулятора избыточного давления. Резинотканевая диафрагма 4 делит регулятор топливного давления на топливную А и вакуумную В полости. Через встроенный в диафрагму корпус клапана 5 пружина прижимает подвижную клапанную пластину к клапанному седлу. Когда сила давления топлива на диафрагму превысит силу пружины, клапан 5 откроется и пропустит такое количество топлива, которое необходимо для восстановления равновесия на мембране. Вакуумная полость В пневматически связана с впускным каналом за дроссельной заслонкой через патрубок 3. Поэтому разрежение в коллекторе действует и в вакуумной полости, а соотношение давлений на диафрагме остается таким же, как и на форсунках. Оно зависит только от силы пружины и площади диафрагмы и, следовательно, остается постоянным.

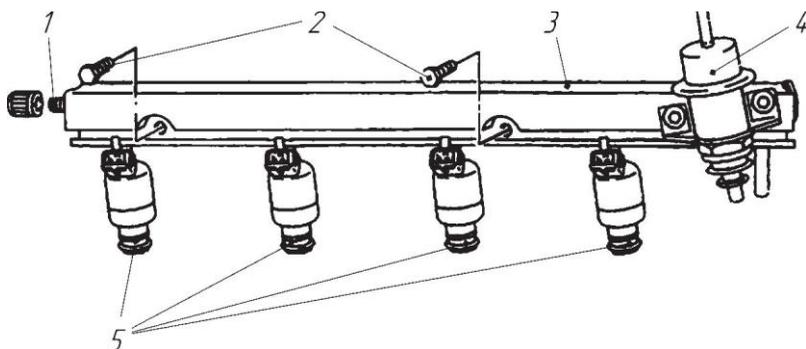


Рис. 3.3. Топливная рампа в сборе: 1—штуцер для контроля давления топлива; 2 — болты крепления рампы; 3 — рампа; 4 — регулятор давления топлива; 5 — форсунки.

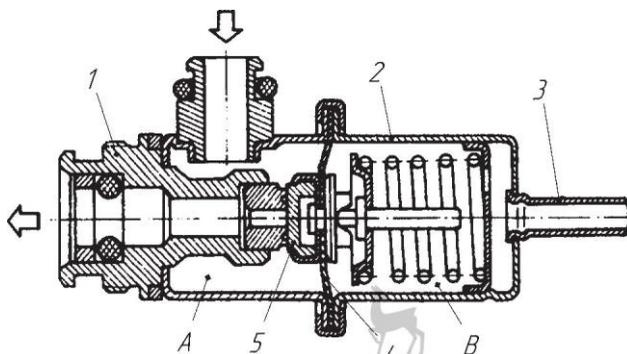


Рис. 3.4 Регулятор давления: 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — патрубок для вакуумного шланга; 4 — диафрагма; 5 — клапан; А — топливная полость; В — вакуумная полость.

*Электромагнитная форсунка* (рис. 3.5) представляет собой прецизионное электромагнитное устройство, дозирующее подачу топлива под давлением во впускную трубу двигателя в зону впускного клапана.

Электромагнитная форсунка состоит из корпуса 7, обмотки электромагнита 9, запорного клапана, корпуса клапана распылителя 17, насадки распылителя 1 и фильтра 12.

Факел топлива направлен на впускной клапан, в зоне которого происходит его испарение и перемешивание с воздухом.

Дозирование топлива определяется длительностью управляющего электрического импульса, подаваемого на обмотку ее электромагнита и задаваемого электронным блоком управления в зависимости от режима и условий работы двигателя. Топливо впрыскивается во впускные каналы головки блока цилиндров, причем начало подачи топлива синхронизировано с определенным положением коленчатого вала.

*Датчики системы питания.* Датчик положения коленчатого вала предназначен для определения углового положения коленчатого вала двигателя и синхронизации работы электронного блока управления с рабочим процессом двигателя, а также для определения частоты вращения коленчатого вала.

*Датчик положения коленчатого вала* (рис 3.46) представляет собой электромагнитную катушку с обмоткой 1, постоян-

ным магнитом 3 и сердечником 7, выполненным из магнитомягкого материала. Сопротивление обмотки датчика составляет 850-900 Ом. Корпус 2 датчика изготовлен из высокопрочной пластмассы и для крепления к двигателю имеет кронштейн 6. Датчик представляет собой неразборную конструкцию, имеющую соединительный провод 5 с трехконтактной вилкой либо трехконтактным разъемом.

Датчик работает совместно с задающим диском 8 установленным на шкиве коленчатого вала. Задающий диск выполнен из магнитомягкого материала и представляет собой зубчатое колесо с 5-8 зубьями, расположенными на его периферии с шагом 6°.

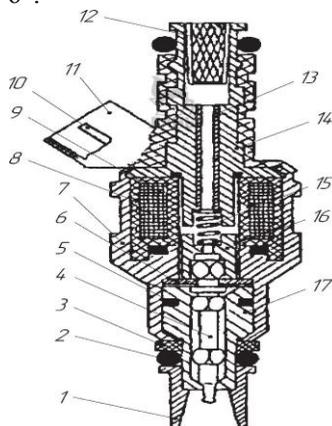


Рис. 3.5 Электромагнитная форсунка: 1 — насадка распылителя; 2 — уплотнительное кольцо; 3 — шайба; 4 — игла клапана; 5 — уплотнитель; 6 — ограничительная шайба; 7 — корпус; 8 — изолятор; 9 — обмотка электромагнита; 10 — штекер; 11 — колодка; 12 — фильтр; 13 — трубка; 14 — крышка; 15 — пружина; 16 — сердечник электромагнита; 17 — корпус клапана распылителя.

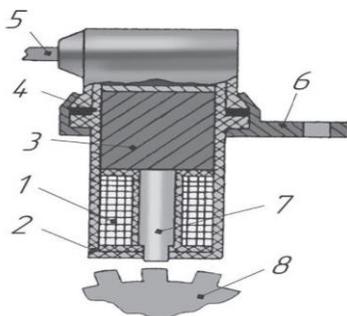


Рис. 3.46 Датчик положения коленчатого вала:  
1 — обмотка датчика; 2 — корпус;  
3 — магнит; 4 — уплотнитель; 5 — соединительный кабель; 6 — кронштейн крепления;  
7 — сердечник; 8 — задающий диск.

Переменный ток, образующийся в обмотке датчика положения коленчатого вала, передается в электронный блок управления, который по количеству и частоте импульсов напряжения определяет положение и частоту вращения коленчатого вала и рассчитывает моменты срабатывания форсунок и зажигания.

Датчик положения распределительного вала предназначен для определения в.м.т. в первом цилиндре в конце такта сжатия,

что обеспечивает синхронизацию работы систем двигателя с его рабочим процессом. Датчик положения распределительного вала представляет собой полупроводниковый прибор с принципом действия, основанным на эффекте Холла. Устройство распознавания положения распределительного вала состоит из элемента Холла, через полупроводниковые пластинки которого проходит ток. Этот элемент управляется шторкой, которая вращается вместе с распределительным валом. Она состоит из ферромагнитного материала и при прохождении возбуждает на элементе Холла напряжение.

*Датчик массового расхода воздуха* предназначен для определения количества воздуха, наполняющего цилиндры двигателя.

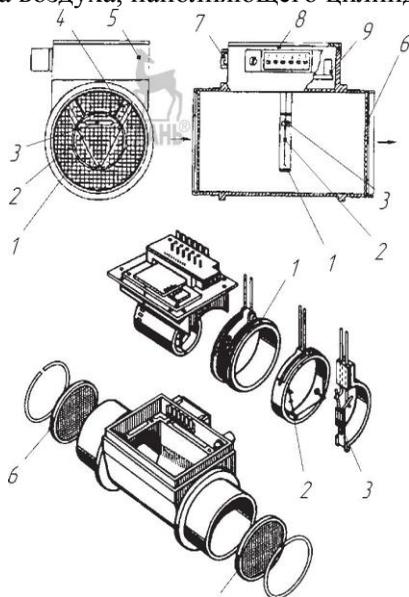


Рис.3. 6 Нитевой датчик массового расхода воздуха:

1 — кольцо с чувствительным элементом; 2 — платиновая нить; 3 — термокомпенсационное сопротивление; 4 — кронштейн крепления кольца; 5 — корпус электронного модуля; 6 — предохранительная сетка; 7 — винт регулировки CO; 8 — колодка электрического разъема; 9 — электронный модуль

В качестве датчиков массового расхода воздуха применяются нитевые или пленочные термоанемометрические датчики.

Принцип действия обоих датчиков одинаков и основан на охлаждении потоком поступающего в цилиндры воздуха электрически нагреваемого элемента.

У *нитевого датчика* нагреваемым элементом является платиновая нить толщиной 70-100 мкм. Для учета температуры поступающего воздуха производится ее измерение встроенным компенсационным терморезистором.

У *пленочного датчика* нагреваемым элементом является пленочный платиновый резистор, который располагается вместе с другими элементами мостовой схемы на керамической подложке.

Принцип действия термоанемометрического датчика массового расхода воздуха основан на зависимости тепловой мощности, рассеиваемой с нагретого резистора (платиновой нити или пленки) потоком обтекающего его воздуха. Во время работы двигателя засасываемый воздух охлаждает нагреваемый резистор. При этом электронная схема поддерживает постоянный его нагрев относительно потока воздуха на уровне 100°C.

Выходным сигналом датчика массового расхода воздуха служит падение напряжения на прецизионном резисторе, включенном в смежное с нагреваемым резистором (платиновой нити или пленки) плечо измерительного моста, которое электронный блок управления преобразует в часовой расход воздуха (кг/ч).

*Датчик положения дроссельной заслонки* предназначен для определения положения дроссельной заслонки, управляемой водителем с помощью педали через систему рычагов и тяг. Датчик положения дроссельной заслонки представляет собой потенциометр, меняющий базовое напряжение в зависимости от угла поворота оси дроссельной заслонки.

*Датчик кислорода (λ-зонд)* предназначен для определения количества кислорода в отработавших газах и поддержания коэффициента избытка воздуха на уровне единицы, что снижает токсичность отработавших газов бензиновых двигателей. Датчик кислорода устанавливается в выпускной трубе системы выпуска.

В качестве чувствительного элемента в нем используется диоксид циркония  $ZrO_2$ . Циркониевый датчик имеет два электрода — внешний и внутренний. Среда, окружающая внутренний

электрод, имеет постоянное парциальное давление кислорода. Внешний электрод омывается потоком отработавших газов в выпускной системе двигателя с переменным парциальным давлением кислорода. Ионная проводимость твердого электролита, возникающая вследствие разности парциальных давлений кислорода на внешнем и внутреннем электродах, обуславливает появление разности потенциалов между ними.

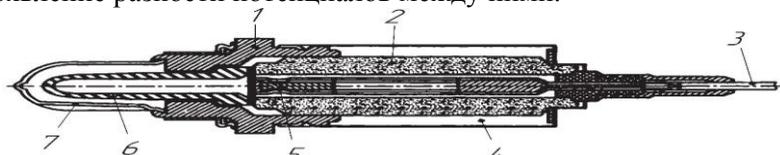


Рис. 3.48 Датчик кислорода:

1 — металлический корпус; 2 — уплотнение; 3 — соединительный кабель; 4 — активный элемент из двуоксида циркония; 5 — контактный стержень; 6 — защитный кожух с прорезями; 7 — защитный кожух с прорезями.

Конструкция датчика кислорода на основе диоксида циркония показана на рисунке 3.48. Когда датчик кислорода находится в холодном состоянии, выходной сигнал датчика отсутствует, поскольку в этом состоянии его внутреннее электрическое сопротивление очень высокое. По мере прогрева датчика сопротивление падает и появляется способность генерировать выходной сигнал. Для эффективной работы датчик кислорода должен иметь температуру не ниже  $150^{\circ}\text{C}$ .

*Каталитический нейтрализатор.* Для соблюдения низких норм токсичности на содержание вредных веществ в отработавших газах в системе выпуска двигателя, оборудованного электронной системой управления, устанавливается каталитический нейтрализатор (рис.7).

Применение каталитического нейтрализатора дает значительное снижение выбросов углеводородов, окиси углерода и окислов азота с отработавшими газами при условии точного управления процессом сгорания в двигателе.

Окислительными катализаторами являются платина и палладий. Они способствуют окислению углеводородов и окиси углерода, содержащихся в отработавших газах, в водяной пар и двуокись углерода.

Восстановительным катализатором является родий. Он ускоряет химическую реакцию восстановления окислов азота в безвредный азот, являющийся одной из составляющих воздуха.

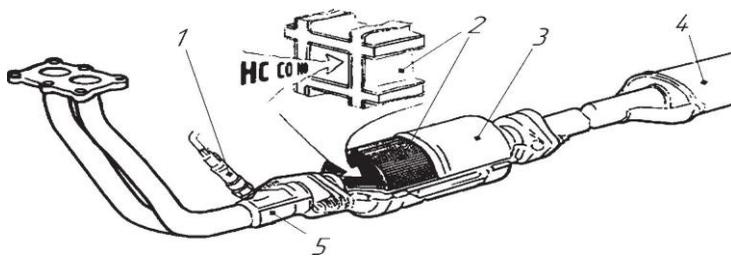


Рис. 3.7 Схема расположения нейтрализатора в системе выпуска:

1 — датчик кислорода; 2 — керамический элемент нейтрализатора; 3 — нейтрализатор; 4 — дополнительный глушитель; 5 — приемная труба глушителей.

Только точный баланс топливовоздушной смеси (14,6-14,7 кг воздуха на 1 кг топлива) обеспечивает эффективную нейтрализацию всех трех токсичных компонентов.

При эксплуатации неисправного двигателя нейтрализатор может выйти из строя из-за тепловых напряжений, которым он подвергается при окислении избыточных количеств углеводов. В этом случае керамические блоки нейтрализатора могут разрушиться (закупориться), вызвав повышение противодавления. Другой возможной причиной выхода из строя нейтрализатора является применение этилированного бензина. Содержащийся в нем тетраэтилсвинец за короткое время приводит к отравлению нейтрализатора, что значительно снижает эффективность действия последнего.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Перечислите преимущества и недостатки систем питания двигателей с впрыском бензина.
2. Дайте классификацию систем питания двигателей с впрыском бензина.
3. Поясните общее устройство и работу системы питания с впрыском бензина.
4. Какие датчики устанавливаются в системе питания двигателя с впрыском и каково их назначение?
5. Как устроен каталитический нейтрализатор и на каком принципе основана его работа?

## Практическая работа № 4: Система смазки и охлаждения

### Содержание работы:

1. Назначение, устройство и принцип работы смазочной системы.
2. Назначение, устройство и принцип работы системы охлаждения ДВС.

**Смазочная система** двигателя – это совокупность механизмов и устройств, предназначенная для непрерывной подачи чистого и охлажденного масла в необходимом количестве к трущимся поверхностям деталей. Основное назначение смазочной системы:

- уменьшение трения;
- снижения износа;
- отвод тепла от деталей.

В большинстве двигателей применяют комбинированную смазочную систему с «мокрым» картером, когда к наиболее нагруженным деталям масло подается под давлением, а к остальным – разбрызгиванием и самотеком.

Под давлением смазывают коренные и шатунные шейки коленчатого вала, детали ГРМ, втулки шестерен распределителя.

В с о с т а в смазочной системы двигателя входят (рис.4.4): поддон картера 1, шестеренный насос 3, масляные фильтры 14, маслоохладитель (масляный радиатор) 7, главная масляная магистраль в блок-картере 10; приборы и датчики, регистрирующие температуру 15 и давление масла 16.

П р и н ц и п р а б о т ы смазочной системы заключается в следующем: моторное масло или рабочая жидкость (**РЖ**), находящееся в поддоне картера 1, с помощью шестеренного масляного насоса 3 нагнетается в двоянный фильтр тонкой очистки – две параллельно включенные полнопоточные центрифуги 14, откуда очищенная **РЖ** поступает в масляный радиатор 7 для охлаждения. Затем охлажденное масло под давлением поступает в главную магистраль 10, идущую вдоль блок-картера. Из нее

смазочная жидкость нагнетается в коренные подшипники коленчатого вала и к опорам распределительного вала. От коренных подшипников **РЖ** по наклонным каналам в коленчатом валу поступает в полости шатунных шеек, где происходит дополнительная (центробежная) его очистка, и выходя на поверхность шеек смазывает шатунные подшипники. По каналу в одной из шеек распределительного вала масло пульсирующим потоком подается к деталям механизма газораспределения. Стенки цилиндров, поршни, поршневые пальцы, распределительные шестерни смазываются разбрызгиванием. Дело в том, что моторное масло, вытекающее из зазоров между подшипниками и шейками коленчатого вала, разбивается вращающимся коленчатым валом на мелкие капли в виде тумана. Капельки масла, оседая на поверхности цилиндров, поршней и кулачков распределительного вала, смазывают их и стекают в поддон картера.

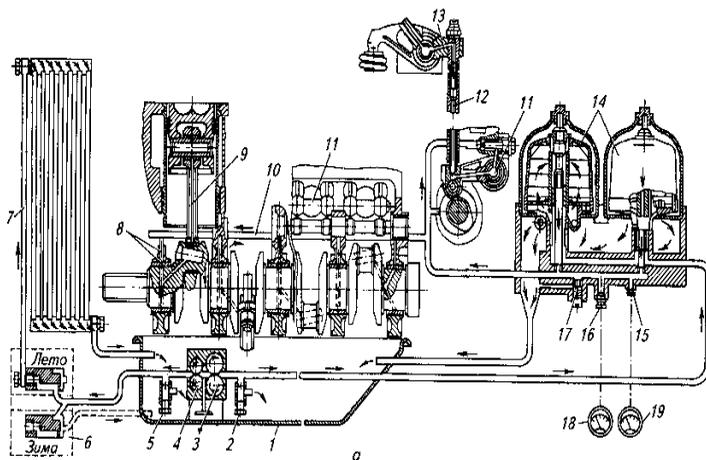


Рис. 4.4. Принципиальная схема смазочной системы двигателя А-41: 1 – поддон; 2, 5 – редукционные клапаны; 3, 4 – основная и радиаторная секция насоса; 6 – переключатель «Зима-Лето»; 7 – радиатор; 8, 9 – каналы; 10 – главная масляная магистраль; 11 – канал оси толкателя; 12, 13 – каналы соответственно в штанге и коромысле; 14 – центрифуга; 15, 16 – датчики соответственно температуры и давления масла; 17 – сливной клапан; 18, 19 – указатели соответственно температуры и давления масла

Работу смазочной системы контролируют по манометру, показывающему давление в главной масляной магистрали, и по сигнализатору аварийного падения давления масла.

**Система охлаждения**, представляющая совокупность механизмов, устройств и приборов, предназначена для поддержания нормального температурного режима работающего двигателя.

Перегрев двигателя вызывает сгорание масляной пленки между трущимися деталями, что обуславливает их повышенный износ и возможность заклинивания сопрягающихся деталей.

Излишний отвод теплоты (переохлаждение) приводит к ухудшению процесса смесеобразования, потере мощности и топливной экономичности двигателя.

В зависимости от вида рабочего тела, осуществляющего теплоотвод от головок и цилиндров, системы охлаждения автотракторных двигателей делят на два вида:

- жидкостного охлаждения;
- воздушного охлаждения.

В качестве охлаждающей жидкости используют: воду, антифриз, тосол. В зависимости от способа циркуляции охлаждающей жидкости различают системы охлаждения: термосифонную и принудительную.

*Термосифонная система* охлаждения проста по устройству. Циркуляция жидкости происходит в результате разности плотностей нагретых и холодных ее слоев. Недостаток термосифонной системы – сравнительно медленная циркуляция охлаждающей жидкости и вследствие этого недостаточный отвод теплоты от нагретых деталей двигателя. Термосифонной системой охлаждения оборудуют в настоящее время лишь пусковые двигатели (ПД-10У, П-350, П-23) и предпусковые подогреватели (ПЖ-300, ПЖБ-300). Основные же двигатели, как правило, оснащают принудительной жидкостной системой охлаждения.

*Принудительная жидкостная закрытая система охлаждения* (рис.4.5) состоит из рубашки охлаждения 16, радиатора 1, центробежного насоса 17, вентилятора 2, термостата 14, сливных кранов, указателя температуры 15, патрубков и паровоздушного клапана 13.

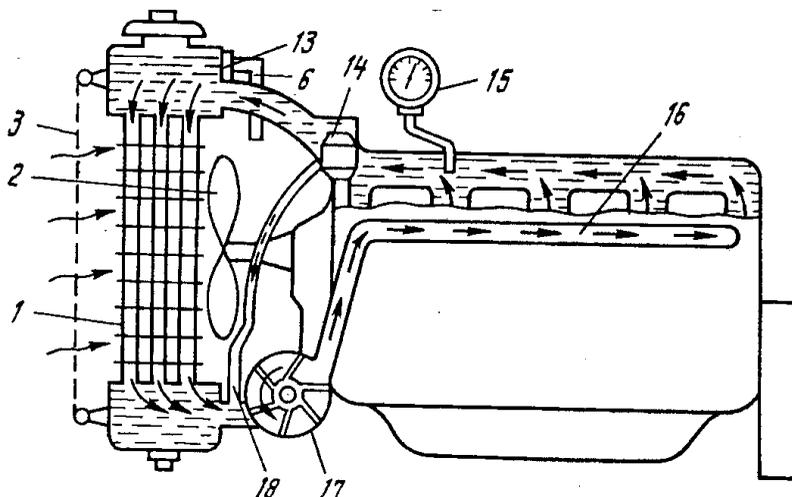


Рис.4.5. Двигатель с жидкостной системой охлаждения: 1 – радиатор; 2 – вентилятор; 3 – шторка; 6 – пароводяная трубка; 13 – паровоздушный клапан; 14 – термостат; 15 – термометр; 16 – водораспределительный канал с рубашкой охлаждения; 17 – центробежный насос; 18 – водоотводная трубка

*Принцип работы* : при холодном ДВС, когда термостат закрыт, жидкость движется принудительно по малому кругу: рубашка охлаждения – насос – рубашка охлаждения. На прогревом ДВС, когда термостат открыт, жидкость движется принудительно по большому кругу: рубашка охлаждения – радиатор – насос – рубашка охлаждения. Проходя из верхнего бачка радиатора в нижний по его сердцевине, жидкость охлаждается, в том числе и потоком воздуха, создаваемым вентилятором.

Для уменьшения потерь жидкости на испарение заливная горловина радиатора герметично закрыта крышкой, в которой зачастую вмонтированы *паровой и воздушный* клапаны. При повышенном давлении в системе охлаждения (когда жидкость кипит) открывается паровой клапан, и пары выходят в атмосферу. При охлаждении жидкости, когда объем ее уменьшается и внутри системы образуется разрежение, срабатывает воздушный клапан, который впускает атмосферный воздух в систему.

*Термостат* (рис. 4.6) предназначен для автоматического регулирования температуры жидкости в системе охлаждения. Рабочая часть термостата представляет собой гофрированный латунный цилиндр 2 (сильфон), заполненный легкокипящей жидкостью – смесью воды и этилового спирта. Цилиндр соединен стержнями с двумя клапанами, перекрывающими отверстия для прохода охлаждающей жидкости.

На двигателях также применяют двух – и одноклапанные термостаты с твердым наполнителем – церезином (нефтяным воском с медным порошком).

При температуре жидкости выше  $70^{\circ}\text{C}$  (в новых моделях двигателей выше  $80^{\circ}\text{C}$ ) сильфон термостата растягивается вверх и штоки клапанов тоже выдвигаются вверх, закрывая окно 5 и открывая окно 4. Жидкость начинает проходить в радиатор и циркулировать по большому кругу. При температуре ниже  $70^{\circ}\text{C}$  сильфон сжимается, штоки с клапанами вдвигаются, закрывая окно 5 и открывая окно 4. Жидкость циркулирует по малому кругу, минуя радиатор.

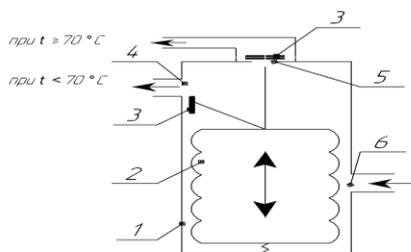


Рис.4.6 Технологическая схема двухклапанного термостата

1 – корпус; 2 – сильфон; 3 – клапаны; 4, 5 – выпускные окна; 6 – впускное окно

*Водяной насос центробежного типа* в жидкостной системе охлаждения во многих случаях находится в одном корпусе с вентилятором и приводится в действие от коленчатого вала через клиноременную передачу. Под действием лопастей рабочих колес жидкость с большой скоростью выбрасывается в спиральный канал (улитку) и под давлением  $0,15 \dots 0,25$  МПа нагнетается в рубашку охлаждения двигателя.

У двигателей ЯМЗ-240Б, КамАЗ-740 вентилятор приводится во вращение посредством гидромуфты, которая при температуре

охлаждающей жидкости ниже 75°C (для новых моделей автомобилей 80°C) автоматически выключает вентилятор, а при температуре выше 90°C (95°C) включает его. У двигателей ВАЗ привод вентилятора осуществляется от электродвигателя.

*Двигатели с воздушным охлаждением.* Систему воздушного охлаждения применяют на двигателях Владимирского (Д-21А, Д-120, Д-130, Д-144) и Челябинского (Д-160, 8ДВТ-330) тракторных заводов. В систему воздушного охлаждения (рис.2.7) входят: ребренные цилиндры 5 и их головки, вентилятор 9, 10, съемный кожух 2, задний, средний и передний дефлекторы 4, 7, 8 и контрольно-измерительные приборы.

Воздух, нагнетаемый вентилятором, направляется кожухом в межреберное пространство цилиндров и головок. Дефлекторы распределяют поток воздуха по поверхности цилиндров и головок, что способствует равномерному охлаждению деталей двигателя.

Работу системы воздушного охлаждения контролируют с помощью термометра по температуре масла в картере двигателя и по сигнальной лампе, загорающей при обрыве ремня вентилятора

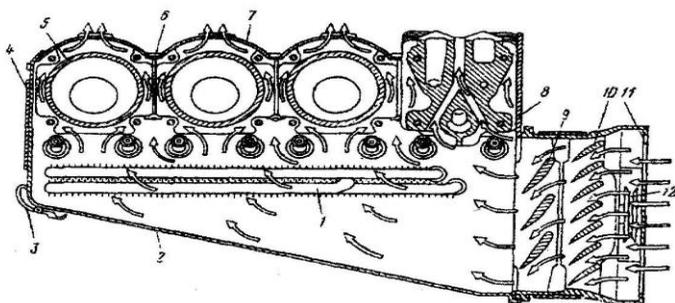


Рис. 4.7 Схема системы воздушного охлаждения двигателя: 1 – масляный радиатор; 2 – кожух; 3 – защелка; 4, 7, 8 – соответственно задний, средний и передний дефлекторы; 5 – цилиндр; 6 – шпилька; 9, 10 – соответственно ротор и направляющий аппарат осевого вентилятора; 11 – сетка.

Тепловое состояние двигателя с воздушным охлаждением регулируют, изменяя положение дроссельного диска, установ-

ленного на входе вентилятора под защитной сеткой 11, а также включением и отключением масляного радиатора.

Основные достоинства системы воздушного охлаждения – простота и надежность в эксплуатации, более быстрый прогрев двигателя до рабочей температуры, меньшие габаритные и массовые характеристики двигателя.

### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего служит система питания дизельного и карбюраторного двигателей?
2. Пояснить с помощью блок-схемы принцип работы системы питания дизельного двигателя.
3. Пояснить с помощью блок-схемы принцип работы системы питания карбюраторного двигателя.
4. С помощью какого устройства в карбюраторном двигателе готовят горючую смесь? Как оно устроено и работает?
5. Каков состав нормальной и других видов горючей смеси, приготавливаемой в карбюраторе?
6. Для чего предназначена смазочная система в поршневых ДВС?
7. Назвать основные узлы комбинированной смазочной системы. Какую функцию они выполняют?
8. Указать сопряжения трущихся деталей ДВС, смазываемых под давлением и разбрызгиванием.
9. Какое устройство обеспечивает оптимальный температурный режим с двигателя? Как оно работает?
10. Назвать способы охлаждения поршневых ДВС.
11. Как называется устройство, предназначенное для автоматического регулирования температуры жидкости в системе охлаждения, и как оно устроено?

## Практическая работа № 5 Устройство источников электрического тока. Электрооборудование автомобилей

### Содержание работы:

1. Изучить назначение, общую схему и принцип действия аккумуляторных батарей, генератора, стартера.
2. Рассмотрите схемы электрооборудования автомобилей.

*Правила безопасного выполнения задания.* Ошибочное соединение, изменение полярности, плохо изолированные или оголенные провода могут стать источником возгорания и повреждения приборов электрооборудования. «Минус» аккумуляторной батареи должен быть соединен с «массой», а «плюс» — с зажимом генератора «30». Не допускается работа генератора с отсоединенным аккумулятором. Запрещается проверка работоспособности генератора, аккумулятора, стартера «на искру». Вентили генератора, электропроводку автомобиля проверять мегомметром, электролампой на напряжение более 12 В или источником тока напряжением более 12 В не допускается. При ремонте электрооборудования отсоедините провод от минусовой клеммы аккумулятора.

*Оборудование и инструмент.* Автомобиль ВАЗ-2105. Аккумуляторная батарея, генераторы, стартеры. Тиски, стол монтажный, стандартный набор ключей, динамометр, омметр, мегомметр, ареометр, лампа 1-3 Вт, 12 В. Приспособления и специальный инструмент. Цветные схемы электрооборудования автомобилей ВАЗ-2105.

*Последовательность выполнения задания.* Повторите устройство источников электрического тока. Ознакомьтесь с его устройством, а также возможными неисправностями. Изучите систему маркировки отечественных аккумуляторов. Ознакомьтесь с устройством генератора, методами определения его технического состояния. Ознакомьтесь с устройством стартера, методами определения технического состояния. Ознакомьтесь с монтажом приборов электрооборудования на автомоби-

лях. Сопоставьте принципиальные и монтажные схемы электрооборудования представленных автомобилей.

*Рекомендации по выполнению задания.*

Расшифруйте марки аккумуляторных батарей. Маркировка аккумуляторов расшифровывается в следующей последовательности: цифра-число последовательно соединенных двух вольтовых аккумуляторов; первая буква-тип электрохимической системы (С-свинцовая); следующие буквы — назначение батареи (СТ-стартерная); цифра после дефиса-емкость батареи при 20-часовом режиме разрядки, в ампер-часах. Буквы, обозначающие материал и конструктивное исполнение корпуса батареи, могут быть следующими: П-асфальтопечковая пластмасса; Э-эбонит; Т-термопласт; А-пластмассовый с общей крышкой. Буквы, обозначающие материал сепараторов: С — стекловолокно; М-минпласт; Р-мипор; З-залитая и заряженная; Н-несухозаряженная; Л-необслуживаемая.

Ареометром проверьте плотность аккумуляторных батарей, установленных на автомобилях в лаборатории, и установите по поправочной таблице в зависимости от температуры степень ее зарядки. При температуре 20 — 30° 10,0%-ной зарядке соответствует плотность 1,28 г/см<sup>3</sup>; 75%-ной — 1,24 г/см<sup>3</sup>; 50%-ной — 1,20 г/см<sup>3</sup>. Батарею, которая разрядилась на 25% зимой или на 50% летом, использовать нельзя. Характерные неисправности: корпус, крышка имеют трещины, пробои, вздутия и раковины; в отрицательных пластинах решетка поврежденная, активная масса вздутая, твердая, на части ячеек выкрошена, пластины покрыты кристаллами сульфата; в положительных пластинах имеются разрывы решеток, выкрашивание активной массы; в сепараторах — трещины, разрывы.

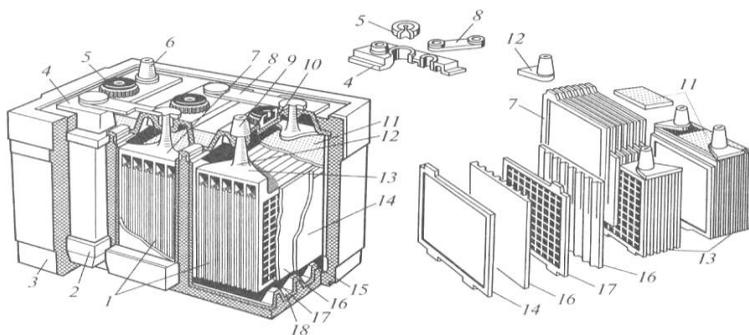


Рис. 5.1. Свинцово-кислотная аккумуляторная батарея. 1-отсек 2-кислотоупорные полихлорвиниловые вставки; 3-моноблок с отсеками для аккумуляторов; 4-крышек с заливными отверстиями, 5- пробками; 6-выводные штыри; 7-13-полублоки; 8-межэлементных перемычек , служащих для последовательного соединения аккумуляторов в батарею; 9-выводной штырь;10-отражатель; 11- сепараторов или предохранительного щитка; 12-токоведущих бареток с выводными штырями; 14-отрицательных; 15-призмы; 16-сепараторов; 17- положительных пластин;



Рис. 3.3

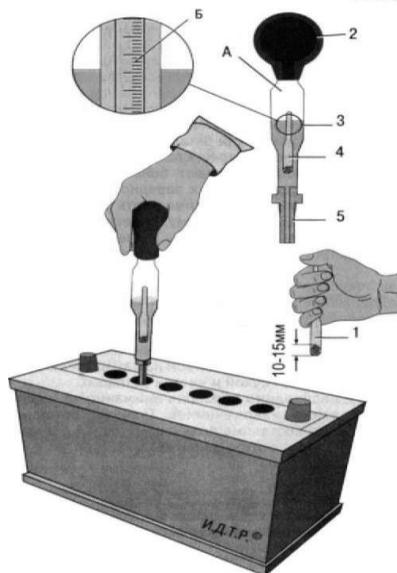


Рис. 5.2. Проверка уровня и плотности электролита:

1 - стеклянная трубка; 2 - резиновая груша; 3 - стеклянный цилиндр; 4 - денсиметр; 5 - наконечник; А - ареометр; Б - шкала денсиметра Э - эбонитовый (большинство старых аккумуляторов имели именно такие корпуса); Т - термопластичная пластмасса; М - с сепараторами из мипласта; Р - с сепараторами из мипора; Л - необслуживаемая; 3 - поставляется заряженной; Н - поставляется несухозаряженной.

Ознакомьтесь с устройством генератора (рис. 5.3). Проверьте техническое состояние сборочных единиц генератора. Если щетки износились и выступают меньше, чем на 5 мм, то необходимо заменить щеткодержатель с щетками и регулятором

напряжения (с 1996 г. этот узел — неразборный). Для выполнения этой операции у генераторов старой конструкции необходимо выдвинуть щеткодержатель из корпуса, нажав на вывод В.

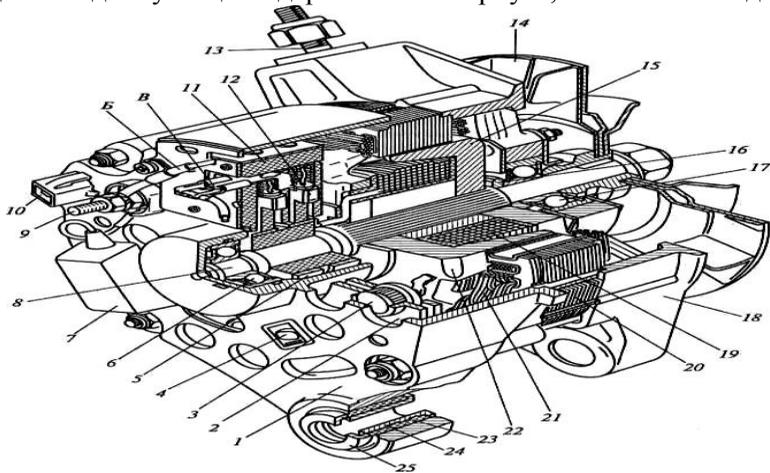


Рис. 5.3. Генератор: 1 — крышка со стороны контактных колец; 2 — выпрямительный блок; 3 — вентиль выпрямительного блока; 4 — винт крепления выпрямительного блока; 5 — контактное кольцо; 6 — задний шарикоподшипник; 7 — конденсатор; 8 — вал ротора; 9 — вывод клеммы «30» генератора; 10 — вывод щеткера «61» генератора; 11 — регулятор напряжения; 12 — щетка; 13 — шпилька крепления генератора к натяжной планке; 14 — шкив с вентилятором; 15 — полюсный наконечник ротора; 16 — дистанционная втулка; 17 — передний шарикоподшипник; 18 — крышка привода; 19 — обмотка ротора; 20 — статор; 21 — обмотка статора; 22 — полюсный наконечник ротора; 23 — буферная втулка; 24 — втулка; 25 — поджимная втулка; Б, В — выводы регулятора напряжения

После установки щеткодержателя на место в крышку генератора легким нажатием на регулятор вдвиньте его в генератор. Допустимая несоосность отверстий в крышках генератора не более 0,4 мм, поэтому при сборке пользуйтесь специальной оправкой. Коническая пружинная шайба шкива выпуклой стороной должна соприкоснуться с гайкой. Гайку шкива затяните (момент затягивания 38,4-88 Нм).

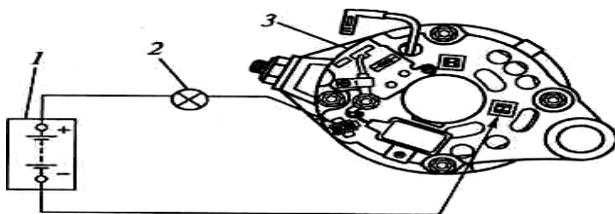


Рис. 5.4. Схемы для проверки дополнительных диодов: 1-аккумуляторная батарея; 2-контрольная лампа; 3-генератор

Для проверки короткого замыкания дополнительных диодов отсоедините провод от вывода В и соберите схему (рис. 5.4). Загорание лампочки указывает на неисправность диода.

Для проверки регулятора напряжения соберите схему с источником напряжения 12 и 16 В (рис. 5.5). Если при напряжении 12 В лампа горит, а при напряжении 16 В гаснет, то регулятор исправен. Если лампа горит в обоих случаях, то в регуляторе имеется пробой, а если не горит, то имеется обрыв или отсутствует контакт щеток с регулятором.

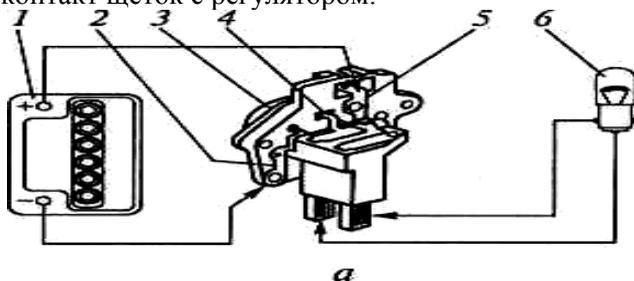


Рис. 5.5. Схема для проверки регулятора напряжения: а-новая конструкция (с 1996 г.); 1-аккумуляторная батарея; 2-вывод («масса») регулятора напряжения; 3-регулятор напряжения; 4, 5-выводы; 6-контрольная лампа

Ознакомьтесь с устройством стартера (рис. 5.6).

Проверьте техническое состояние деталей. Мегомметром проверьте отсутствие замыкания обмотки якоря «на массу» (сопротивление должно быть не менее 10 кОм). Рабочая поверхность коллектора должна быть чистой, не пригоревшей; шлицы и цапфы вала якоря не должны иметь задиров, забоин, следов

желтого цвета от втулки шестерни. Привод стартера должен свободно, без заеданий перемещаться на валу якоря. Шестерня должна проворачиваться относительно вала якоря в направлении вращения якоря под действием момента не более 0,27 Н·м. В обратном направлении шестерня проворачиваться не должна. Зубья шестерни не должны иметь забоин. Проверьте мегомметром отсутствие замыкания обмотки статора «на массу» (сопротивление — не менее 10 кОм). Потемнение изоляции указывает на следы перегрева статора. Не должно быть трещин на крышках и большого износа втулок. Щетки должны свободно перемещаться в пазах щеткодержателей и иметь высоту не менее 12 мм. Проверьте динамометром давление пружин на новые щетки (9—11 Н). Проверьте легкость перемещения якоря реле. Проверьте тестером, замыкаются ли контактные болты реле контактной пластиной, нет ли обрыва в обмотках тягового реле.

Перед сборкой смажьте моторным маслом винтовые шлицы вала якоря и ступицы обгонной муфты, шестерню и втулку задней крышки. Подбором толщины регулировочной шайбы установите осевой свободный ход якоря — не более 0,5 мм.

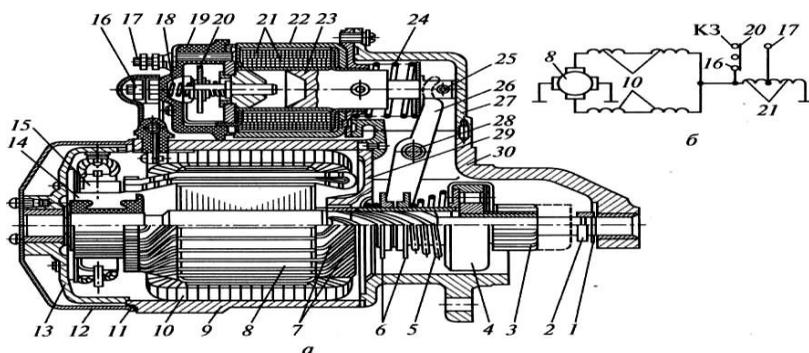


Рис.5.6. Стартер СТ230-А1: а — продольный разрез; б — электрическая схема

1-регулирующая шайба; 2-упорное кольцо; 3-шестерня; 4-роликовая муфта; 5-буферная пружина; 6-поводковую муфту; 7-обмотка; 8-якорь; 9-корпус с четырьмя полюсными сердечниками; 10-катушки обмотки возбуждения; 11-резиновая прокладка; 12-кожухом; 13-30-крышки; 14-коллектор; 15-медно-графитовые щетки; 16-контактный болт; 17-вывод; 18-пружиной; 19-пластмассовая крышка;

20-контактный диск; 21- обмоток; 22-кожух; 23-якорь; 24-возвратная пружина; 25-палец; 26-рычаг; 27-крышка; 28- ось; 29-промежуточная опора.

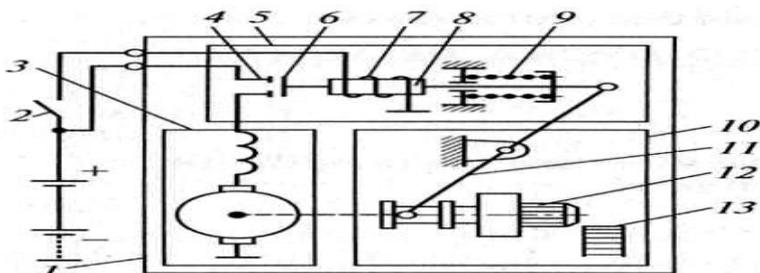


Рис. 5.7. Принципиальная схема включения стартера

На современных автомобилях управление стартером дистанционное, из кабины водителя; при этом управление включение стартера осуществляется контактами его тягового реле. Принципиальная схема включения стартера показана на рис.5.7. Основными ее элементами являются аккумуляторная батарея, стартер 1, выключатель 2 и стартерная цепь, под которой понимают путь, проходимый током от аккумуляторной батареи к стартеру. В эту цепь входит провод, соединяющий батарею со стартером, корпус (масса) автомобиля и все клеммы по пути стартерного тока. Стартер состоит из электродвигателя 3, механизма привода 10 и тягового реле 5. Тяговое реле вводит в зацепление шестерню 12 с зубчатым венцом 13 маховика, а также обеспечивает включение стартерной цепи при замкнутых контактах выключателя 2. Механизм привода 10 передает крутящий момент от вала стартера на маховик через зубчатую передачу и после начала работы двигателя предотвращает передачу крутящего момента от маховика на вал стартера.

Взаимодействие элементов стартера при пуске двигателя происходит следующим образом. При замыкании контактов выключателя 2 по обмотке 7 тягового реле 5 проходит ток, и сердечник 8 электромагнита втягивается внутрь обмотки, а соединенный с ним рычаг 11 перемещает шестерню 12 привода и вводит ее в зацепление с зубчатым венцом 13 маховика. При полном зацеплении зубчатой передачи сердечник 8 через контакт-

ный диск 6 замыкает контакты 4, и ток от аккумуляторной батареи поступает в обмотку электродвигателя. Якорь начинает вращаться и передает крутящий момент через маховик на коленчатый вал двигателя. После пуска двигателя выключатель 2 размыкает контакты, и цепь обмотки электродвигателя прерывается. Под действием пружины 9 контактный диск и шестерня 12 механизма привода возвращаются в исходное положение.

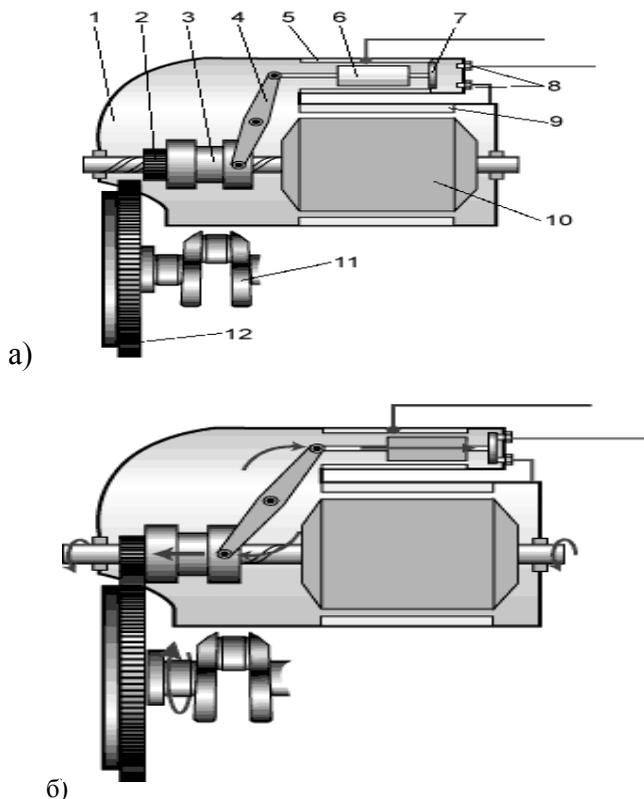


Рис.5.8. Схема системы пуска двигателя а) стартер выключен; б) стартер включен; 1 - корпус стартера; 2 - вал якоря стартера; 3 - шестерня привода с муфтой свободного хода; 4 - рычаг привода шестерни; 5 - обмотки тягового реле; 6 - якорь тягового реле; 7 - контактная пластина; 8 - контактные болты; 9 - обмотки стартера; 10 - якорь стартера; 11 - коленчатый вал двигателя; 12 - зубчатый венец маховика

При выключении стартера цепь удерживающей обмотки размыкается, якорь реле вместе с деталями привода под действием пружины 24 возвращается в исходное положение, шестерня привода выходит из зацепления с венцом маховика и стартер отключается. При пуске двигателя пусковая сила тока стартера достигает 550-600 А, а сила тока его холостого хода составляет 70-80 А.

*Механизм привода.* Механизм привода имеет муфту свободного хода 9 (рис. 5.8), которая передает крутящий момент от стартера на маховик и исключает передачу вращения от маховика на вал стартера после пуска двигателя, предотвращая тем самым разнос якоря.

Муфта состоит из шлицевой втулки 3, установленной на шлицах вала якоря стартера, обоймы 5, в которой выполнены четыре клиновидных паза, роликов 6 с плунжерами И, нагруженными пружинами 10, ступицы 7, изготовленной совместно с шестерней 8. Плунжеры с помощью пружин 10 зажимают ролики между поверхностями обоймы и ступицы.

При пуске двигателя крутящий момент передается от шестерни на зубчатый венец маховика. При этом ролики, сдвигаясь в узкую часть клиновидного паза обоймы, жестко заклиниваются между ней и ступицей шестерни. После пуска двигателя из-за большого передаточного числа зубчатой передачи маховик начинает вращать шестерню привода с большей частотой, чем вращается вал стартера и связанная с ним обойма 5, которая в этом случае начинает отставать от ступицы 7 шестерни 8, вследствие чего обойма и ступица расклиниваются. Стартер при этом работает в режиме холостого хода до размыкания цепи выключателем.

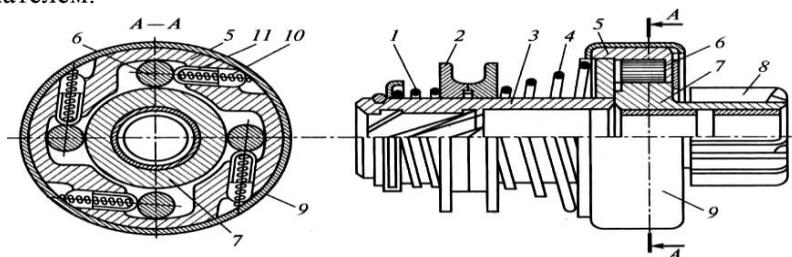


Рис.5.8 Роликовая муфта свободного хода

В случае неудавшегося пуска двигателя или заклинивания шестерни привода в зубчатом венце маховика ограничительная пружина 1 позволяет переместить поводковую муфту 2 и рычаг 26 (см. рис.5.6, а) влево до отказа, при этом верхний конец рычага через якорь реле отключает стартерную цепь. Буферная пружина 4 позволяет вводить в зацепление с венцом маховика шестерню 8 и в том случае, когда зуб шестерни не попадает во впадину венца. Пружина, сжимаясь, дает возможность контактному диску замкнуть контакты тягового реле и повернуть якорь стартера. Кроме рассмотренных элементов, в систему пуска также входят средства облегчения пуска двигателя при низких температурах окружающего воздуха.

Рассмотрите схемы электрооборудования автомобилей. Ознакомьтесь с монтажом электрооборудования на автомобилях в лаборатории. Выясните, какие приборы включены независимо от положения ключа в выключателе зажигания. Вынимая поочередно предохранители, определите экспериментально защищаемые ими цепи.

Для передачи электрической энергии от источников к потребителям тока служит сеть электроснабжения, состоящая из проводов, соединительных устройств и коммутационных приборов. Расположение в этой сети источников тока и их соединение с потребителями тока показано на общей принципиальной схеме электрооборудования (рис.5.9). Таким образом, автомобиль оснащен сложной системой энергоснабжения с эффективными источниками тока, приборами и устройствами электрооборудования автомобиля, от исправности которых в значительной степени зависит надежность автомобиля в целом.

В зависимости от целевого назначения и функциональных связей приборы и устройства-потребители электрической энергии делятся на ряд систем и групп, являющихся составными частями общей схемы электрооборудования автомобилей.

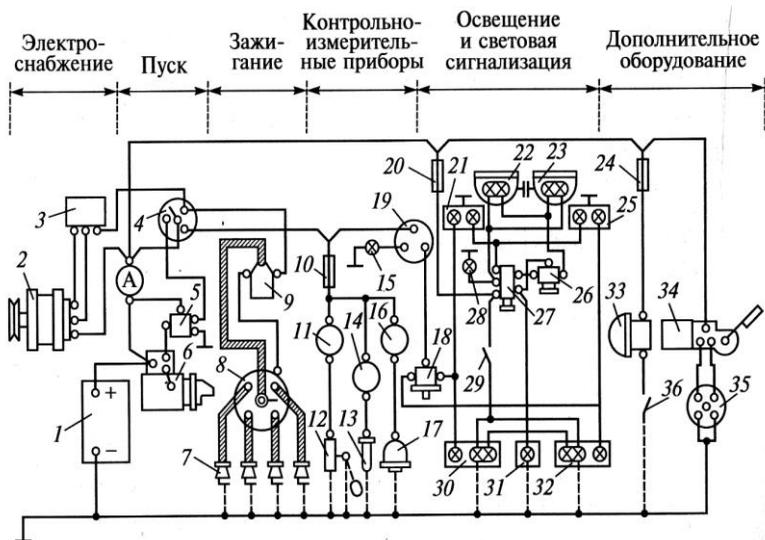


Рис.5.9. Принципиальная схема электрооборудования автомобиля:

1—аккумуляторная батарея; 2 — генератор; 3 — регулятор напряжения; 4 —выключатель зажигания; 5 — реле стартера; 6— стартер; 7 — свеча; 8 — распределитель зажигания; 9 — катушка зажигания; 10, 20, 24 — предохранители; 11, 14, 16 — указатели соответственно уровня топлива, температуры охлаждающей жидкости и давления масла; 12, 13, 17 — датчики соответственно уровня топлива, температуры охлаждающей жидкости и давления масла; 15 — контрольная лампа указателей поворота; 18— переключатель указателей поворота; 19— реле-прерыватель указателей поворота; 21, 25 — передние фонари; 22, 23 — фары; 26 —переключатель света фар; 27 — центральный переключатель света; 28 — контрольная лампа дальнего света; 29 — выключатель сигналов торможения; 30, 32 —задние фонари; 31 — фонарь номерного знака; 33 — звуковой сигнал; 34 — электродвигатель стеклоочистителя; 35— переключатель электродвигателя стеклоочистителя; 36 — кнопка включения звукового сигнала

*Фары.* Из отсека двигателя поверните кожух фары против часовой стрелки и снимите его. Снимите с рефлектора лампу фары и патрон с лампой габаритного света. Чтобы заменить лампу указателя поворота, выньте из корпуса фары патрон с лампой.

*Задние фонари.* Отверните винты крепления и снимите обивку багажника. Отжав фиксаторы, выньте из фонаря печатную плату в сборе с лампами. Для извлечения ламп из патронов нажмите на них и поверните против часовой стрелки.

*Фонари освещения номерного знака.* Отверните винты крепления фонаря на крышке багажника, выньте его из гнезда и снимите рассеиватель.

*Плафон.* Для снятия плафона аккуратно подденьте его отверткой со стороны, противоположной выключателю.

*Боковые указатели поворотов.* Патрон с лампой выньте из фонаря с внутренней стороны крыла.

Снимите один из звуковых сигналов с автомобиля ГАЗ-3110 и отрегулируйте его. Для регулировки закрепите кронштейн сигналов в тиски и снимите резонатор с сигнала, который необходимо регулировать. Проверьте контакты. На них не должно быть следов окисления металла и грязи. Осмотрите качество пайки проводов и исправность сопротивлений. Отрегулируйте звучание сигнала регулировочным винтом.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какую функцию выполняет на автомобиле «масса»?
2. Из каких сборочных единиц состоит аккумуляторная батарея. Каков принцип действия свинцового аккумулятора?
3. Какие факторы определяют ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение аккумулятора.
4. Как маркируют аккумуляторные батареи.
5. Почему при ремонте системы электрооборудования необходимо отсоединять минусовую клемму аккумуляторной батареи при выключенном зажигании?
6. Для чего нужна обгонная муфта на стартере?
7. В чем сущность работы электронно-транзисторного регулятора напряжения серии 13.3702-01?

## Практическая работа № 6 Устройство систем зажигания двигателей

### Содержание работы:

1. Правила безопасного выполнения задания.
2. Оборудование и инструмент.
3. Последовательность выполнения задания.
4. Рекомендации по выполнению задания.

**Правила безопасного выполнения задания.** Руководствуйтесь общими правилами безопасного выполнения практических работ. При использовании работающего двигателя запрещено касаться руками элементов систем зажигания (коммутатора, катушки зажигания, высоковольтных проводов). На двигателях с бесконтактной системой зажигания не допускается отсоединять провода высокого напряжения и проверять цепи зажигания «на искру», производить запуск двигателя с помощью искрового зазора между проводом высокого напряжения и центральной клеммой распределителя. При включенном зажигании запрещается производить ремонтные и профилактические работы с датчиком—распределителем зажигания. Не допускается отсоединять провода от клемм аккумулятора при работающем двигателе. Проверку свечей на стенде проводите в присутствии преподавателя.

**Оборудование и инструмент.** Комплектные двигатели ВАЗ-2103 с установленными на них в учебных целях приборами системы зажигания, монтируемыми в моторном отсеке. Прерыватель—распределитель зажигания 30.3706. Датчик—распределитель зажигания 38.3706. Датчик- распределитель зажигания 40.3706. Прерыватель—распределитель зажигания 47.3706. Датчик—распределитель зажигания 1908.3706. Искро-свечевой диагност 1АП975000 (ИСД). Омметр. Мегомметр. Тестер. Стандартный набор ключей. Щуп для проверки и регулировки зазора в свечах. Ключи свечные. Набор щупов. Стержень диаметром 2,8 мм для разборки распределителя.

**Последовательность выполнения задания.** Повторите устройство систем зажигания. Демонтируйте с двигателями приборы системы зажигания, рассмотрите их устройство, определите их техническое состояние визуальным осмотром и с помощью электроизмерительных приборов и установите их на место. При снятии высоковольтных проводов заметьте их положение на распределителе зажигания, а при установке на свечи — согласуйте с порядком работы двигателя. Установите момент зажигания.

**Рекомендации по выполнению задания.** Система зажигания ВАЗ- 2103. Для демонтажа свечей зажигания снимите со свечей наконечники высоковольтных проводов и с помощью свечного ключа выверните свечи на двигателе. Осмотрите свечи, запишите марку и их техническое состояние. Исправные свечи должны быть чистыми или иметь светло-коричневый нагар. Если на изоляторе имеются сколы, трещины или повреждена приварка бокового электрода, то свеча не годится для эксплуатации. Измерьте зазоры (0,5 — 0,6 мм) в свечах проволочным (для свечей) щупом и, в случае необходимости, отрегулируйте их осторожным подгибанием бокового электрода. Испытайте свечу на герметичность. Накапайте на свечу несколько капель керосина или масла. Если появятся пузырьки воздуха между изолятором и корпусом свечи, то свеча неисправна. Для свечей с зазором 0,5 — 0,6 мм (контактная система зажигания) нижний допустимый предел годности -0,4 МПа, а для свечей с зазором 0,7 — 0,8 мм (бесконтактная система зажигания) -0,3 МПа. Осторожно, не повредив резьбу, верните свечи рукой, а затем затяните их (момент затягивания 3-4 Н·м).

Снимите высоковольтный провод с катушки зажигания и демонтируйте ее. Проверьте с помощью омметра сопротивление обмоток катушки и сопротивление изоляции. У катушки типа Б-117А (для контактной системы зажигания) при температуре 20-25 °С сопротивление первичной обмотки -3,07-3,5 Ом, а вторичной-5400-9200 Ом. Сопротивление изоляции «на массу» — не менее 50 МОм. У катушки типа 27.3705 (для бесконтактной системы зажигания) сопротивление первичной обмотки должно составлять 0,4-0,5 Ом, а вторичной- 4,5-5,5 кОм.

Снимите с двигателя прерыватель-распределитель зажигания (Р-125). Для облегчения последующей установки перед демонтажем поверните коленчатый вал до совмещения метки на маховике со средним делением на крышке привода механизма газораспределения. Отсоедините вакуумный шланг и высоковольтные провода. Отстегните две защелки и снимите крышку прерывателя- распределителя зажигания. Обратите внимание на расположение бегунка, отметьте на корпусе распределителя место, на которое направлен контакт бегунка. Поставьте метку на основании распределителя и блока двигателя (в зоне делений шкалы). Отверните гайку крепления провода к контакту распределителя и гайку прижимной планки. Снимите прижимную планку и выньте прерыватель-распределитель зажигания. Рассмотрите и сравните его устройство с изображением на плакате.

*Разберите прерыватель—распределитель зажигания.* Внимание! Ротор крепится к пластине только в одном положении. Выступ квадратной формы на роторе расположен в соответствующей прорези пластины. Поддев отверткой, снимите пружины центробежного регулятора, удалите стопорное кольцо и снимите грузики. Отверните гайку крепления провода конденсатора, винт крепления конденсатора и снимите его. Стержнем диаметром 2,8 мм выбейте штифт и выньте из корпуса вал прерывателя – распределителя зажигания. Отверните гайку клеммы низкого напряжения, два винта крепления контактов прерывателя, винт крепления его провода и снимите контактные группы прерывателя. Отверните два винта крепления вакуумного регулятора, снимите стопорную шайбу и регулятор. Отверните два винта крепления подшипника, снимите винты с прижимными пластинами, подшипник и подвижную пластину прерывателя. Осмотрите детали прерывателя—распределителя зажигания и запишите детали, имеющие повышенный износ. Толщина контактной пластины должна быть не менее 0,5 мм. Износ грани кулачковой шайбы должен быть равномерным и не должен быть меньше 0,4 мм. Диафрагма вакуумного регулятора не должна иметь трещин и повреждений. Сопротивление изоляции при 25 °С должно быть не менее 10 МОм, сопротивление между высоковольтной клеммой и «массой» необходимо измерять при разомкнутых контактах прерывателя. Оцените исправность конден-

сатора омметром. Для этого замкните на секунду выводы конденсатора, чтобы он разрядился, а затем коснитесь их щупами омметра. Снова коснитесь щупами выводов конденсатора, но в другой полярности. Если конденсатор исправен, то стрелка отклонится от конца шкалы и вернется на место; если стрелка не отклонилась — в конденсаторе обрыв; если стрелка не возвращается в исходное положение — в конденсаторе пробой. Соберите прерыватель—распределитель зажигания в обратной последовательности и смажьте фильц. Проверьте зазор между контактами прерывателя щупом 0,4 мм, который должен слегка заземляться в положении, при котором контакты прерывателя—распределителя зажигания максимально разомкнуты. Если необходима регулировка, то ослабьте винты крепления неподвижного контакта и переместите его, изменяя зазор. Проверьте совпадение меток на шкиве коленчатого вала и крышке привода распределительного вала. Поверните ротор в положение, при котором его наружный контакт будет направлен в сторону контакта четвертого цилиндра на крышке распределителя. Удерживая за ротор валик прерывателя — распределителя зажигания (для предотвращения проворачивания), вставьте его в гнездо на блоке цилиндров так, чтобы произошло сцепление валика с приводной шестерней. Закрепите прерыватель—распределитель зажигания на блоке цилиндров, установите крышку, присоедините провода и шланг вакуумного регулятора.

*Для установки момента зажигания установите коленчатый вал* в положение опережения зажигания за  $5^\circ$  до ВМТ в первом и четвертом цилиндрах. **Внимание!** Совпадение метки на шкиве коленчатого вала и меток на крышке привода механизма газораспределения соответствуют опережению зажигания на  $10$ ,  $5$  и  $3^\circ$ . Поверните корпус прерывателя — распределителя зажигания по часовой стрелке до упора. Прижимая бегунок, медленно поворачивайте его вместе с корпусом против часовой стрелки до момента размыкания контактов (при включенном зажигании проскакивает искра, которая сопровождается характерным треском).

Соедините свечи с прерывателем—распределителем зажигания проводами высокого напряжения в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя (1-3-4-2).

Сборку произведите в обратной последовательности. Проверьте зазоры в соединениях. Продольный свободный ход вала — не более 0,35 мм, зазор между грузиками и пластиной кулачка-0,2-0,5 мм, осевой свободный ход кулачка -0,05-0,55 мм. Откорректируйте зазоры подбором регулировочных шайб.

Проверьте внешним осмотром свечи зажигания А20Д1. Зазор между электродами должен составлять 0,8 — 0,95 мм. Усилие затягивания свечи — 32 — 40 Н·м. Соедините свечи с прерывателем- распределителем зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя (1-3-4-2).

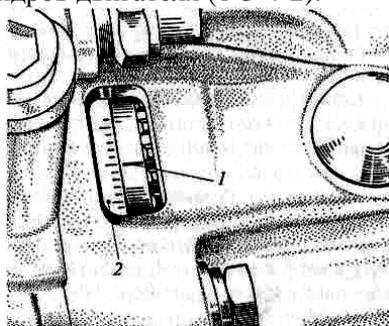


Рис. 6.1. Метки для установки момента зажигания: 1-метка на маховике; 2-шкала

Совмещение метки на маховике со средним (длинным) делением шкалы соответствует углу опережения  $0^\circ$ . Проверить и установить момент зажигания можно также с помощью стробоскопа или на стенде.

Проверьте сопротивление обмоток и изоляции катушки зажигания. У маслонаполненной катушки сопротивление первичной обмотки при температуре  $25^\circ\text{C}$  должно составлять 0,4-0,5 Ом, а вторичной обмотки-4,5-5,5 кОм. У сухих катушек сопротивление равно соответственно 0,249-0,427 Ом и 3,81-4,65 кОм. Сопротивление изоляции «на массу» должно составлять 50 МОм. Зазор между электродами свечи типа А-17ДВР-0,7-0,8 мм.

### **Система зажигания**

Система зажигания является составной частью «Электрооборудования автомобиля».

Если Вы посмотрите на рабочий цикл двигателя, то заметите, что в самом конце такта сжатия, рабочую смесь необходимо поджечь. А это означает, что между электродами свечи должна проскочить высоковольтная искра.

Функция системы зажигания заключается в том, чтобы создать ток высокого напряжения, а затем распределить его по свечам цилиндров. Различают два типа систем зажигания: контактная система и бесконтактная электронная система.

### **Контактная система зажигания.**

Составляющие контактной системы зажигания: - катушка зажигания, - прерыватель тока низкого напряжения, - распределитель тока высокого напряжения - вакуумный и центробежный регуляторы опережения зажигания, - свечи зажигания, - провода низкого и высокого напряжения, - включатель зажигания.

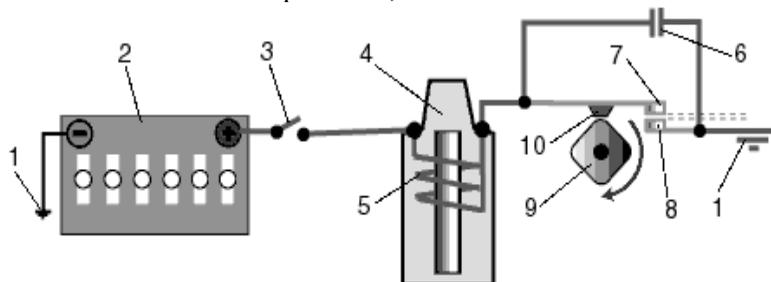


Рис. 6.2 Контактная система зажигания а) электрическая цепь низкого напряжения 1 - «масса» автомобиля; 2 - аккумуляторная батарея; 3 - контакты замка зажигания; 4 - катушка зажигания; 5 - первичная обмотка (низкого напряжения); 6 - конденсатор; 7 - подвижный контакт прерывателя; 8 - неподвижный контакт прерывателя; 9 - кулачек прерывателя; 10 - молоточек контактов.

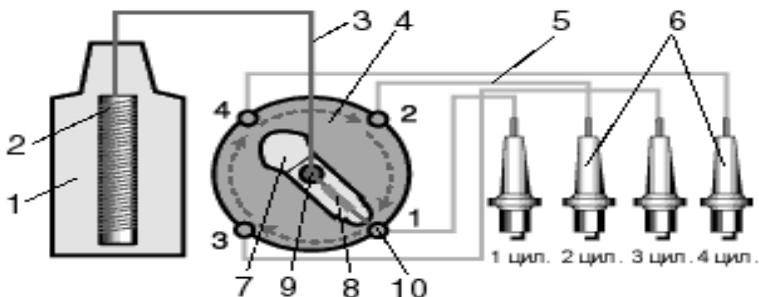


Рис. 6.3 Контактная система зажигания б) электрическая цепь высокого напряжения 1 - катушка зажигания; 2 - вторичная обмотка (высокого напряжения); 3 - высоковольтный провод катушки зажигания; 4 - крышка распределителя тока высокого напряжения; 5 - высоковольтные провода свечей зажигания; 6 - свечи зажигания; 7 - распределитель тока высокого напряжения («бегунок»); 8 - резистор; 9 - центральный контакт распределителя; 10 - боковые контакты крышки

При помощи катушки зажигания ток низкого напряжения переходит в ток высокого напряжения. Принцип работы: вокруг обмотки низкого напряжения создается магнитное поле из-за протекающего электрического тока. Далее, ток прерывается, магнитное поле начинает слабеть и при этом, индуцировать ток высокого напряжения (уже в обмотке высокого напряжения). Количество витков обмоток катушки зажигания разное. За счет этого мы получаем 20 000 вольт, которые нужны для того, чтобы между свечами зажигания возникла искра.

Прерыватель тока низкого напряжения как раз и служит для прерывания тока в обмотке низкого напряжения. И когда во вторичной обмотке, как было сказано выше, появился ток высокого напряжения, то он поступает в центральный контакт распределителя. Под крышкой распределителя зажигания располагаются контакты прерывателя. Эти два контакта смыкаются при помощи пластинчатой пружины. А разделяются в тот момент, когда набегающий кулачок приводного валика прерывателя-распределителя давит на молоточек подвижного контакта. Здесь важную роль играет конденсатор. Он не дает контактам обгорать в момент размыкания.

Прерыватель и распределитель токов высокого и низкого напряжения, привод от коленчатого вала, и расположены они в одном корпусе. Этот узел также называют трамблером.

Итак, после поступления тока высокого напряжения в центральный контакт распределителя через подпружиненный контактный уголок он попадает на пластину ротора (распределителя, рис. 6.2 и 6.3). Ротор вращается, ток «уходит» с его пластины на боковые контакты крышки распределителя. Контакты соединены высоковольтными проводами в определенной последовательности. Эта последовательность задает работу цилиндров в порядке 1, 3, 4, 2. То есть, рабочая смесь воспламеняется сначала в 1-ом, затем в 3-ем, 4-ом и 2-ои цилиндрах. Таким образом, устанавливается равномерная нагрузка на коленчатый вал двигателя.

Существует понятие угол опережения зажигания. Это тот угол, когда поршень не доходит до верхней мертвой точки. Он равен 40-60 градусам. И в этот момент осуществляется подача высокого напряжения на электроды свечей зажигания. Угол нужно постоянно менять, так как режимы работы двигателя тоже меняются. За это отвечают центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания.

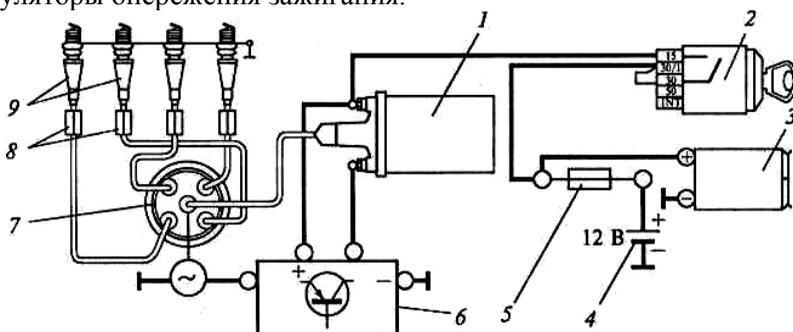


Рис.6.4. Электрическая схема системы зажигания с коммутатором 131.3734: 1 — катушка зажигания; 2 — выключатель зажигания; 3 — генератор; 4 — аккумуляторная батарея; 5 — предохранитель на 60 А; 6 — коммутатор; 7 — датчик- распределитель зажигания; 8 — помехоподавительное сопротивление; 9 — свеча зажигания

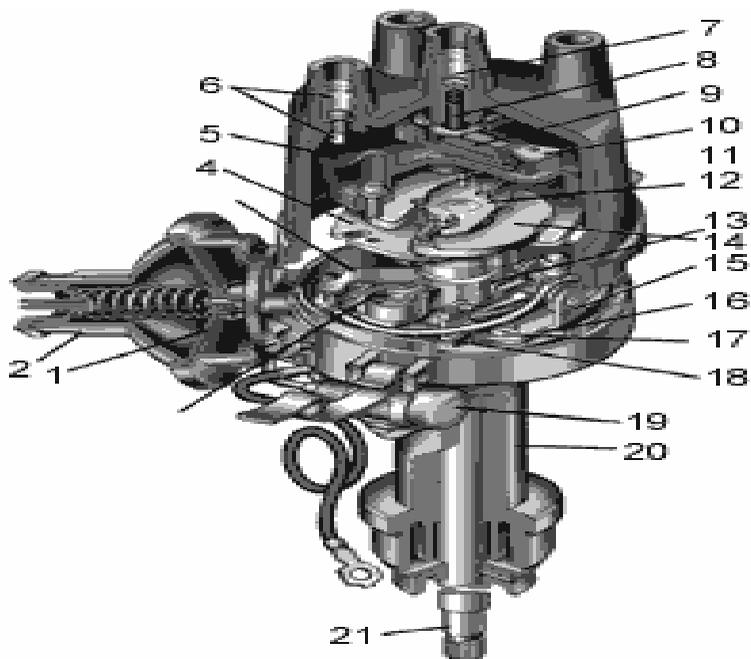


Рис. 6.5 Прерыватель распределитель 1 - диафрагма вакуумного регулятора; 2 - корпус вакуумного регулятора; 3 - тяга; 4 - опорная пластина; 5 - ротор распределителя («бегунок»); 6 - боковой контакт крышки; 7 - центральный контакт крышки; 8 - контактный уголек; 9 - резистор; 10 - наружный контакт пластины ротора; 11 - крышка распределителя; 12 - пластина центробежного регулятора; 13 - кулачек прерывателя; 14 - грузик; 15 - контактная группа; 16 - подвижная пластина прерывателя; 17 - винт крепления контактной группы; 18 - паз для регулировки зазоров в контактах; 19 - конденсатор; 20 - корпус прерывателя-распределителя; 21 - приводной валик; 22 - фильтр для смазки кулачка.

Центробежный регулятор опережения зажигания предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания, в зависимости от скорости вращения коленчатого вала двигателя. Схема работы представлена на рисунке 6.6.

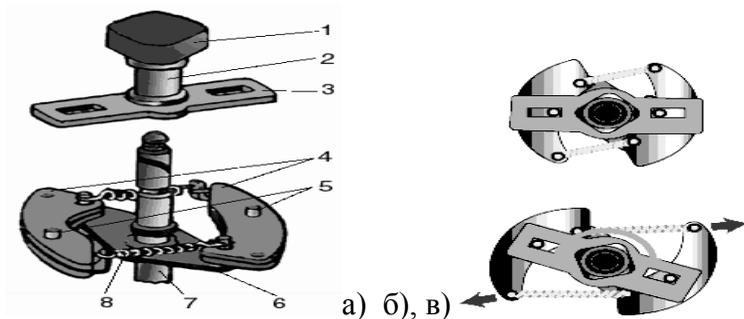


Рис. 6.6. Схема работы центробежного регулятора угла опережения зажигания: 1 - кулачок прерывателя; 2 - втулка кулачков; 3 - подвижная пластина; 4 - грузики; 5 - шипы грузиков; 6 - опорная пластина; 7 - приводной вал; 8 - стяжные пружины. а) расположение деталей регулятора б) грузики вместе в) грузики разошлись

Вакуумный регулятор опережения зажигания предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания, в зависимости от нагрузки на двигатель.

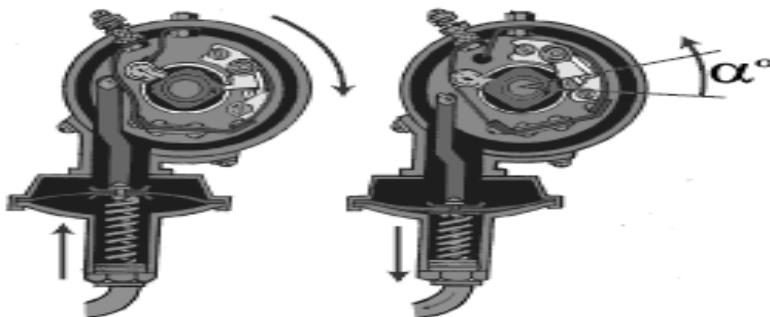


Рис. 6.7. Вакуумный регулятор угла опережения зажигания а) угол опережения зажигания - уменьшен б) угол опережения зажигания - увеличен

Вакуумный регулятор прикреплен к корпусу прерывателя – распределителя (рис.6.7). Диафрагмой корпус поделен на две половины. Одна половина связана с атмосферой, а другая с полостью под дроссельной заслонкой. Диафрагма посредством тяги соединена с подвижной пластиной, с расположенными на ней контактами прерывателя. Когда угол открытия дроссельной за-

слонки увеличивается, то уменьшается разряжение. При этом диафрагма под действием пружины сдвигает пластину от набегающего кулачка прерывателя. Угол опережения зажигания уменьшится – контакты разъединятся позже. Угол увеличится при закрытии дроссельной заслонки. Кулачок прерывателя встретится с молоточком контактов раньше, и контакты разомкнутся. Увеличится опережения зажигания для рабочей смеси.

С помощью свечи зажигания (рис. 6.8) образуется искра и зажигается рабочая смесь в камере сгорания двигателя. При попадании тока высокого напряжения на свечу, между ее электродами образуется искра. Она и воспламеняет рабочую смесь. Высоковольтные провода обеспечивают подачу тока высокого напряжения от катушки зажигания к распределителю и от него на свечи.

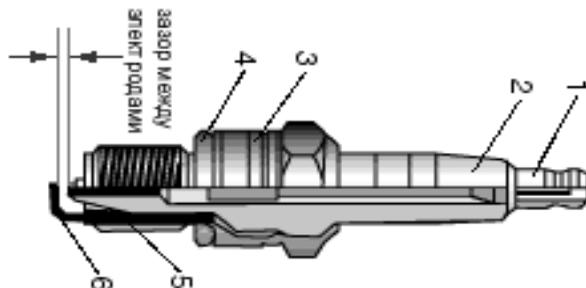


Рис. 6.8. Свеча зажигания 1 - контактная гайка; 2 - изолятор; 3 - корпус; 4 - уплотнительное кольцо; 5 - центральный электрод; 6 - боковой электрод

### **Основные неисправности контактной системы зажигания**

Отсутствует искра между электродами свечей. Причина: обрыв или плохой контакт проводов в цепи низкого напряжения, обгорание контактов прерывателя или отсутствия зазора между ними, неисправность конденсатора, катушки зажигания, крышки распределителя, ротора, высоковольтных проводов или самой свечи. Способ устранения неисправности: проверка цепи низкого и высокого напряжения, регулировка зазора контактов прерывателя, неисправные элементы системы зажигания необходимо заменить.

Двигатель работает с перебоями и (или) не развивает полной мощности. Причина: неисправная свеча зажигания, нарушение величины зазора в контактах прерывателя или между электродами свечей, повреждение ротора или крышки распределителя, неправильная установка начального угла опережения зажигания. Способ устранения неисправности: восстановление нормальных зазоров в контактах прерывателя и между электродами свечей, регулировка начального угла опережения зажигания, замена неисправных деталей.

### **Электронная бесконтактная система зажигания.**

В электронной бесконтактной системе зажигания имеется возможность увеличения подаваемого напряжения на электроды свечи. Таким образом, улучшается процесс воспламенения рабочей смеси.

При использовании электронной бесконтактной системы зажигания, двигатель более экономно расходует топливные ресурсы. У этой системы зажигания также есть цепи высокого и низкого напряжения. Цепи высокого напряжения ничем не отличаются от цепей вышеописанной системы. Имеются различия между цепями низкого напряжения. Отличие заключается в том, что в электронной бесконтактной системе зажигания используются электронные устройства – коммутатор и датчик-распределитель (датчик Холла) (рисунок 6.6).

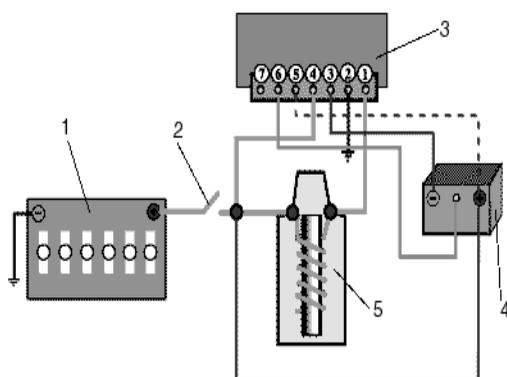


Рис. 6.9. Бесконтактная система зажигания а) схема электрической цепи низкого напряжения 1 - аккумуляторная батарея; 2 - контакты

замка зажигания; 3 - транзисторный коммутатор; 4 - датчик распределитель (датчик Холла); 5 - катушка зажигания

Элементы электронной бесконтактной системы зажигания это: - источники электрического тока, катушку зажигания, датчик - распределитель, коммутатор, свечи зажигания, провода высокого и низкого напряжения, выключатель зажигания.

Бесконтактный датчик Холла, выполняющий функцию контактов, посылает управляющие импульсы в электронный коммутатор, который управляет катушкой зажигания. Катушка зажигания, в свою очередь, преобразует ток низкого напряжения в ток высокого напряжения. И мы получаем 20 000 вольт, необходимые для возникновения искры.

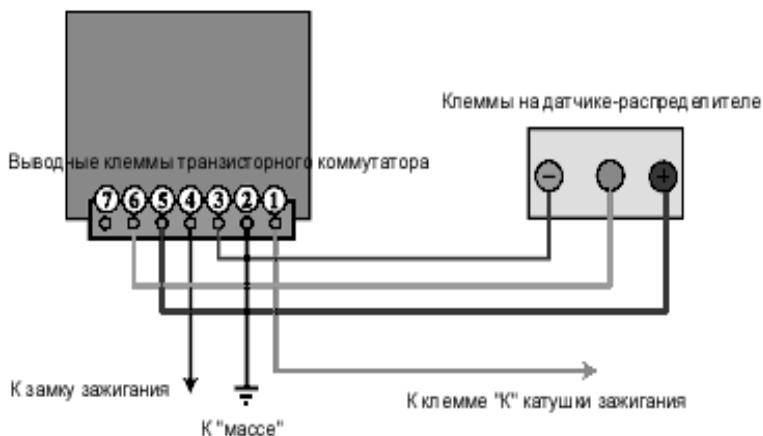


Рис. 6.10. Бесконтактная система зажигания б) схема электрических соединений коммутатора и датчика-распределителя

### **Основные неисправности электронной бесконтактной системы зажигания.**

Неисправности: не заводится двигатель. Способы устранения: проверить подачу бензина, почистить провода (контакты), заменить неисправный коммутатор, проверить и заменить в случае неисправности детали крышку распределителя, ротор, бесконтактный датчик и катушку зажигания.

### **Контрольные вопросы самостоятельной работы:**

1. Почему зазор в свечах измеряют круглым щупом?
2. Какие свечи применяются в двигателях ВАЗ-2103, ВАЗ-2108, УЗАМ- 331, ЗМЗ-402, ЗМЗ-406?
3. Как можно изменить угол опережения зажигания на двигателях?
4. Какими методами можно определить начало размыкания контактов в прерывателе — распределителе зажигания?
5. Какие метки на датчиках—распределителях зажигания различных типов двигателей помогают правильно соединить провода высокого напряжения?
6. Какие элементы комплексной системы управления двигателем и каким образом отвечают за зажигание смеси в двигателе ЗМЗ-406?
7. Как определить положение поршня первого цилиндра в ВМТ при такте сжатия?
8. Как проверить цепь тока высокого (низкого) напряжения?
9. Как повлияет на работу двигателя неисправность катушки зажигания, коммутатора?
10. Какой прибор имеет конденсатор и как повлияет на работу двигателя его неисправность?
11. Как повлияет на работу двигателя повышенный зазор в прерывателе, свечах?

## **Практическая работа № 7 Сцепление**

### **Содержание работы:**

1. Механизм сцепления.
2. Привод выключения сцепления.

Сцепление первым принимает крутящий момент от двигателя и передает его к коробке передач. Это в том случае, если сцепление включено. А если водитель его выключит, то вращение от двигателя к остальным агрегатам трансмиссии передаваться не будет и до ведущих колес не дойдет. Следовательно, устройство, именуемое сцеплением, представляет собой выключатель, по своему функциональному принципу чем-то напоминающий электровыключатель. Если в электровыключателе кон-

такты замкнуты, то ток идет дальше и лампочка горит; если контакты разомкнуты (не прижаты друг к другу) - ток дальше не проходит и света нет. По этому же принципу работает и сцепление: оно дает возможность водителю при необходимости быстро прервать передачу крутящего момента (выключить сцепление), а затем плавно ее возобновить. О том, как это делается, мы поговорим чуть позже.

А теперь сформулируем классическое определение сцепления.

Сцепление предназначено для передачи крутящего момента от двигателя, временного разъединения и плавного соединения двигателя с трансмиссией.

Сцепление состоит из непосредственно самого механизма сцепления и его привода.

Механизм сцепления (рис.7.1) состоит из трех основных элементов: - ведущей части; - ведомой части; - рабочих элементов.

Принцип работы сухого однодискового сцепления показан на рис. 4.4 и 4.5.

Крутящий момент передается от маховика двигателя на ведомый диск сцепления за счет сухого трения, возникающего при прижатии последнего к маховику. Ведомый диск установлен на валу на шлицах, по которым он может перемещаться. На противоположном конце вала жестко закреплена ведущая шестерня коробки передач. Когда сцепление включено (одноименная педаль отпущена), ведомый диск вращается с маховиком как единое целое и вращает ведущий вал коробки передач (см. рис. 4.4).

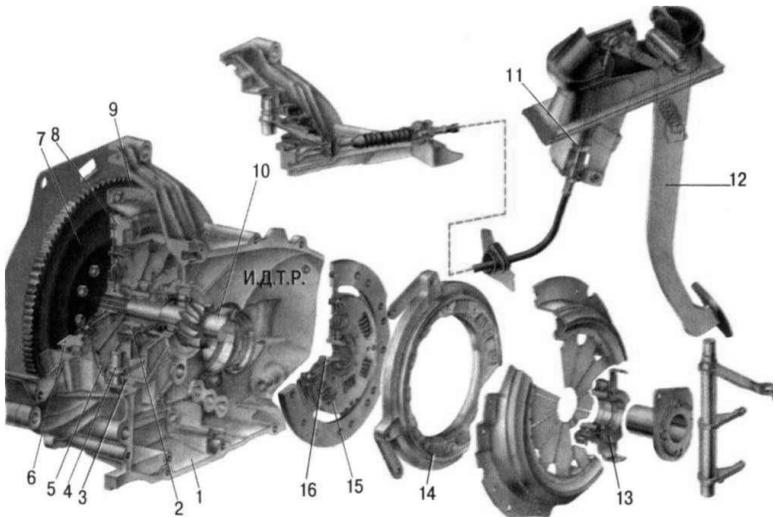


Рис.7.1. Сцепление: 1 - картер сцепления; 2 - подшипник выключения сцепления; 3 - втулка опорная вала вилки выключения сцепления; 4 - вилка выключения сцепления; 5 - нажимная пружина; 6 - ведомый диск; 7 - маховик; 8 - нажимной диск; 9 - кожух сцепления; 10 - первичный вал коробки передач; 11 - трос; 12 - педаль сцепления; 13 - муфта подшипника выключения сцепления; 14 - пластина, соединяющая кожух сцепления с нажимным диском; 15 - пружина демпфера; 16 - ступица ведомого диска

На легковых автомобилях применяется сухое однодисковое сцепление.

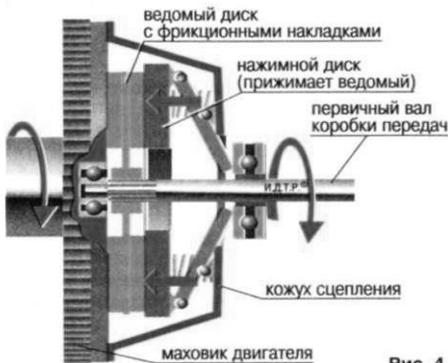


Рис. 4.4

При нажатии на педаль сцепления ведомый диск отделяется от маховика, перемещаясь по шлицам, и вращение от двигателя к коробке передач не передается (см. рис. 4.5).

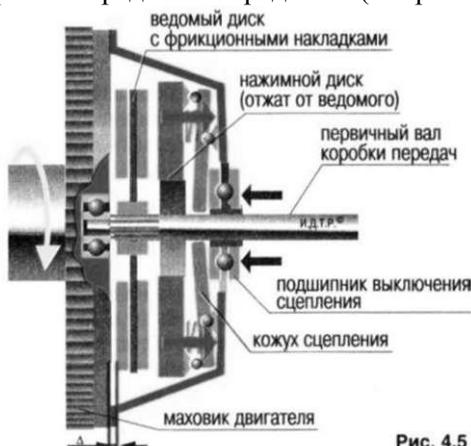


Рис. 4.5

Ведомый диск сцепления прижимается к маховику специальным нажимным диском, на который, в свою очередь, передается усилие пружин, установленных в кожухе сцепления. Всю данную конструкцию иногда называют корзиной сцепления.

*Привод выключения сцепления.* Сцеплением управляет водитель, включая и выключая его. Для того чтобы прервать передачу крутящего момента от двигателя (выключить сцепление), он нажимает крайнюю левую педаль, которую называют педалью сцепления. Для возобновления передачи вращения от двигателя к остальным агрегатам трансмиссии (включения сцепления) водитель отпускает эту педаль. Когда водителя в машине нет или же он находится на своем месте, но не нажимает на крайнюю левую педаль, сцепление включено. Поэтому сцепление автомобиля и называют постоянно замкнутым. «Разорванным» оно будет лишь в то время, когда крайняя левая педаль нажата до пола.

Педали сцепления - первый и ближайший к водителю элемент его привода. В настоящее время в отечественных легковых автомобилях используют два вида привода сцепления: гидравлический и механический. Гидропривод выключения сцепления состоит из следующих элементов (рис.7.2): педали; главного

цилиндра; трубопровода; рабочего цилиндра; вилки выключения сцепления; подшипника выключения сцепления.

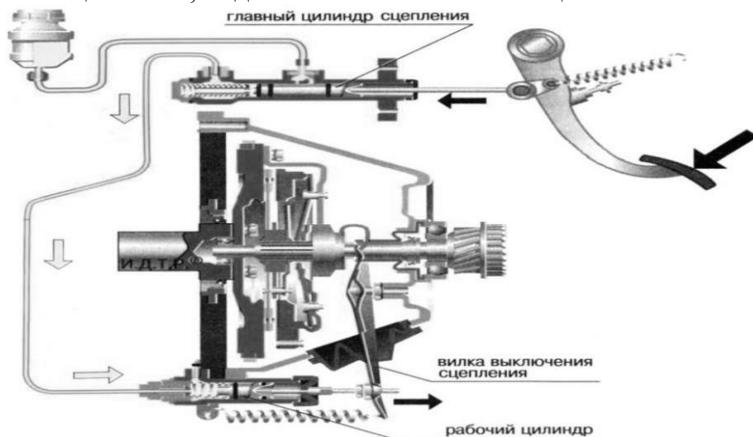


Рис.7.2 Гидравлический привод сцепления.

При необходимости отсоединения двигателя от остальных агрегатов трансмиссии водитель нажимает левой ногой на педаль сцепления с определенным усилием. Это усилие от педали через шток и поршень перемещает жидкость в главном цилиндре, что, в свою очередь, перемещает поршень рабочего цилиндра, связанный со штоком. Далее шток рабочего цилиндра воздействует на вилку выключения сцепления и на нажимной подшипник, который через отжимные рычаги и выключает сцепление. Для включения сцепления водитель должен отпустить педаль. При этом под воздействием возвратных пружин все детали привода вернуться в первоначальное положение.

Рассмотренный привод назван гидравлическим, так как в нем в качестве рабочего тела, связывающего педаль с механизмом сцепления, использована специальная тормозная жидкость.

Если в качестве рабочего тела в приводе используются только механические устройства, то такой привод называется механическим. В этом случае усилие с педали сцепления передается на вилку выключения через металлический трос (рис. 7.3).

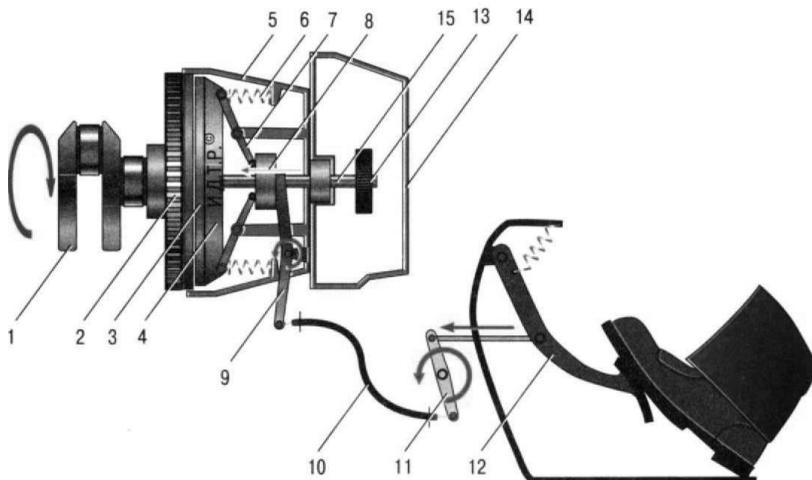


Рис.7.3 Схема механического привода выключения и механизма сцепления: 1 - коленчатый вал; 2 - маховик; 3 - ведомый диск; 4 - нажимной диск; 5 - кожух сцепления; 6 - нажимные пружины; 7 - отжимные рычаги; 8 - подшипник выключения сцепления; 9 - вилка выключения сцепления; 10 - металлический трос; 11 - рычаг привода; 12 - педаль сцепления; 13 - шестерня первичного вала; 14 - картер коробки передач; 15 - первичный вал коробки передач

Несколько слов о главных неисправностях сцепления. Если сцепление не выключается полностью, то говорят, что сцепление «ведет». Действительно, в этом случае маховик не расстыковывается полностью с ведомым диском сцепления и продолжает его вести. К такой ситуации может привести увеличенный свободный ход педали сцепления, а в сцеплении, приводимом в действие гидроприводом, - наличие воздуха. Такие неисправности могут быть быстро устранены на станции технического обслуживания или самостоятельно при наличии определенных навыков. А вот остальные причины того, что сцепление не выключается полностью, обычно связаны с внутренними дефектами этого механизма (коробление ведомого диска, перекос нажимного подшипника, поломка пружин и т.п.), которые можно «вылечить» только в стационарных условиях. Если же сцепление полностью не включается, то говорят, что сцепление «пробуксовывает». Причиной может стать недостаточный сво-

бодный ход педали сцепления (что легко устраняется), а также поломка пружин, износ или замасливание фрикционных накладок. Последние неисправности целесообразно устранять силами квалифицированных специалистов.

## Практическая работа № 8 Коробка передач

### Содержание работы:

1. Принцип работы коробки передач.
2. Основные неисправности коробки передач.
3. Карданная передача.

При помощи коробки передач происходит изменение величины и направления крутящего момента, а также передача его от двигателя к ведущим колесам. Схема работы коробки передач представлена на рис.8.1.

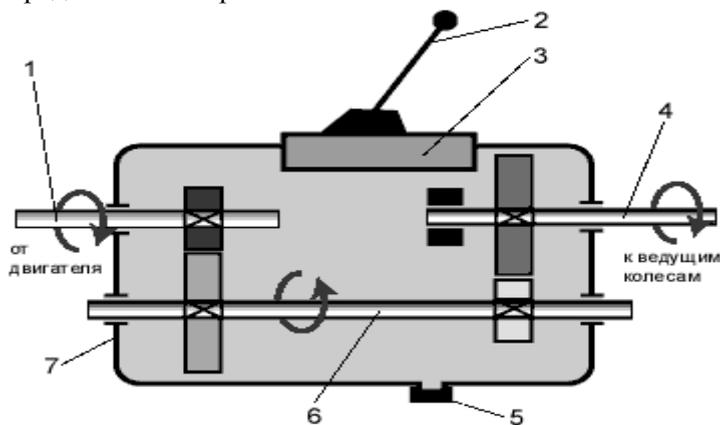


Рис. 8.1. Схема работы коробки передач. 1 - первичный вал; 2 - рычаг переключения передач; 3 - механизм переключения передач; 4 - вторичный вал; 5 - сливная пробка; 6 - промежуточный вал; 7 - картер коробки передач

*Картер.* Здесь сосредоточены все основные узлы. Картер коробки передач присоединен к картеру сцепления, а картер

сцепления – к двигателю. В картере наполовину объема залито масло для смазки шестерен.

Валы коробки передач. У этих механизмов есть набор шестерен. Валы вращаются в подшипниках, находящихся в картере.

*Синхронизаторы.* Чтобы передачи переключалась плавно и бесшумно необходимы синхронизаторы. Это достигается с помощью уравнивания угловых скоростей вращающихся шестерен.

*Механизм переключения передач.* С его помощью водитель, управляя рычагом переключает передачи.

Изменение величины крутящего момента происходит как показано на схеме, представленная на рисунке 8.2. На ней изображены две шестеренки. Все дело в количестве зубьев на шестеренках. На первой 20 зубьев, на второй – 40. Когда шестерня с 20-ти зубьями делает 2 оборота, то шестерня с 40-ка зубьями один оборот. Передаточное число равно 2. То есть все дело в различных оборотах шестеренок.

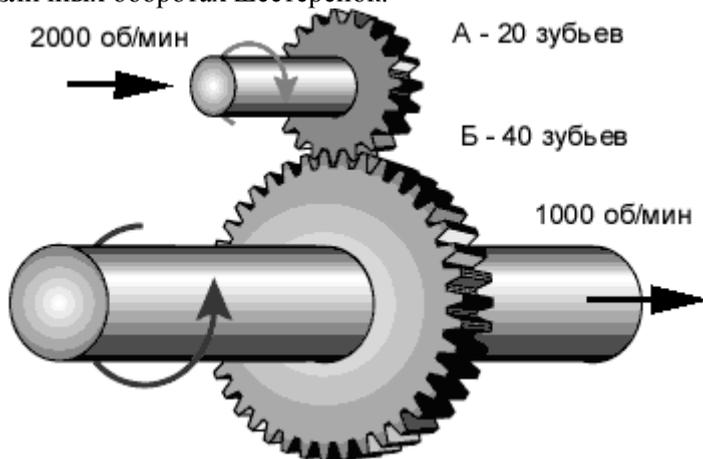


Рис. 8.2. Передаточное отношение

### **Основные неисправности коробки передач.**

*Течь масла.* Причина: повреждение уплотнительных прокладок, сальников, ослабление крепления крышек картера. Способ устранения: замена прокладок и сальников, усиление крепления крышек.

*Шум.* Причина: неисправный синхронизатор, износ подшипников, шестерен, шлицевых соединений. Способ устранения: замена неисправных деталей.

**Тяжело включаются передачи.** Причина: неисправность механизма переключения, износ синхронизаторов или шестерен. Способ устранения: замена неисправных деталей.

*Произвольное выключение передач.* Причина: неисправность блокировочного устройства, сильный износ шестерен или синхронизаторов. Способ устранения: замена блокировочного устройства, синхронизатора, шестерен

### Карданная передача

Для примера рассмотрим карданную передачу заднеприводного автомобиля. С ее помощью происходит передача крутящего момента от вторичного вала коробки к главной передаче изменяющимся углом. На представленной ниже схеме можно увидеть схему карданной передачи.

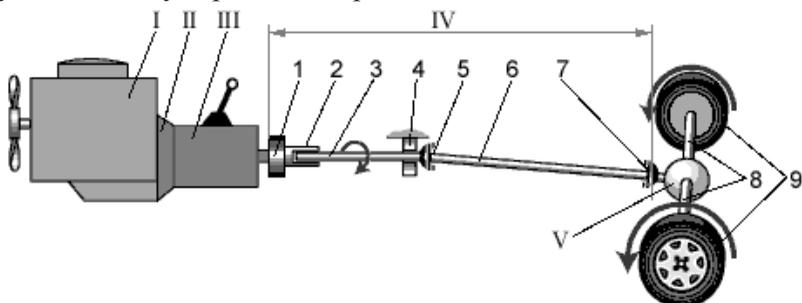


Рис.8.3. Схема трансмиссии заднеприводного автомобиля I - Двигатель; II - Сцепление; III - Коробка передач; IV - Карданная передача: 1 - эластичная муфта; 2 - шлицевое соединение; 3 - передний карданный вал; 4 - подвесной подшипник; 5 - передний карданный шарнир; 6 - задний карданный вал; 7 - задний карданный шарнир; V - Задний мост с главной передачей и дифференциалом: 8 - полуоси; 9 - ведущие (задние) колеса

Механизмы карданной передачи:

- передний и задний валы,
- промежуточная опора с подшипником,
- шарниры с вилками и крестовинами,

- шлицевые соединения
- эластичная муфты.

*Шарниры с вилками и крестовинами.* Эти элементы и позволяют осуществить передачу крутящего момента под изменяющимся углом. Задний вал карданной передачи имеет два шарнира. Они обеспечивают передачу крутящего момента от коробки передач к главной передаче, которая расположена в заднем мосту автомобиля независимо от движений кузова. Поясним. Когда автомобиль едет, то угол между передним валом карданной передачи и главной передачей меняется до 150оС. Это происходит из-за неровностей дороги. Поэтому задний вал закреплен не жестко, а двумя шарнирами. За счет этих шарниров и происходит бесперебойная передача крутящего момента.

*Шлицевое соединение* обеспечивает компенсацию линейного перемещения карданной передачи по отношению к кузову авто, вследствие изменения угла передачи крутящего момента. Это необходимо для того, чтобы карданная передача удлинялась в момент перемещения кузова вверх, и укорачивалась, когда кузов идет вниз. Получается, что должно меняться расстояние от коробки передач до заднего моста. Эти процессы происходят именно в шлицевом соединении. Но меняются не сами жесткие трубы, а их суммарная длина.

*Эластичная муфта.* Этот механизм держит ударную волну, которая может возникать при грубом включении (выключении) сцепления.

### **Основные неисправности карданной передачи и валов с шаровыми шарнирами**

*Шум, стуки и вибрация при движении.* Причина: износ шарниров, подшипника промежуточной опоры, деформации валов. Способ устранения: замена поврежденных механизмов.

*Утечка смазки из шаровых шарниров.* Причина: повреждение защитных чехлов. Способ устранения: замена чехлов, чистка шарниров, замена смазки шарниров.

## Практическая работа № 9 Главная передача и дифференциал

### Содержание работы:

1. Назначение, устройство главной передачи.
2. Дифференциал.

С помощью главной передачи происходит увеличение скорости крутящего момента и передачи его на полуоси колес под углом  $90^{\circ}$ . Схема работы представлена на рисунке 9.1.

*Главная передача* состоит из двух механизмов: ведущей шестерни и ведомой шестерни.

Крутящий момент проходит свой путь через сцепление, коробку передач и карданную передачу. В конце пути он передается на две косозубые шестерни, находящиеся в постоянном зацеплении. Если мы посмотрим на рисунок 37, то увидим, что оба колеса будут вращаться с одинаковой угловой скоростью. При таком положении автомобиль невозможно будет повернуть. Для поворота необходимо, чтобы колеса проходили неодинаковое расстояние. Но в автомобиле есть механизм, который позволяет делать маневр поворота. Этот механизм – дифференциалом.

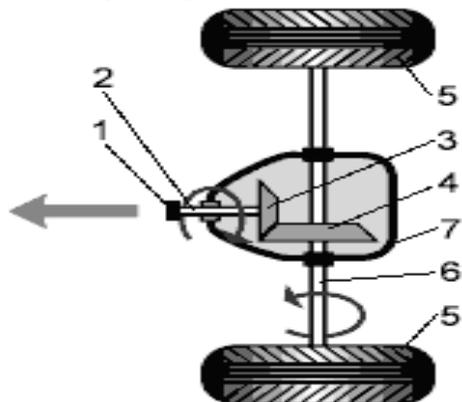


Рис. 9.1 Схема работы главной передачи 1 - фланец; 2 - вал ведущей шестерни; 3 - ведущая шестерня; 4 - ведомая шестерня; 5 - ведущие (задние) колеса; 6 - полуоси; 7 - картер главной передачи

*Дифференциал предназначен.* За счет этого механизма колеса вращаются с разной угловой скоростью. Это достигается путем разделения крутящего момента между ними. На рисунке 9.2 мы можем увидеть составляющие дифференциала. Он состоит из небольшого числа механизмов: двух шестерен и полуосей двух шестерен сателлитов.

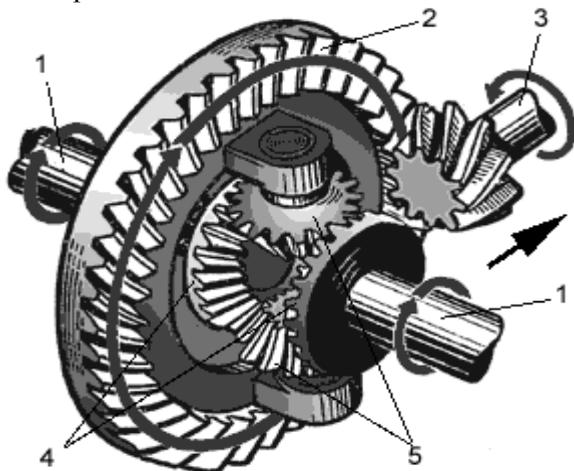


Рис. 9.2. Главная передача с дифференциалом 1 - полуоси; 2 - ведомая шестерня; 3 - ведущая шестерня; 4 - шестерни полуосей; 5 - шестерни-сателлиты

### **Основные неисправности главной передачи и дифференциала**

Шум главной передачи при движении на большой скорости. Причина: износ шестерен, неправильная регулировка шестерен, отсутствие масла в картере главной передачи. Способ устранения: регулировка зацепления шестерен, замена изношенных деталей, пополнение масла.

Течь масла. Причина: неисправность сальников, неплотные соединения. Способы устранения: замена сальников, закрепить соединения.

## Практическая работа № 10 Подвеска автомобиля

### Содержание работы:

1. Подвеска колес автомобиля.
2. Углы установки передних колес.
3. Колеса и шины.

Ходовая часть автомобиля выполняет функцию движения. Узлы ходовой части служат для связи колес с кузовом, а также гасят колебания кузова, воспринимают и передают силы, действующие на автомобиль.

В состав ходовой части входят следующие механизмы: передняя и задняя подвески колес, колеса и шины.

### Подвеска колес автомобиля

Подвеска смягчает колебания от неровностей дороги. Подвеска обеспечивает кузову вертикальные, продольные, угловые и поперечно-угловые колебания. Эти колебания обеспечивают плавность движения. Именно на рычагах и пружинах подвески крепятся колеса. Благодаря такой конструкции у кузова есть возможность перемещаться относительно колес.

Подвеска может быть двух типов: зависимая (рисунок 10.1) и независимая (рисунок 10.2).

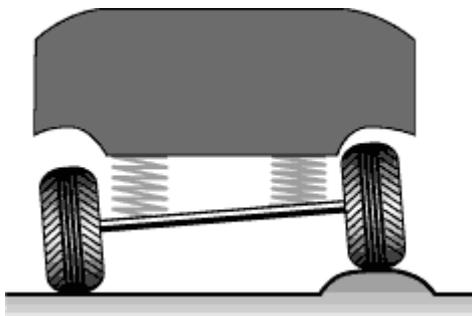


Рис. 10.1. Схема работы зависимой подвески колес автомобиля

Зависимая подвеска представляет конструкцию, при помощи которой колеса связаны между собой жесткой балкой (задние колеса) и находятся на одной оси. Если автомобиль наедет на неровность одним колесом, то второе наклонится на тот же угол.

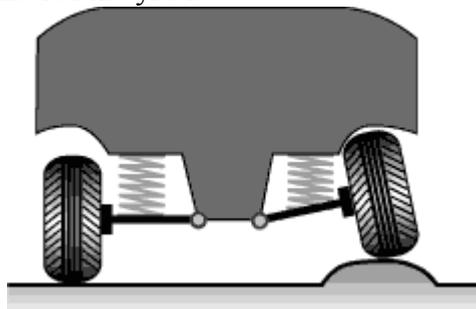


Рис. 10.2. Схема работы независимой подвески колес автомобиля

Независимая подвеска. Эта конструкция прямо противоположна зависимой подвеске. Она подразумевает, что колеса одной оси автомобиля не связаны жестко между собой (передние колеса). Когда автомобиль наезжает на неровность одним колесом, то положение второго колеса остается неизменным. У подвески есть пружина (рессора), которая смягчает удары и колебания, передаваемые от дороги к кузову.

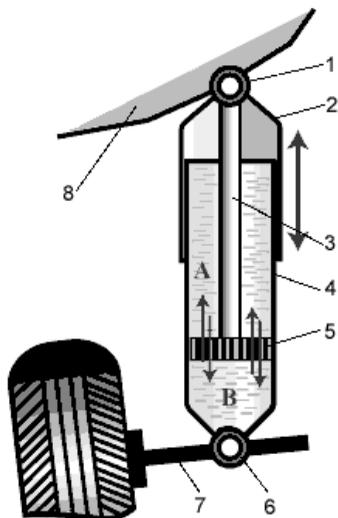


Рис. 10.3. Схема амортизатора 1 - верхняя проушина; 2 - защитный кожух; 3 - шток; 4 - цилиндр; 5 - поршень с клапанами сжатия и «отбоя»; 6 - нижняя проушина; 7 - ось колеса; 8 - кузов автомобиля

Следующий механизм подвески - гасящий элемент подвески или амортизатор (рисунок 10.3). Амортизаторы гасят колебания (посредством сопротивления), которые возникают при перемещении жидкости через калиброванные отверстия из полости «А» в полость «В» и обратно. Это гидравлический амортизатор. Существуют и газовые амортизаторы. В них сопротивление возникает при сжатии газа.

Стабилизатор поперечной устойчивости автомобиля. Когда автомобиль поворачивается, кузов одним боком прижимается к земле, а другим хочет подняться от земли. Благодаря стабилизатору этого не происходит. Если машина наезжает на препятствие, стержень стабилизатора начинает закручиваться и возвращает колесо на место. Стабилизатор можно увидеть на рисунке 10.4.

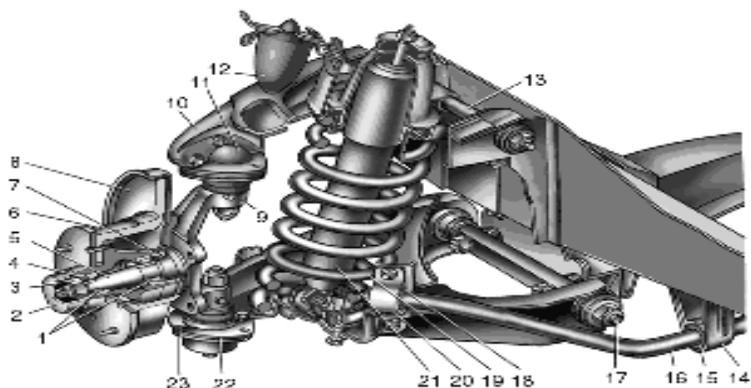


Рис. 10.4. Передняя подвеска, на примере автомобиля ВАЗ 2105 1 - подшипники ступицы переднего колеса; 2 - колпак ступицы; 3 - регулировочная гайка; 4 - шайба; 5 - цапфа поворотного пальца; 6 - ступица колеса; 7 - сальник; 8 - тормозной диск; 9 - поворотный кулак; 10 - верхний рычаг подвески; 11 - корпус подшипника верхней опоры; 12 - буфер хода сжатия; 13 - ось верхнего рычага подвески; 14 - кронштейн крепления штанги стабилизатора; 15 - подушка штанги стабилизатора; 16 - штанга стабилизатора; 17 - ось нижнего рычага; 18 - подушка штанги стабилизатора; 19 - пружина подвески; 20 - обойма крепления штанги амортизатора; 21 - амортизатор; 22 - корпус подшипника нижней опоры; 23 - нижний рычаг подвески

### **Углы установки передних колес (развал-схождение)**

Что же такое углы установки передних колес? Водители называют его «развал-схождение». Для того, чтобы разобраться, что это означает, представим, как вы отошли на какое-то расстояние от автомобиля по ходу его движения. Если обернуть и присмотреться к колесам автомобиля, то можно заметить, что они установлены таким образом, что немного смотрят друг на друга. Это положение и называют углами установки передних колес. Схема представлена на рисунке 10.5.

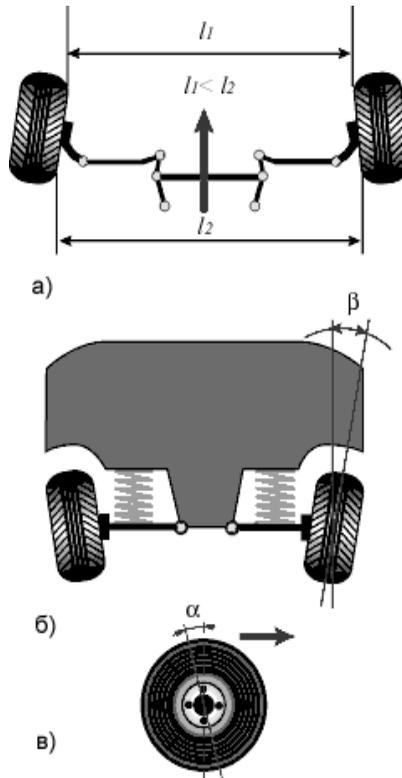


Рис. 10.5. Углы установки передних колес автомобиля а) схождение (вид сверху) б) развал (вид спереди) в) продольный наклон поворотной оси (кулака)

Углы регулируются с помощью предназначенных для этого шайб в подвеске передних колес. Регулировка происходит путем укорачивания или удлинения боковых тяг в рулевом приводе.

Регулировка углов нужна для того, чтобы автомобиль ехал прямо, если водитель едет прямо. Ему остается только немного подкорректировать направление движения машины.

Итак, перечислим все необходимые моменты, которые обеспечивают углы при движении автомобиля:

- устойчивое прямолинейное движение автомобиля,
- уменьшение усилия, прикладываемого к рулевому колесу на повороте,

- качение передних колес на повороте, без проскальзывания,
- самовозврат передних колес в прямолинейное положение по окончании поворота,
- смягчение ударов по подвеске колес от неровностей дороги,
- снятие излишних нагрузок с наиболее ответственных деталей и подшипников.

Для обеспечения правильной езды автомобиля углы необходимо поддерживать в соответствие с рекомендациями завода-изготовителя.

### **Колеса и шины**

Колеса являются принимающей стороной крутящего момента от двигателя. Путем сцепления с дорогой они способствуют движению автомобиля, принимают удары и толчки из-за неровностей, а затем сглаживают их. Торможение, разгон зависят также от колес. Устройство колес представлено на рисунке 10.6. Оно включает в себя диск с ободом и шины.

*Диск.* К диску крепится обод, сам диск прикреплен к ступице колеса коническими болтами или гайками.

*Шина.* Различают два типа шин: шина камерная и шина бескамерная. Если шина камерная, то ее камера заполняется воздухом. Бескамерная шина – это покрышка авто.

В свою очередь сама покрышка состоит из каркаса, проектора, боковин и бортов.

*Каркас шины* - силовая основа покрышка. Каркас состоит из нескольких слоев корда (специальный материал). Этот держит давление сжатого воздуха изнутри и нагрузку от дороги наружи.

*Протектор.* Самый последний слой покрышки. Он непосредственно соприкасается с дорогой. На протекторе выдавлен определенный рисунок.

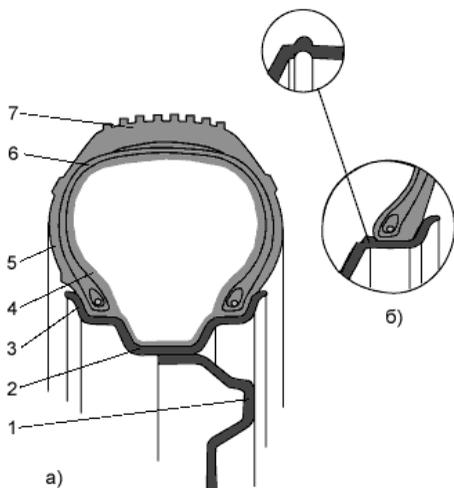


Рис. 10.6. Колесо легкового автомобиля а) устройство колеса б) уплотняющий буртик на ободе бескамерной шины 1 - диск колеса; 2 - обод; 3 - борт; 4 - камера; 5 - боковина; 6 - корд; 7 - протектор

Рисунки протектора также бывают разных типов: дорожный, универсальный и специальный. В зависимости от условий эксплуатации автомобиля (зима, лето), выбирают покрышки с разным рисунком.

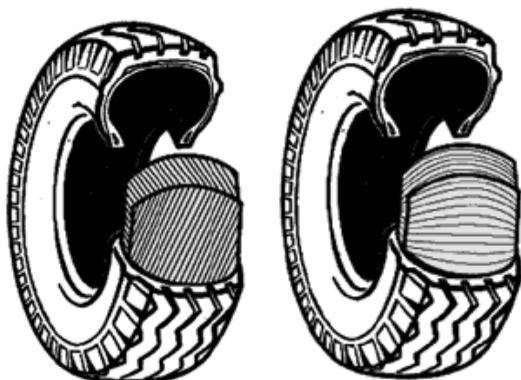


Рис. 10.7. Расположение нитей корда а) диагональное б) радиальное

Тип шин также можно разделить в зависимости от корда. Нити корда могут быть расположены диагонально и радиально.

Если нити имеют диагональное расположение, угол их наклона равен 35-38°. Такое расположение позволяет соединить боковины покрышек по диагонали. Если же нити расположены радиально, то угол их наклона почти прямой. Борты покрышки соединены прямыми нитями. Различное расположение нитей представлено на рисунке 10.7.

Шины для автомобиля необходимо покупать в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя.

### **Основные неисправности подвески и колес**

Шум и стуки в подвеске. Причина: ослабление болтов крепления, износ шарниров, поломка пружины, неисправность амортизатора. Способ устранения: подтянуть болты, заменить неисправные детали.

Повышенный и неравномерный износ шин. Причина: износ шаровых шарниров подвески, дисбаланс колес, нарушение углов установки передних колес. Способ устранения: регулировка углов установки передних колес, замена изношенных деталей, восстановить баланс колес.

Увод автомобиля в сторону от прямолинейного движения. Причина: нарушение углов установки передних колес, неодинаковое давление воздуха в шинах, деформация рычагов передней подвески, разная жесткость пружин, неисправность верхней опоры одной из телескопических стоек, поломка стабилизатора. Способ устранения: регулировка углов установки передних колес, давления воздуха в шинах, замена неисправных деталей.

Повышенные вибрации при движении. Причина: дисбаланс колес, вздутие на боковине шины, повреждение дисков колес, износ подшипников ступиц колес, шаровых опор рычагов подвески. Способ устранения: восстановление баланса колес, замена неисправных механизмов.

## Практическая работа №11 Рулевое управление

### Содержание работы:

#### 1. Назначение, устройство рулевого управления.

Рулевое управление обеспечивает движение автомобиля в заданном водителем направлении. Элементами рулевого управления являются рулевой механизм и рулевой привод.

С помощью рулевого механизма происходит увеличение и передача на рулевой привод усилия, которое водитель прилагает к рулевому колесу, когда совершает поворот автомобиля. В России производят автомобили с механизмами червячного и реечного типа.

На рисунке 11.1 представлена схема управления механизмом червячного типа.

Элементами этого механизма являются:

- рулевое колесо с валом,
- картер червячной пары,
- пара «червяк-ролик»,
- рулевая сошки.

Пара «червяк-ролик» располагается в картере и находится в постоянном взаимодействии друг с другом. По отдельности червяк представляет собой нижний конец рулевого вала, а ролик расположен на валу рулевой сошки. Когда рулевое колесо крутится, ролик скользит по зубьям червяка, и из-за этого рулевая сошка начинает поворот. Усилие следует по пути к рулевому приводу, а от него на управляемые колеса.

С помощью рулевого привода происходит передача усилия от рулевого механизма на управляемые колеса. Управляемые колеса поворачиваются на неодинаковые углы. Это нужно для того, чтобы колеса не проскальзывали по дороге. При повороте колеса описывают разные окружности, центр поворота у них один, поэтому внешнее колесо должно быть повернуто на больший угол. Такой поворот достигается рулевой трапецией. Трапеция состоит из рулевых тяг с шарнирами и поворотных рычагов.

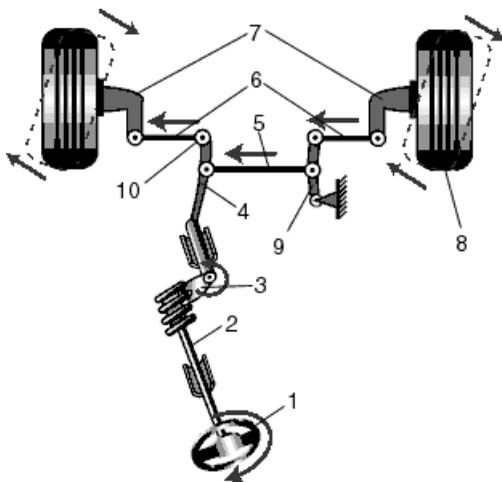


Рис. 11.1. Схема рулевого управления с механизмом типа «червяк-ролик» 1 - рулевое колесо; 2 - рулевой вал с «червяком»; 3 – «ролик» с валом сошки; 4 - рулевая сошка; 5 - средняя тяга; 6 - боковые тяги; 7 - поворотные рычаги; 8 - передние колеса автомобиля; 9 - маятниковый рычаг; 10 - шарниры рулевых тяг

Итак, рулевой привод – это механизм автомобиля, который состоит из:

- правую и левую боковые тяги,
- среднюю тягу,
- маятниковый рычаг,
- правый и левый поворотные рычаги колес.

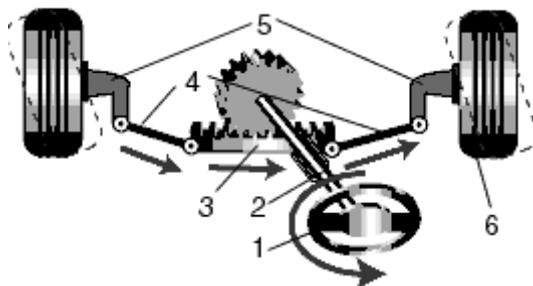


Рис. 11.2. Схема рулевого управления с механизмом типа «шестерня-рейка» 1 - рулевое колесо; 2 - вал с приводной шестерней; 3 -

рейка рулевого механизма; 4 - правая и левая рулевые тяги; 5 - поворотные рычаги; 6 - направляющие колеса

Теперь перейдем к рассмотрению рулевого механизма реечного типа (рисунок 11.2). Отличие от червячного заключается в применении пары «шестерня–рейка». То есть, когда водитель поворачивает руль, то он поворачивает шестерню, а она перемещает рейку вправо/влево и передает усилие на рулевой привод.

Рулевой привод в этом механизме более прост и состоит из двух тяг. Эти тяги служат для передачи усилия на поворотные рычаги и колеса вращаются вправо/влево.

### **Основные неисправности рулевого управления**

Увеличенный люфт рулевого колеса, стуки. Причина: ослабление крепления картера рулевого механизма, рулевой сошки или кронштейна маятникового рычага, износ шарниров рулевых тяг или втулок маятникового рычага, износ пары «червяк-ролик» или «шестерня-рейка», нарушение регулировки ее зацепления. Способ устранения: регулировка крепления и зацепления в передающей паре, замена изношенных деталей.

Тугое вращение рулевого колеса. Причина: неправильная регулировка зацепления в передающей паре, отсутствие смазки в картере рулевого механизма, нарушение углов установки передних колес. Способ устранения: регулировка зацепления, наполнение смазкой картера, регулировка углов установки передних колес.

## **Практическая работа №12 Тормозная система**

### **Содержание работы:**

#### **1. Назначение, устройство принцип работы.**

Тормозная система (рисунок 12.1) используется в автомобиле для того, чтобы можно было его остановить, уменьшить скорость движения, удержать от самопроизвольного движения во время стоянки (стояночная тормозная система).

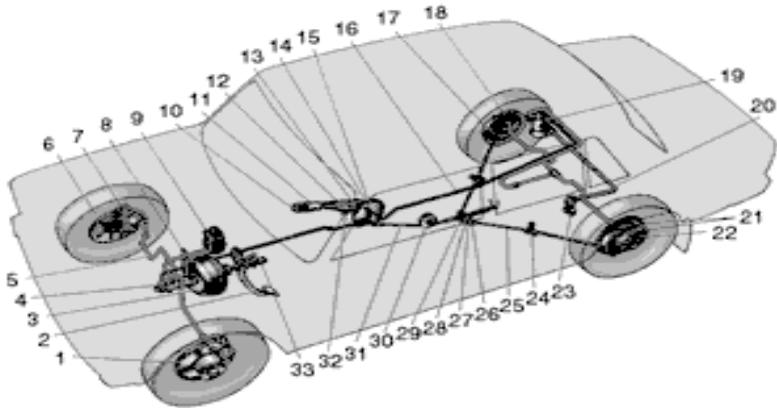


Рис. 12.1. Общая схема тормозной системы 1 - передний тормоз; 2 - педаль тормоза; 3 - вакуумный усилитель; 4 - главный цилиндр гидропривода тормозов; 5 - трубопровод контура привода передних тормозов; 6 - защитный кожух переднего тормоза; 7 - суппорт переднего тормоза; 8 - вакуумный трубопровод; 9 - бачок главного цилиндра; 10 - кнопка рычага привода стояночного тормоза; 11 - рычаг привода стояночного тормоза; 12 - тяга защелки рычага; 13 - защелка рычага; 14 - кронштейн рычага привода стояночного тормоза; 15 - возвратный рычаг; 16 - трубопровод контура привода задних тормозов; 17 - фланец наконечника оболочки троса; 18 - задний тормоз; 19 - регулятор давления задних тормозов; 20 - рычаг привода регулятора давления; 21 - колодки заднего тормоза; 22 - рычаг ручного привода колодок; 23 - тяга рычага привода регулятора давления; 24 - кронштейн крепления наконечника оболочки троса; 25 - задний трос; 26 - контргайка; 27 - регулировочная гайка; 28 - втулка; 29 - направляющая заднего троса; 30 - направляющий ролик; 31 - передний трос; 32 - упор выключателя контрольной лампы стояночного тормоза; 33 - выключатель стоп-сигнала

Чтобы рабочая тормозная система начала выполнять свои функции водитель должен нажать на педаль тормоза. Сила нажатия передается тормозным механизмам. Тормозными механизмами являются тормозные привода и тормозные механизмы колес.

Через привод тормозов передается усилие от педали тормоза к исполнительным тормозным механизмам колес автомобиля. Современные производители легковых автомобилей используют

гидравлический привод, в котором применяется специальная жидкость.

Устройство гидравлического привода: (рисунок 12.2):

- педали тормоза,
- главного тормозного цилиндра,
- рабочих тормозных цилиндров,
- тормозных трубок,
- вакуумного усилителя.

При нажатии на педаль тормоза водитель передает свое усилие через шток на поршень главного тормозного цилиндра. Поршень давит на специальную жидкость. От нее давление идет по трубкам к тормозным цилиндрам, которые заставляют их выдвигать поршни. Эти поршни передают усилие на тормозные колодки. Они-то и заставляют автомобиль остановиться.

Чтобы усилие, при котором нужно нажать на педаль тормоза не оказалось слишком большим и не утомляло водителя, в гидравлическом приводе применяется вакуумный усилитель. Он облегчает работу водителю с тормозной педалью.

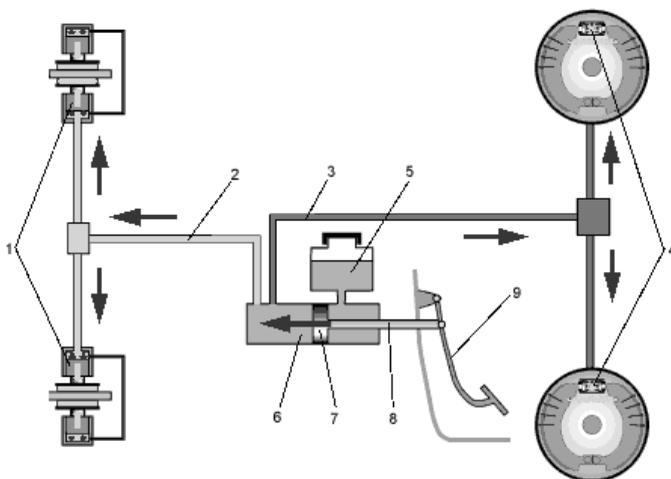


Рис. 12.2. Схема гидропривода тормозов 1 - тормозные цилиндры передних колес; 2 - трубопровод передних тормозов; 3 - трубопровод задних тормозов; 4 - тормозные цилиндры задних колес; 5 - бачок главного тормозного цилиндра; 6 - главный тормозной цилиндр; 7 - поршень главного тормозного цилиндра; 8 - шток; 9 - педаль тормоза

Тормозной механизм оказывает воздействие на скорость вращения колеса, уменьшая ее. Уменьшение скорости вращения происходит за счет сил трения между накладками тормозных колодок и тормозным барабаном (диском). В зависимости от применяемой конструкции тормоза бывают дисковые (применяются на передних колесах) и барабанные (применяются на задних колесах).

Перейдем к рассмотрению стояночной тормозной системы. Она необходима для предотвращения возникновения произвольного движения автомобиля в момент его стоянки. Стояночная тормозная система также не допускает движение авто назад, когда он начинает стартовать на подъем. Управление этим тормозом происходит при помощи рычага, расположенного между передними сиденьями (так называемы «ручник»).

При поднятии «ручника» происходит натяжение двух металлических тросов, один из которых прижимает тормозные колодки к барабанам. Поэтому автомобиль остается неподвижным до того момента, пока водитель не опустит рычаг тормоза и не начнет движение автомобиля.

### **Основные неисправности тормозных систем**

Увеличенный ход педали (ослабление педали тормоза). Причина: износ накладок тормозных колодок, попадание воздуха в системе гидропривода, утечка тормозной жидкости. Способ устранения: замена изношенных деталей, предотвращение утечки тормозной жидкости, прокачка гидропривода с целью удаления воздуха.

Увод автомобиля в сторону (при торможении). Причина: выход из строя одного из колесных тормозных цилиндров, износ или замасливание накладок тормозных колодок. Способ устранения: замена неисправных цилиндров или колодок, чистка загрязненных колодок.

Шум при нажатии на педаль тормоза или вибрации. Причина: загрязнение тормозных механизмов, износ накладок тормозных колодок, ослабление или поломка стяжных пружин задних тормозных колодок, износ тормозных барабанов или дисков. Способ устранения: замена изношенных деталей, чистка тормозных механизмов.

## Практическая работа № 13 Орудия для основной и специальной обработки почвы

### Содержание работы:

1. Назначение плуга. Классификация тракторных плугов.
2. Корпус отвального культурного плуга: устройство, рабочий процесс.
3. Пятикорпусный плуг ПЛН-5-35, назначение, устройство, рабочий процесс.
4. Плуги для гладкой и глубокой обработки почвы: назначение, устройство.

К орудиям **основной** обработки почвы относятся:

- плуги общего назначения;
- культиваторы – плоскорезы для безотвальной вспашки по методу Т.С. Мальцева;
- орудия специального назначения - плуги для горных склонов и каменистых почв, кустарниково-болотные, ярусные, лесные, дисковые, фрезы для обработки почвы на осушенных болотах и др.

Тракторные плуги *классифицируют* по следующим признакам:

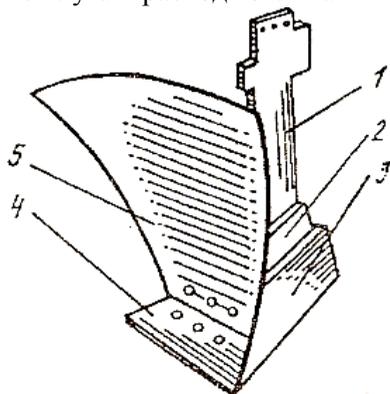
- по назначению – *общего назначения и специальные*;
- по числу корпусов – *одно-, двух-, трёх-, ...девяतिकорпусные*;
- по форме отвала корпуса – *с культурными отвалами* (плуги общего назначения, лемешные луцильники), *решетчатыми* (для работы на влажных почвах), *полувинтовые и винтовые* (для вспашки залежных земель);
- по способу соединения с трактором – *прицепные, полунавесные и навесные*.

Выполняют *вспашку* на глубину 20-35 см после предшествующей культуры *плугом* с оборотом почвенного пласта и последующим его рыхлением. Почву, подверженную *ветровой эрозии*, *рыхлят* без оборота пласта на глубину 25-40 см.

При этом корпус – основной рабочий орган плуга. В его состав (рис.13.1) входят: стойка 1 с башмаком 2, на которой за-

креплены лемех 4, отвал 5 и полевая доска 3. Рабочими частями корпуса плуга являются лемех и отвал, а служебными – полевая доска и стойка.

*Лемех* подрезает пласт почвы и направляет на отвал. Он воспринимает большое давление пласта и быстро изнашивается: теряет первоначальную форму и затупляется, это может привести к нарушению технологического процесса вспашки. Кроме того, по мере затупления лемеха возрастают тяговое сопротивление плуга и расход топлива.



- 1 – стойка;
- 2 – башмак;
- 3 – полевая доска;
- 4 – лемех;
- 5 – отвал

Рис. 13.1 – Корпус отвального культурного плуга

Существуют различные формы и конструкции лемехов. *Трапецидальный лемех* (рис.13.2, а) применяют для вспашки лёгких по гранулометрическому составу почв. Он наиболее прост в изготовлении по сравнению с другими, но быстро изнашивается. *Долотообразный лемех* (рис. 13.2, б) используют для вспашки средних и тяжёлых по гранулометрическому составу почв. Он имеет вытянутый носок в виде долота, который обеспечивает устойчивую работу всего корпуса и уменьшает износ режущей части.

*Зубчатый лемех* (рис.13.2, в) применяют при вспашке пересохших почв. У него вырезана половина лезвия, благодаря чему он одной частью подрезает пласт, а другой – отрывает. Так как во втором случае требуется меньше усилия, то тяговое сопротивление при работе агрегата снижается. *Лемех с выдвижным долотом* (рис.13.2, г) состоит из собственно лемеха и выдвижного долота, изготовленного из стальной полосы. Его

рекомендуется использовать при работе на средних и плотных почвах, засорённых камнями.

*Отвал* отрезает пласт от стенки борозды, деформирует его, сдвигает в сторону и оборачивает верхним слоем вниз. По форме рабочей поверхности различают отвалы *цилиндрические, культурные, полувинтовые и винтовые*.

*Цилиндрический отвал* применяют на предплужниках. Его рабочая поверхность представляет собой часть цилиндра. Такая отвальная поверхность не годится для основных корпусов из-за недостаточного крошения и оборота ими пласта почвы.

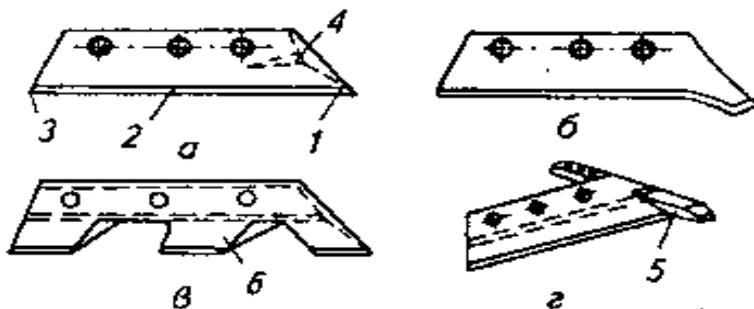


Рис.13.2 Лемехи плугов: *а* – трапецидальный; *б* – долотообразный; *в* – зубчатый; *г* – с выдвижным долотом 1 – носок; 2 – лезвие; 3 – пятка; 4 – магазин; 5 – долото; 6 – зуб

*Культурный отвал* чаще всего устанавливают на плугах общего назначения (ПЛН-5-35, ПЛП-6-35 и др.). Он хорошо сочетается с предплужником. Полувинтовые и винтовые отвалы обычно крепят на специальных плугах.

Для придания отвалам достаточной прочности их изготовляют двух- и трехслойными. Твёрдые наружные поверхности обеспечивают достаточную износостойкость, а мягкий внутренний слой придаёт прочность – устойчивость от изгибающего момента и ударов почвы.

*Полевая доска* обеспечивает устойчивый ход корпуса, разгружает стойку от боковых усилий, предупреждает осыпание стенки борозды. Полевой доской корпус опирается на стенку

борозды, поэтому она испытывает большие усилия и сильно истирается, особенно у заднего корпуса. Её крепят к стойке с тыльной стороны под углом  $2...3^\circ$  к стенке борозды. Иногда у заднего корпуса устанавливают удлиненную полевую доску или к концу доски крепят сменную пятку.

Отвал, лемех и полевую доску плотно крепят к стойке болтами с потайными головками. Стойки корпусов представляют собой литые, штампованные или сварно-штампованные детали, в нижних частях которых расположено седло (башмак), по форме соответствующее прикрепляемым к нему поверхностям лемеха и отвала.

**Пятикорпусный навесной плуг ПЛН-5-35** предназначен для вспашки почв с удельным сопротивлением до  $0,09$  МПа, не засоренных камнями, на глубину до  $30$  см. Агрегатируют с тракторами типа Т-150, Т-150К. Плуг состоит из рабочих и вспомогательных органов. Рабочие органы (рис.6.3) – корпус 2, предплужник 1 и плоский нож (на рис. не показан). Вспомогательные органы – рама с прицепным или навесным устройством, опорное колесо 7, механизм заглубления и выглубления корпусов.

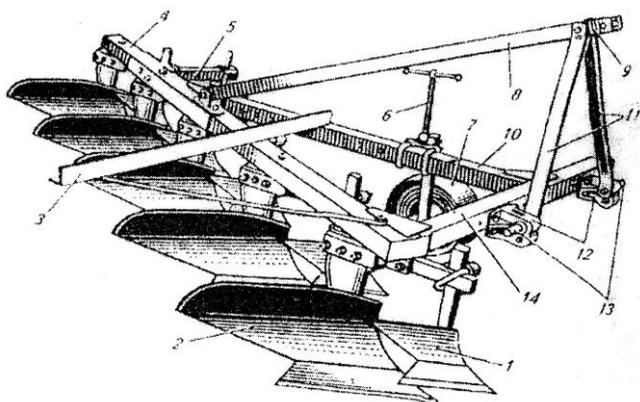


Рис.13.3 Плуг ПЛН-5-35: 1 – предплужник; 2 – корпус; 3 – прицепка для борон; 4- главная балка; 5 – кронштейн дискового ножа; 6 – винт регулирования глубины вспашки; 7 – опорное колесо; 8 – раскос; 9 – присоединительная проушина; 10 – продольная балка; 11 – подкосы навески; 12 – кронштейны присоединительных пальцев; 13– присоединительные пальцы; 14 – поперечная балка

*Предплужник* устанавливают впереди каждого корпуса плуга так, чтобы он снимал 8...12 см верхнего слоя почвы. Снятый пласт шириной, равной 2/3 ширины захвата корпуса плуга, укладывается предплужником на дно борозды позади идущего корпуса. Предплужник состоит из лемеха, отвала и стойки.

*Ножи с л у ж а т* для отрезания пласта в вертикальной плоскости с целью получения гладкой стенки и чистого дна последней борозды. Применяют ножи трёх типов: дисковые, черенковые и плоские с опорной лыжей.

*Дисковый нож* (рис.13.4, а) устанавливают на тракторных плугах общего назначения и некоторых специальных, предназначенных для вспашки связных почв, не содержащих крупных включений (камней и древесных остатков). Он представляет собой стальной диск толщиной 4 мм и диаметром 390 мм, свободно вращающийся на подшипниках качения. Для лучшей устойчивости хода лезвие диска затачивают с двух сторон.

*Черенковый нож* (рис.13.4, б) применяют на плугах специального назначения: плантажных, ярусных, лесных и др. Он разрезает пласты и мелкие корни, а крупные корни и древесные остатки выворачивает на поверхность. Толщина лезвия – не более 0,5 мм, угол заточки 10...15°. Нож прост по конструкции и достаточно прочен, однако хуже дискового перерезает растения и пожнивные остатки, чаще забивается, кроме того, оказывает большее сопротивление при движении машины.

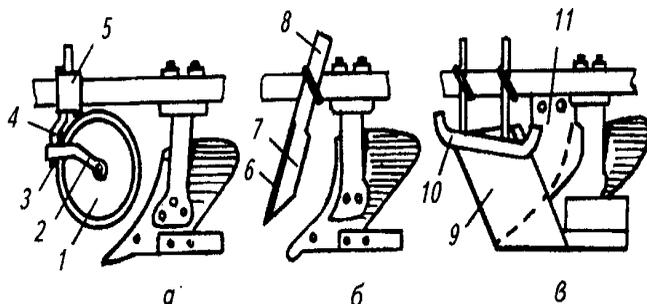


Рис.13.4 Ножи плуга: а – корпус плуга с дисковым ножом; б – корпус плуга с черенковым ножом; в – корпус болотного плуга с плоским ножом и опорной лыжей: 1 – диск; 2 – вилка; 3 – корончатая гайка

ка; 4 – ось; 5 – накладка; 6 – лезвие черенкового ножа; 7 – спинка; 8 – черенок; 9 – плоский нож; 10 – лыжа; 11 – опорная пластина

*Плоский нож с опорной лыжей* (рис.13.4, в) устанавливают на кустарниково-болотных плугах. *Рама* с л у ж и т для крепления всех рабочих органов плуга, а также для приложения тягового усилия. У плуга ПЛН-5-35 рама плоская, сваренная из пустотелых балок: главной 4, продольной 10 и поперечной прямоугольного профиля 14. К главной балке приварены угольники для крепления стоек корпусов и кронштейнов предплужника. Вынос предплужника относительно корпуса регулируют перемещением хомута по кронштейну, а глубину его хода – перемещением стойки по высоте. Дисковый нож закреплён на кронштейне 5. Рама плуга во время работы опирается на колесо 7, положение которого по высоте можно изменять винтовым механизмом 6. Так регулируют глубину вспашки.

Производительность плуга 0,87-1,75 га/ч при скорости движения агрегата до 10 км/ч, масса 800 кг.

Навесные плуги ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-8-40 и другие, выпускаемые промышленностью, различаются числом корпусов и шириной захвата.

**Плуги для гладкой вспашки** предназначены для вспашки без *свальных* гребней и *развальных* борозд. Вспаханное поле имеет выровненную поверхность, что создаёт более благоприятные условия для роста растений и работы агрегатов, выполняющих следующие за вспашкой технологические операции. Урожайность возделываемых растений повышается на 5...10%, а производительность машины на 10...15%. На гладко вспаханных участках снижаются потери при уборке урожая. Промышленность выпускает для гладкой вспашки различные по конструкции и принципу действия: *оборотные, фронтальные, челночные, поворотные, клавишные и балансирные плуги.*

На рис. 30 представлена схема оборотного плуга марки ПНО-4-30 и поворотного плуга марки ПНП-3-35.

**Оборотный плуг ПНО-4-30** (рис.13.5, а) предназначен для гладкой вспашки почв с удельным сопротивлением 0,09МПа на глубину 22 см.

Устройство (рис.13.5, а) : плуг снабжён симметричной рамой 2, поворачивающейся относительно продольной горизонтальной оси на угол  $180^\circ$  под воздействием механизма поворота. На раме установлены парами правооборачивающие 12,15,16 и левооборачивающие 1,3,5 корпуса, снабженные вертикальными ножами 11, углоснимами 10 и перьями 13. Пар корпусов может быть три или четыре. Корпус гидроцилиндра 7 закреплён шарнирно на кронштейне навески 6, а его шток кинематически связан со звеньями механизма поворота.

П р и н ц и п р а б о т ы : при подаче **РЖ** в верхнюю полость гидроцилиндра шток перемещается вниз и поворачивает раму плуга в положение, при котором правооборачивающие корпуса устанавливаются в нижнее (рабочее) положение, а левооборачивающие – в верхнее (нерабочее) положение. При подаче **РЖ** в нижнюю (штоковую) полость гидроцилиндра шток перемещается вверх и переводит в рабочее положение левооборачивающие корпуса. Глубину вспашки регулируют с помощью болтов, изменяя положение опорного колеса.

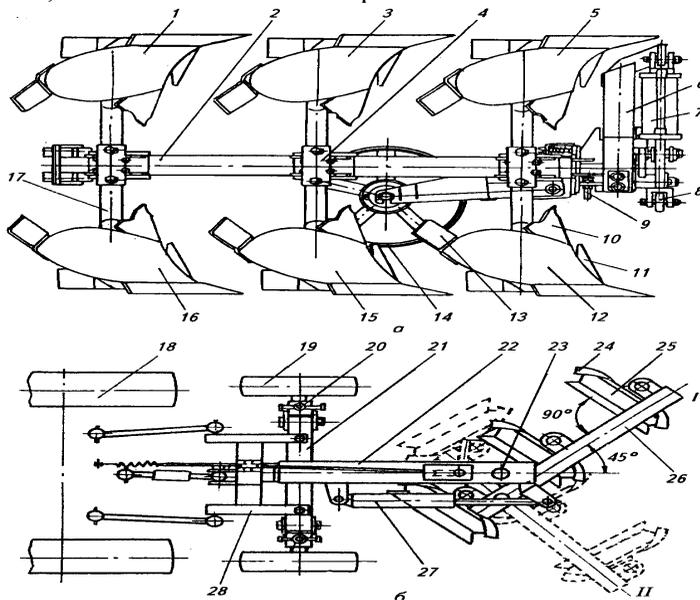


Рис.13.5. Плуги для гладкой вспашки: а – оборотный ПНО-4-30;

*б* – поворотный ПНП-3-35: 1,3,5 – левооборачивающие корпуса; 2,22 – рамы; 4 – накладка; 6,28 – навески; 7,27 – гидроцилиндры; 8 – кулак; 9 – болт; 10 – углосним; 11 – нож; 12,15,16 – правооборачивающие корпуса; 13,24 – перья отвала; 14,19 – опорные колёса; 17 – стойка; 18 – трактор; 20 – винтовой механизм; 21 – поперечный брус; 23 – шарнир; 25 – симметричный корпус; 26 – поворотный брус

Оборотным плугом поле пашут челночным способом без разбивки на загоны. В конце поля раму плуга поворачивают на угол 180°. При вспашке на склонах плуг движется поперёк склона, а пласты отваливают вниз по склону. Ширина захвата плуга ПНО-4-30 составляет 120 см. Его агрегируют с трактором МТЗ-80. Рабочая скорость агрегата достигает 9 км/ч.

**Поворотный плуг ПНП-3-35** также предназначен для гладкой вспашки почв. Устройство (рис.13.5,б): плуг снабжён отвальными симметричными корпусами 25 жестко закрепленными на поворотном брус 26.

Корпус состоит из стойки, лемеха, цилиндрического отвала, с двух сторон которого закреплены перья 24. Левая и правая сторона отвала имеют одинаковый профиль и служат для отрезания почвенного пласта ромбической формы. Ширина захвата корпуса 35 см. Поворотный брус 26 соединен с рамой 22 шарнирно и фиксируется в рабочем положении гидроцилиндром 27. Рама опирается на поперечный брус 21, имеющий левое и правое колёса 19 с механизмами вертикального перемещения 20.

Принципы работы: гидроцилиндром 27 брус 26 поворачивают на шарнире 23 и устанавливают его в положение **I** или **II**. В первом случае корпуса оборачивают отрезанные пласты влево, во втором – вправо. При работе в левостороннем режиме оборота пласта левые колеса трактора и плуга движутся по дну борозды, а правые колёса – по необработанному полю. В правостороннем режиме положение колес изменяется на противоположное.

Вспашку проводят челночным способом. Глубину вспашки до 27 см регулируют вращением винта механизма 20. Ширина захвата плуга 105 см. Его агрегируют с трактором МТЗ-80. Рабочая скорость агрегата до 9 км/ч.

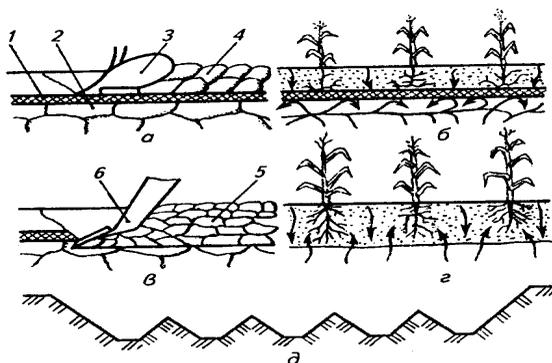


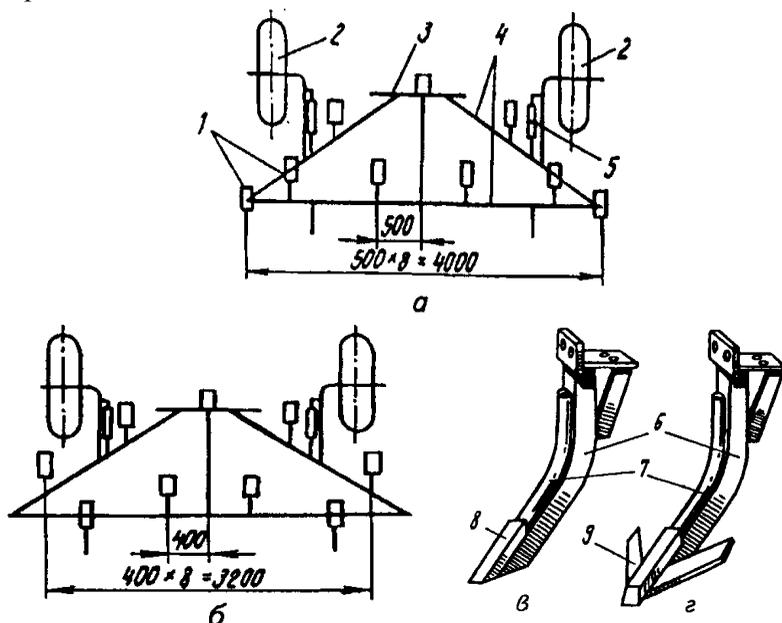
Рис.13.6. Схема образования и разрушения плужной подошвы: а – образование плужной подошвы при работе лемешного плуга; б – передвижение воды и поведение корней растений до разрушения плужной подошвы; в – разрушение плужной подошвы при глубокой обработке почвы чизельным плугом; г – передвижение воды и поведение корней растений после разрушения плужной подошвы; д – профиль дна борозды после рыхления почвы чизельным плугом 1 – плужная подошва; 2 – нижний слой; 3 – корпус плуга; 4 – пахотный слой; 5 – рыхлённый слой; 6 – рыхлитель

**Плуги для глубокой обработки почвы** предназначены для разрушения плужной подошвы 1 (рис.13.6, а), которая препятствует проникновению корней растений в нижние слои почвы, а также затрудняет поступление грунтовой воды в пахотный горизонт (рис.13.6, б). Рыхлением подпахотного горизонта увеличивают мощность корнеобитаемого слоя, улучшают воздушный, водный и тепловой режим почвы, активизируют биологические процессы, способствуют накоплению влаги, предотвращают ветровую и водную эрозию почвы.

Глубокое рыхление проводят плугами общего назначения, снабженными безотвальными корпусами и рыхлительными стойками, чизельными плугами (рис.6.6, в) и плугами со специальными рыхлителями.

**Чизельный плуг – глубокорыхлитель ПЧ-4,5** предназначен для рыхления почвы по отвальным и безотвальным фонам с углублением пахотного горизонта, безотвальной

обработки почвы взамен зяблевой и весенней вспашек, глубокого рыхления почвы на склонах и пахотных полях.



*а, б – схемы размещения рабочих органов; в, г – разновидности рыхлителей* 1 – рыхлители; 2 – опорные колёса; 3 – навеска; 4 – рама; 5 – регулятор глубины; 6 – стойка; 7 – обтекатель; 8 – долото; 9 – стрельчатая лапа

Рис.13.7. Чизельный плуг ПЧ-4,5 (размеры указаны в миллиметрах)

Устройство (рис. 13.7): плуг состоит из треугольной рамы 4, рабочих органов – рыхлителей 1, опорных колёс 2, регулятора глубины обработки 5, навески 3 и подставки. На раме плуга устанавливают девять или одиннадцать рыхлителей. Составные части рыхлителя: стойка 6, обтекатель 7, долото шириной 60 мм или стрельчатая лапа 9 захватом 270 мм.

Принцип работы: при движении машино-тракторного агрегата по полю долотообразные рыхлители разрыхляют уплотнённую подошву, образовавшуюся после вспашки лемешными плугами на глубину до 45 см, что обеспечивает хорошую аэрацию и инфильтрацию дождевых и талых вод.

Чизельный плуг, оборудованный стрелчатыми лапами, рыхлит тяжелые почвы на глубину до 30 см и одновременно подрезает корневища сорной растительности.

Ширина захвата плуга 4,5 м, рабочая скорость до 6 км/ч, производительность 3,2 га/ч. Его агрегируют с тракторами К-700 и К-701.

Чизельный плуг ПЧ-2,5 шириной захвата 2,5 м агрегируют с тракторами Т-150 и Т-150 К.

Для рыхления почвы на глубину 0,8...1 м применяют мелиоративные глубокорыхлители, рабочие органы которых оборудованы вибрирующими наконечниками (ножами). Глубокое рыхление улучшает аэрацию сухих почв, исключает застойное переувлажнение и обезвоживание глуболежащих слоёв подпахотного горизонта.

#### **Контрольные вопросы самостоятельной работы:**

1. По каким признакам классифицируют плуги?
2. Как устроен корпус плуга? Назвать его рабочие и служебные части, их назначение.
3. Какие основные и вспомогательные органы входят в состав навесного плуга ПЛН-5-35?
4. На каких почвах применяют для вспашки лемехи трапецидальной, долотообразной, зубчатой формы и с выдвижным долотом?
5. Указать в каких случаях применяют цилиндрический, культурный, полувинтовой и винтовой отвалы?
6. Какую роль выполняет полевая доска в корпусе плуга?
7. Какую роль выполняет предплужник в плуге?
8. В чём преимущество плугов гладкой вспашки по сравнению с плугами общего назначения?
9. В чём особенности рабочего процесса оборотного и поворотного плугов?
10. На каких почвах применяют плуги глубокой обработки почвы и для какой цели?

# Практическая работа №14 МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ: ЛУЩИЛЬНИКИ, БОРНЫ, КАТКИ. МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ: КУЛЬТИВАТОРЫ

## Содержание работы:

1. Борны.
2. Луцильники.
3. Культиваторы.
4. Катки.

**Борны** п р и м е н я ю т для рыхления поверхностного слоя почвы, предохраняющего от её быстрого высыхания, улучшающего воздухо- и водопроницаемость и способствующего накоплению в ней питательных веществ. По конструкции рабочего органа борны бывают дисковые, зубовые и роторные.

*Дисковые борны* подразделяют по следующим признакам:

- интенсивности воздействия на почву:
  - легкие – со сплошной режущей кромкой; – тяжелые – с вырезанными дисками.
- по назначению: полевые (БД), садовые (БДС), болотные (БДБ).

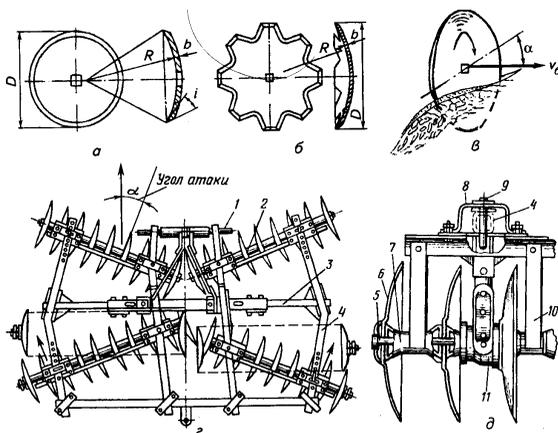


Рис.14.1. Дисковая борна: а – диск легкой борны; б – диск тяжелой борны; в – схема рабочего процесса диска; г – общий вид борны.

роны БДН-3;  $\delta$  – часть батареи бороны БДН-31 – навеска; 2 – батарея; 3 – рама; 4 – боковой брус; 5 – ось; 6 – диск; 7 – шпилька; 8 – кронштейн; 9 – штырь; 10 – чистик; 11 – подшипник

У с т р о й с т в о дисковой бороны БДН-3 (рис. 14.1): ее рабочим органом является стальной заостренный сферический диск со сплошной кромкой диаметром 450 или 510 мм (рис.14.1, а). Тяжелые бороны имеют *вырезанные* диски диаметром 660 мм (рис. 33, б). Они хорошо заглубляются в почву и интенсивно измельчают растительные остатки.

Угол  $\alpha$  (рис.14.1, в) между плоскостью вращения диска и линией направления движения бороны называют *углом атаки*. У дисковой бороны  $\alpha$  изменяют от  $10^\circ$  до  $25^\circ$ .

Несколько дисков, расположенных на квадратной оси 5, и разделенных между собой шпильками 7, образуют *батарею* 2. Дисковая борона в собранном виде представляет совокупность четырех батарей, связанных рамой 3. У тяжелых дисковых борон сверху рамы закрепляют балластовый ящик. За счет изменения величины массы груза, помещаемого в него, регулируют глубину обработки почвы.

Как правило, дисковые бороны, бывают двухрядными, причем вогнутость дисков первого и второго рядов противоположная, с целью лучшего рыхления почвы. Общий вид полевой дисковой бороны БДН-3 и ее фрагмент представлены на (рис.14.1, г).

Р а б о ч и й п р о ц е с с дисковой бороны следующий: при ее движении диски, сцепляясь с почвой, вращаются. Режущая кромка диска отрезает пласт почвы, отделяет его от массива и поднимает на вогнутую поверхность. Поднявшись на некоторую высоту (примерно до середины диска) пласт деформируется, разрушается, падает и отводится диском в сторону (рис.14.1, в).

Глубину обработки почвы и степень ее крошения устанавливают, изменяя угол атаки и давление дисков на почву.

Давление дисков на почву изменяют изменением загрузки балластного ящика закрепленного на раме.

Легкими (полевыми) дисковыми боронами можно обрабатывать почву на глубину до 10 см, а тяжелыми – до 20 см. Тяжелые дисковые бороны применяют также для измельчения кочек, разделки пластов после вспашки кустарниково-болотными плугами.

*Зубовые бороны* предназначены для весенней обработки почвы на глубину 3...10 см. Подразделяются они по следующим признакам:

- по удельной нагрузке на один зуб: тяжелая 20...30 Н; средняя 10...20 Н; легкая 5...10 Н.
- по конструкции зуба (рис.14.2): прямые – 1, 2, 3, 5; лапчатые – 4; S-образные с пружинящей стойкой – 6.

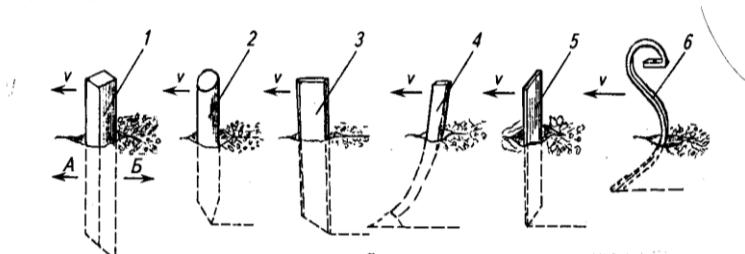


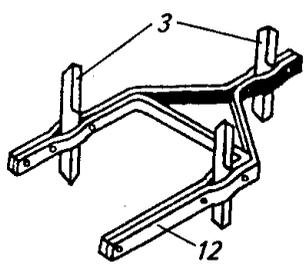
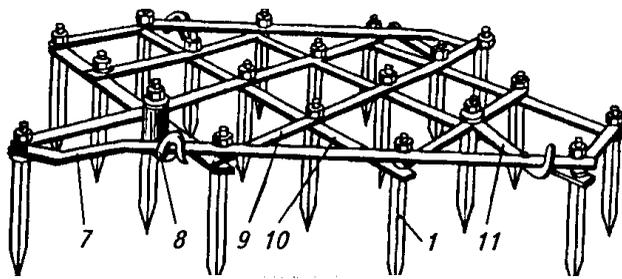
Рис.14.2. Конструкции рабочих органов зубовых борон: 1, 2, 3, 5 – прямые; 4 – лапчатые; 6 – S-образные

- по типу рамы – жесткая и шарнирная.

Устройство зубовой бороны с *жесткой рамой* (рис.14.3, а): рама составлена из прямоугольных или корытообразных планок, на пересечении которых в отверстиях закреплены зубья с помощью болтов.

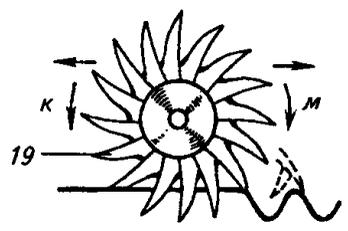
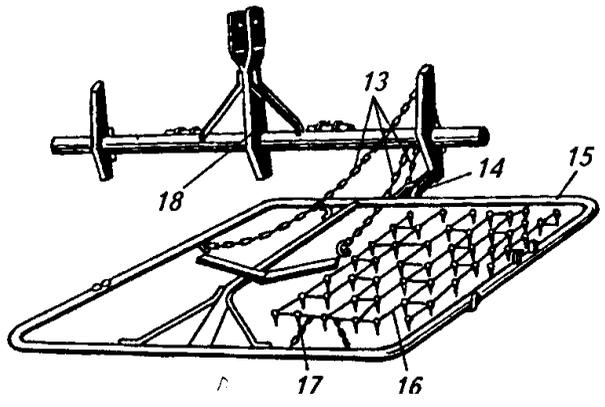
Принцип действия: при движении трактора по полю зубовая борона перемещается вслед за ним. Вследствие сопротивления почвы зубья бороны заглубляются, воздействуя на почву как двухгранный клин – передним ребром разрушает почву, а боковыми гранями раздвигает, сминает и перемешивает ее частицы; ударом разрушает крупные комки, вычесывает сорняки и отмершие растения. При движении по полю каждый зуб прочерчивает свою бороздку. Расстояние между бороздками зависит от типа бороны и изменяется от 22 до 49 мм.

Из борон посредством сцепок составляют широкозахватные агрегаты для работы с тракторами тяжелых классов 3, 4, 5 или присоединяют их к плугам, культиваторам, сеялкам и комбинированным агрегатам. Каждая секция бороны снабжена прицепным устройством в виде крючков, к которым присоединяют поводки или цепи.



*a*

*б*



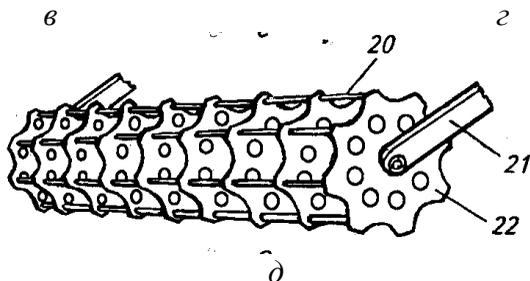


Рис.14.3. Бороны: а – общий вид бороны БЗТС – 1; б – звено дуговой бороны; в – общий вид сетчатой бороны БСО-4; г – игольчатый диск мотыги; д – секция прутковой бороны 1 – зуб квадратного сечения; 3 – ножевидный зуб; 7, 9, 10 – планки; 8 – крюк; 11 – прицепное устройство; 12 – рамка звена; 13, 17 – цепи; 14 – тяга; 15 – рамка бороны; 16 – сетчатое полотно; 18 – навеска НУБ-4,8; 19 – вогнутые зубья; 20 – пруток; 21 – планка прицепа; 22 – диск

Глубина обработки зависит от давления зуба на почву, длины соединительных поводков, а для борон с зубьями квадратного сечения и от расположения косога среза зубьев по отношению к направлению движения.

Диаметр комков после боронования должен быть не более 5 см. Зубовыми боронами весной обрабатывают посеы озимых культур. Луговыми боронами прочесывают травостой, разрезают дернину, измельчают и растаскивают кротовины и экскременты животных на лугах и пастбищах.

*Сетчатая борона БСО-4 с шарнирной рамой* (рис.14.3, в) предназначена для рыхления верхнего слоя почвы и уничтожения сорняков на посевах (посадках) в период появления всходов технических культур и картофеля.

Устройство (рис.14.3, в): секция бороны составлена из рамки 15, к которой цепями 17 прикреплено сетчатое полотно 16. Звенья полотна изготовлены из проволоки-катанки и представляют собой прутки с тупыми концами-зубьями.

Принцип действия сетчатой бороны аналогичен зубовой. Разница заключается в глубине обработки почвы – 3...5 см.

*Роторные бороны* имеют вращающийся рабочий орган, снабженный прутками, зубьями или планками.

*Роторная мотыга* предназначена для весеннего рыхления почвы на озимых посевах и предпосевной обработки с целью уничтожения почвенной корки и сорной растительности. Рабочие органы мотыги – диски (рис.14.3, г) с вогнутыми зубьями 19.

Несколько дисков, смонтированных на оси, образуют батарею. Сцепляясь с почвой, диски вращаются, делая 150 уколов на одном квадратном метре, и таким образом разрушают почвенную корку. Изменяя массу балласта на площадке, регулируют глубину обработки до 9 см.

*Прутковая роторная борона* снабжена барабаном, состоящим из дисков 22 (рис.14.3, д) и пропущенных через отверстия дисков круглых прутков 20. При движении бороны вслед за трактором барабан вращается, прутками воздействует на верхний слой почвы: рыхлит, выравнивает и выбрасывает сорняки на поверхность. Роторные бороны устанавливают на культиваторах и комбинированных машинах.

Информация о марках зубовых борон и области их применения представлена в *Приложении 3*.

**Луцильники.** *Лушение* – обработка почвы на небольшую глубину, предшествующая вспашке. Его проводят с целью рыхления почвы, заделки пожнивных остатков, вредителей и возбудителей болезней культурных растений, семян сорняков и провокации их к прорастанию. При последующей вспашке проросшие сорняки заделываются на большую глубину и погибают. Лушение сокращает затраты механической энергии на вспашку.

По конструкции рабочих органов различают луцильники *дисковые* и *лемешные*. Участки, засоренные корневищными и др. многолетними сорняками, луцат *дисковыми* луцильниками. Участки, засоренные корнеотпрысковыми сорняками, обрабатывают *лемешными* луцильниками.

Рабочий орган дисковых луцильников – сферический диск, лемешных – отвальный корпус с шириной захвата 25 см. Диски луцильников располагаются так, чтобы плоскость вращения дисков составляла с направлением движения трактора угол атаки 30...35°. При таком угле атаки диски луцильников по сравнению с дисками борон в большей степени оборачивают и крошат почвенный пласт, заделывают в верхний слой почвы пожнивные остатки, сорные растения и их семена. Качество луще-

ния зависит от остроты дисков, которые по мере затупления затачивают.

Глубина обработки почвы дисковыми луцильниками 4...10 см, лемешными 6...12 см.

Промышленность выпускает луцильники по способу соединения с тракторами трех видов: прицепные, полунавесные, навесные.

Марки луцильников расшифровываются следующим образом: **Л** – луцильник, **Н** – навесной, **Д** – дисковый, **ПЛ** – плуг-луцильник, **Г** – гидрофицированный. У дисковых луцильников цифра показывает захват машины в метрах, у лемешных первая цифра соответствует числу корпусов, вторая – ширине захвата одного корпуса в сантиметрах. Промышленность выпускает гидрофицированные дисковые луцильники ЛДГ-5А, ЛДГ-10А, ЛДГ-15А и ЛДГ-20, лемешные ППЛ-10-25, ППЛ-5-25 и др.

**Прицепной дисковый луцильник ЛДГ-5А** п р е д н а з н а ч е н для лушения почвы после уборки зерновых культур, ухода за полями, разделки пластов и размельчения глыб после вспашки.

У с т р о й с т в о (рис.14.4.): к раме 6 луцильника, опирающейся на колеса 7, присоединены брусья 2 с четырьмя дисковыми секциями и двумя гидроцилиндрами 4. Каждая секция состоит из рамки 12 и батареи 13, состоящей из сферических дисков 16 диаметром 450 мм, насаженных на квадратную ось, разделенных втулками и зажатых на оси между шайбами, стянутых гайками. Батарею 15 устанавливают со смещением влево, что позволяет обрабатывать полосу по центру луцильника и перекрывать промежуток при изменении угла атаки.

Брусья 2 шарнирно соединены с рамой 6, опираются на самоустанавливающиеся колеса 1 и 10. Угол атаки дисков регулируют изменением длины раздвижных тяг 3 и 8, связывающих брусья с рамой. Для лушения стерни диски устанавливают с углом атаки 30...35°. При использовании ЛДГ-5А в качестве борона его уменьшают до 15...25°.

Р а б о ч и й п р о ц е с : поле лушат поперек направления движения уборочного агрегата. При въезде в борозду тракторист принудительно заглубляет в почву диски луцильника и направляет агрегат вдоль загона. Вследствие сопротивления почвы

диски, закрепленные на валах батарей, приводятся во вращение и оказывают на почву воздействие, аналогичное дисковым боронам. Ввиду того, что угол атаки у дисковых луцильников больше, чем у дисковых борон, то диски луцильника в большей степени оборачивают и крошат почвенный пласт.

**Полунавесной лемешный луцильник ППЛ-10-25** предназначен для *луцения* стерни на глубину до 12 см на полях, засоренных корнеотпрысковыми и корневищными сорняками:

- для предпосевой обработки почвы, обработки парового поля на глубину 6...14 см;
- *вспашки* легких почв, с удельным сопротивлением до 0,06 МПа на глубину 16...18 см.

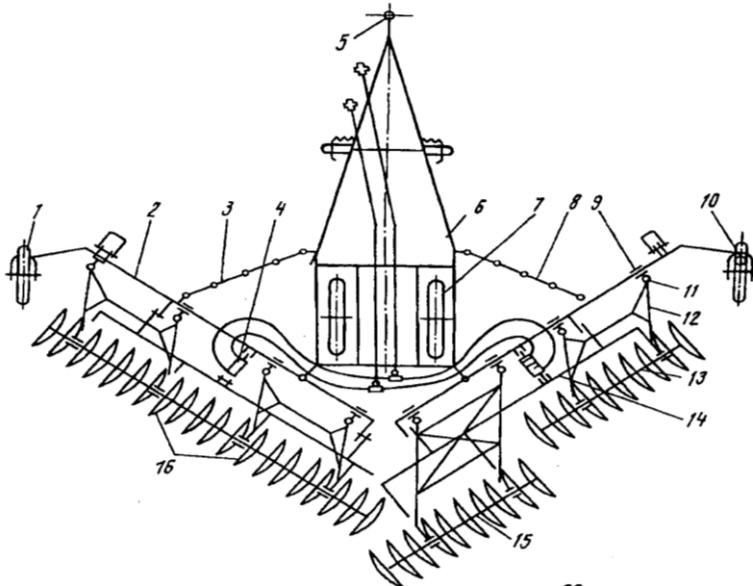


Рис.14.4. Гидрофицированный луцильник ЛДГ-5А: 1, 7, 10 – колеса; 2 – брус; 9 – хомут; 3, 8 – тяги; 4 – гидроцилиндр; 5 – серья; 6 – рама; 11 – понизитель; 12 – рамка; 13 – батарея; 14 – труба подъема; 15 – перекрывающая батарея; 16 – диски

Устройство (рис.14.5): рабочими органами ППЛ-10-25 являются корпуса 1, которые смонтированы на раме, состоящие

из двух шарнирно-соединенных секций: передней 2 с прицепным устройством 16 и задней 5.

Корпуса имеют полувинтовую поверхность и включают в себя стойку, лемех, отвал и полевую доску. В транспортном положении лушительник опирается на ходовые колеса 3 передней секции. Задняя секция при этом поднята подъемным механизмом (на рис. не показан). При работе лушительник опирается на левое ходовое колесо и два опорных колеса 17. Такая расстановка колес обеспечивает хорошее копирование рельефа поля, а также одинаковую глубину обработки и ширину захвата корпусов.

**Рабочий процесс:** при движении агрегата лемехом подрезается пласт на заданной глубине (6...14 см) и одновременно разрезаются корневища корнеотпрысковых сорняков. Подрезанный пласт вместе с сорняками перемещается по винтовому отвалу, вследствие чего корневища оказываются на вспаханной поверхности, где под действием солнечной радиации засыхают и погибают.

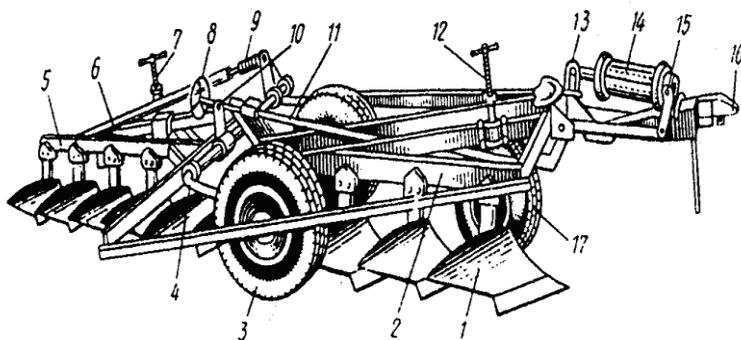


Рис.14.5. Лемешный плуг-лушительник ППЛ-10-25: 1 – корпус; 2, 5 – секция рамы; 3, 17 – колеса; 4 – ось; 6 – штанга; 7, 12 – регуляторы глубины; 8 – штурвал; 9 – догрузатель; 10 – кронштейн; 11 – тяга; 13 – рычаг; 14 – гидроцилиндр; 15 – поводок; 16 – прицепное устройство

**Культиваторы.** Культивация – это рыхление почвы с одновременным подрезанием сорняков и внесением удобрений. Используемые для выполнения этой операции орудия, называются культиваторами.

Классификация культиваторов следующая:

- по назначению: для сплошной обработки почвы (*паровые*), междурядной обработки почвы (*пропашные*) и *специального назначения*;
- по способу соединения с трактором: *навесные* и *прицепные*.

Их применяют, в основном, для предпосевной обработки.

Сплошную культивацию применяют для уничтожения сорняков и рыхления почвы при уходе за парами и подготовке к посеву. Ее следует проводить поперек предыдущей обработки или под углом к ней на скорости 9...12 км/ч, так как с увеличением скорости улучшается выравнивание поверхности поля и создаются хорошие условия для работы посевных машин.

**Прицепной культиватор КПС-4Г** предназначен для предпосевной обработки почвы и обработки паров с одновременным боронованием на скорости 10...12 км/ч. Ширина захвата культиватора 4 м, глубина обработки до 12 см.

Устройство (рис.14.6.): основной сборочной единицей является рама 13, опирающаяся на два опорных колеса 14. К раме с помощью грядилей 10 со штанговыми механизмами 2 присоединены рабочие органы – стрельчатые лапы на стойках 15. Рама с помощью прицепного устройства, состоящего из центральной тяги 7 и двух сниц 6 и 11, а также прицепной серьги 9 присоединяется к трактору тягового класса 1,4 или 2.

Стрельчатые лапы предназначены для подрезания сорняков, а рыхлительные на S-образных стойках с наральниками на их концах – для рыхления почвы.

Рабочий процесс: раму с помощью гидроцилиндра 4 опускают на поверхность поля с заглублением рабочих органов на заданную глубину. При движении *МТА* заглубленные рабочие органы подрезают корневища сорняков и рыхлят почву.

Культиватор агрегируют с тракторами класса 1,4. Производительность агрегата до 4,2 га/ч при рабочей скорости 10 км/ч.

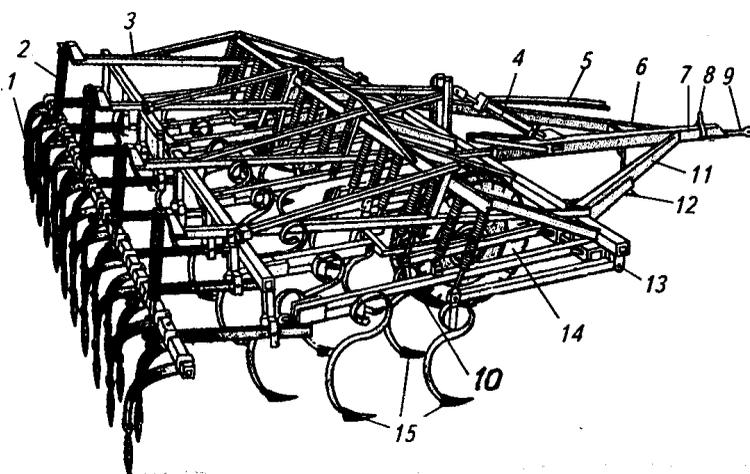


Рис.14.6. Культиватор КПС-4Г: 1 – звено зубовой бороны; 2 – штанга с пружиной; 3 – кронштейн навески; 4 – гидроцилиндр; 5 – штанга гидравлической системы; 6 – левая сница; 7 – центральная тяга; 8 – штангодержатель; 9 – прицепная серьга; 10 – грядиль; 11 – правая сница; 12 – подножка; 13 – рама; 14 – опорное колесо; 15 – стрелчатые лапы

**Пропашные культиваторы** предназначены для обработки междурядий посевов картофеля, свеклы, капусты, томатов и других культур. Одновременно они могут вносить минеральные удобрения непосредственно в рядок или на расстоянии до 12 см от него. При междурядной обработке уничтожаются сорные растения в междурядьях, а также улучшается водно-воздушный режим питания растений. Обработка междурядий и подкормка растений осуществляются с помощью рабочих органов культиваторов.

**Навесной культиватор-окучник КОН-2,8** предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного четырехрядными сажалками.

**Устройство** (рис.14.7): к поперечному брусу-раме 1, опирающейся на колеса 18, прикреплены четыре секции с рабочими органами 10 и туковывсевающими аппаратами 6. Для агре-

гатирования с трактором к брису-раме приварен замок 7 авто-сцепки.

Секция рабочих органов крепится к раме посредством четырехзвенного параллелограммного механизма, который при опускании колеса секции 16 на неровностях почвы обеспечивает параллельное перемещение грядилей 14, за счет чего сохраняется постоянство углов наклона рабочих органов и глубины обработки.

На секциях можно устанавливать в зависимости от выполняемых операций те или иные рабочие органы, а также подкормочные приспособления для внесения минеральных удобрений.

Рабочий процесс: образование гребней вдоль рядков всходов картофеля (окучивание) выполняют одновременно в четырех рядках корпус-окучники 10. На стойках корпус-окучников прикреплены наральники и двусторонние отвалы с раздвижными крыльями. Почва, подрезанная наральником, поднимается по рабочей поверхности отвала, рыхлится и подгреба-ется к рядкам растений. В результате образуются гребни высотой до 25 см.

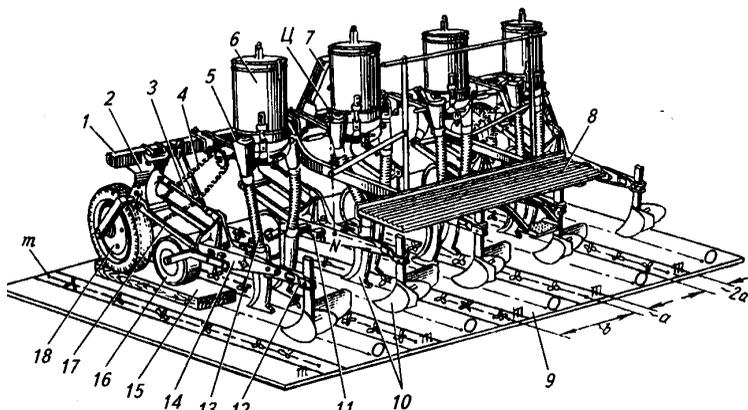


Рис. 14.7. Культиватор-окучник КОН-2,8 А: 1 – брус-рама; 2 – кронштейн; 3 – верхнее звено; 4 – цепная передача; 5 – регулятор высева; 6 – туковывсевающий аппарат; 7 – замок автосцепки; 8 – подножная доска; 9 – разметочная плита; 10 – рабочие органы; 11, 12 – держатели; 13 – тукопровод; 14 – грядиль; 15 – брусок; 16, 18 – колеса; 17 – нижнее звено

Одновременно ведется подкормка растений минеральными удобрениями с помощью подкормочного приспособления. Диски туковывсевающих аппаратов в приводятся во вращение от опорных колес 16 через зубчато-цепную передачу. В результате минеральные удобрения поступают в воронки подкормочных ножей и тукопроводы. Ножи заделывают удобрения в почву на глубину до 16 см.

Агрегируют навесной культиватор-окучник с тракторами МТЗ-80, 82.

**Катки** предназначены для выравнивания и уплотнения поверхностного слоя почвы, что способствует притоку влаги из нижних ее слоев к верхним, а также разрушения глыб, почвенной корки, образовавшейся после дождя.

По конструкциям рабочих органов различают:

- кольчато-шпоровые;
- кольчато-зубовые;
- борончатые;
- гладкие (водоналивные);
- легкие планчатые;
- комбинированные катки.

Область использования различных конструкций катков следующая:

*Кольчато-шпоровый трехсекционный каток ЗККШ-6* (рис. 14.8, а) применяют для рыхления верхнего и уплотнения подповерхностного слоя почвы, разрушения корки, комков и выравнивания вспаханного поля. Каток состоит из трех секций, каждая из которых включает в себя две расположенные одна за другой батареи с балластными ящиками. Основные рабочие органы катка – литые диски диаметром 529 мм со шпорами.

Регулируя массу балласта, можно изменять удельное давление катка на почву от 27 до 47 Н/см<sup>2</sup>. Рабочая скорость до 13 км/ч, ширина захвата трех секций – 6,1 м, одной – 2,09 м.

*Кольчато-зубчатый каток ККН-2,8* (рис. 14.8, б) предназначен для выравнивания поверхности поля, уплотнения на глубину до 7 см подповерхностного и рыхления на глубину 4

см поверхностного слоя почвы. Каток можно применять в агрегате со свекловичными сеялками и культиваторами.

На ось катка 5, прикрепленную к раме, свободно надеты колеса: десять клинчатых 7 диаметром 350 мм и девять зубчатых 4 диаметром 366 мм. Удельное давление  $25 \text{ Н/см}^2$ , ширина захвата 2,8 м.

*Кольчато-зубчатый каток КЗК-10* используют для предпосевного и послепосевного прикатывания почвы в агрегате с тракторами ДТ-75С и Т-150. Он состоит из пяти секций и работает так же, как и каток ККН-2,8. Ширина захвата 10 м, рабочая скорость до 13 км/ч, производительность 10 га/ч.

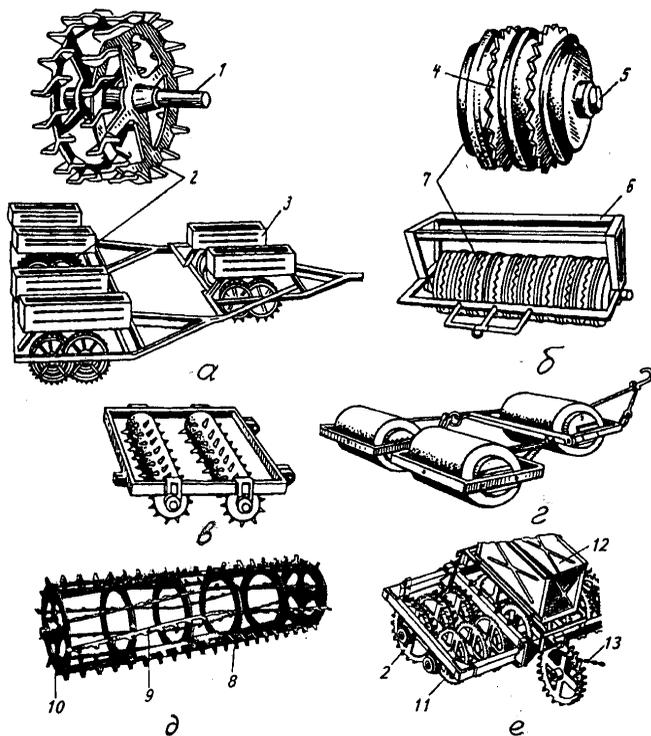


Рис.14.8. Катки: а – кольчато-шпоровый; б – кольчато-зубчатый; в – навесной борончатый; г – гладкий водоналивной; д – легкий планчатый; е – комбинированный 1, 5, 10 – оси; 2, 8, 11 – диски;

3, 6, 12 – балластные ящики; 4, 7 – колеса; 9 – планки; 13 – тяговая цепь

*Навесной борончатый каток КБН-3* (рис.14.8, в) с л у ж и т для разрушения почвенных комков и прикатывания почвы перед посевом с одновременным рыхлением поверхностного слоя, а также для разрушения почвенной корки на посевах. Он состоит из пяти секций, подвешенных к поперечному брусу на цепях в шахматном порядке: в переднем ряду три секции, а заднем – две. Ширина захвата 3,25 м. Каток навешивают на тракторы класса 1.4.

*Водоналивной гладкий каток 3КВГ-1,4* (рис.14.8, г) п р е д н а з н а ч е н для уплотнения поверхностного слоя почвы до или после посева, прикатывания зеленых удобрений перед запашкой. Он с о с т о и т из трех секций, каждая из которых снабжена гладким пустотелым цилиндром диаметром 700 мм, длиной 1400 мм и вместимостью 500 дм<sup>3</sup>. Цилиндры заполняют водой. Изменяя ее количество, регулируют удельное давление катка на почву в пределах от 23 до 60 Н/см<sup>2</sup>. Ширина захвата 4 м. Каток агрегируют с тракторами Т-40 и МТЗ-80.

*Легкий планчатый каток* (рис.14.8, д) используют в комбинированных машинах для дополнительного крошения и выравнивания свежевзрыхленной почвы. Каток с о с т о и т из дисков 8 и приваренных к ним зубчатых или гладких планок 9. Планки могут располагаться параллельно оси вращения, наклонно или по винтовой линии. К крайним дискам приварена ось 10 для монтажа катка на раме.

*Комбинированный каток* (рис.14.8, е) и с п о л ь з у ю т в приспособлениях ПВП-2,3 и ПВР-3,5, агрегируемых с плугами. Каток снабжен кольчато-шпоровыми 2 и клинчатыми 11 дисками. Двигаясь по свежевспаханной поверхности, каток разрушает глыбы и крупные комки почвы, дополнительно рыхлит почву на глубину 5...12 см, уплотняет верхний слой и выравнивает поверхность поля.

Степень уплотнения почвы регулируют, изменяя давление на почву за счет массы балласта, или переставляя по высоте точки присоединения к раме катка тяговой цепи 13 прицепного устройства.

### **Контрольные вопросы самостоятельной работы:**

1. Назначение, виды лушильников и их устройство.
2. Какие конструкции рабочих органов используют в лушильниках? Принципы их действия.
3. Особенности рабочего процесса дискового лушильника.
4. Какие основные сборочные единицы входят в состав гидрофицированного прицепного дискового лушильника ЛДГ-5А?
5. Назначение полунавесного лемешного лушильника ППЛ-10-25. Как расшифровать буквы и цифры в марке лушильника?
6. Особенности рабочего процесса лемешного лушильника ППЛ-10-25.
7. Назначение борон, по каким признакам их классифицируют?
8. Назвать марки дисковых борон, выпускаемых промышленностью.
9. По каким признакам классифицируют зубовые бороны?
10. Перечислить конфигурации рабочего органа зубовых борон.
11. Как устроена и работает зубовая борона.
12. Назвать марки зубовых борон, выпускаемых промышленностью и их назначение.
13. Назначение культиваторов и их виды.
14. Какую операцию выполняют культиваторы, оборудованные рыхлительными и стрельчатыми лапами?
15. Перечислить виды рабочих органов пропашных культиваторов.
16. Какие машины применяют для предпосевного и послепосевного прикатывания почв в условиях недостатка или избытка почвенной влаги?

## **Практическая работа № 15 Посевные и посадочные машины**

### **Содержание работы:**

1. Рядовые зерновые сеялки.
2. Сеялки для посева пропашных культур.
3. Рассадопосадочная машина СКН-6А.
4. Картофелесажалка КСМ-4А.

**Рядовые зерновые сеялки:** предназначены для

размещения в почве семян зерновых культур в продольном, поперечном и вертикальном направлениях рядовым способом. В общем случае в состав зерновых сеялок входят:

- рама с механизмом навески или прицепом;
- опорно-приводные колеса;
- семенной ящик;
- высевающие аппараты;
- семяпроводы и сошники с заделывающими приспособлениями;
- механизм подъема и установки глубины хода сошников;
- механизмы передачи вращающего момента от колес к валам высевающих аппаратов.

К числу наиболее распространенных конструкций зерновых рядовых сеялок относится прицепная зерновая сеялка СЗ-3,6А и её модификации:

- узкорядная СЗУ-3,6А;
- прессовая СЗП-3,6А и СЗП-16;
- катковая СЗК-3,6А;
- зернотравяная СЗТ-3,6А и др.

Перечисленные сеялки используют для посева зерновых культур на подготовленной почве. Для посева зерновых колосовых и зернобобовых культур по *стерневому фону* с одновременным внесением в рядки гранулированных минеральных удобрений применяют сеялки *прямого посева*, в том числе: СЗПП-4 и СЗПП-8, сеялки-культиваторы стерневые СЗС-12, СЗС-6 и др.

**Сеялка СЗ-3,6А** предназначена для рядового посева зерновых колосовых культур с одновременным внесением в рядки гранулированных минеральных удобрений.

Устройство (рис.15.1): сеялка СЗ-3,6А опирается на два опорно-приводных колеса. Остовом служит рама, на которой укреплены два зерно-туковых ящика 1. К дну ящиков болтами прикреплены 24 катушечных семявысевающих аппарата 3, к задней стенке – столько же катушечноштифтовых туковысевающих 2. К воронкам последних крепятся гофрированные резиновые семяпроводы. Семяпроводы зерновых сеялок по конструкции бывают спирально-ленточные, резиновые гофриро-

ванные и трубчатые. Нижний конец семяпровода зафиксирован шплинтом в горловине двухдискового сошника 7. Под задним брусом рамы на двух полых квадратных валах закреплены загортачи 6.

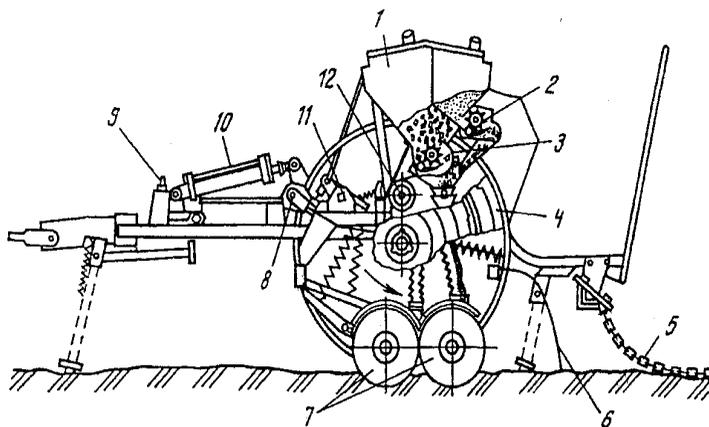


Рис.15.1. Сеялка СЗ-3,6А: 1 – зернотуковый ящик; 2 – туковысевающий аппарат; 3 – семявысевающий аппарат; 4 – колесо; 5 – шлейф; 6 – загортач; 7 – сошник; 8, 11 – круглый и квадратный валы; 9 – регулировочный винт; 10 – гидроцилиндр; 12 – контрприводной вал

Сошники поднимают и опускают с помощью рычагов и гидроцилиндра 10. Глубину их хода (от 4 до 8 см) регулируют винтом 9.

Сошники в зависимости от их устройства, высеваемой культуры и состояния почвы делят на одно- и двухдисковые, килевидные, полозовидные, трубчатые, лаповые и др. (рис.15.2). На сеялке СЗ-3,6А и ее модификациях в основном устанавливают дисковые сошники. Диски сошников широкорядной сеялки (рис. 15.2, б) крепят к корпусу под углом  $10^\circ$ , а узкорядной (рис. 15.2, в) – под углом  $23^\circ$ . Это дает возможность устанавливать между дисками сошника узкорядной сеялки делитель, который делит семенной поток, идущий из семяпровода, на две части и получать два рядка с междурядьем 6,5...7,5 см. Конструкции сошников представлены на рис.15.2.

Семявысевающие аппараты каждого бункера снабжены

групповым регулятором нормы высева, включающим в себя шкалу и рычаг для осевого перемещения вала с катушками и изменения рабочей длины последних одновременно во всех высевающих аппаратах. Катушки приводятся во вращение от опорно-приводных колес с помощью цепных передач и редуктора. Редуктор служит для изменения частоты вращения катушек. Сочетание регулировки рабочей длины катушки и передаточного отношения редуктора позволяет изменять норму высева семян в широких пределах (для пшеницы от 70 до 230 кг/га).

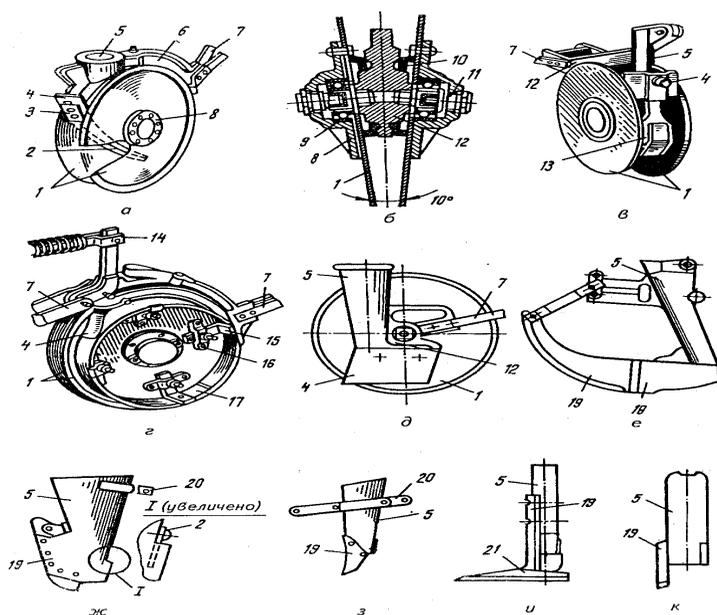


Рис.15.2. Сошники: а, б – двухдисковый рядовой; в – двухдисковый узкорядный; г – двухдисковый с ограничительными ребордами; д – однодисковый; е – полозовидный; ж – килевидный; з – анкерный; и – лаповый; к – трубчатый 1 – диск; 2 – направитель семян; 3 – прижим; 4 – чистик; 5 – раструб; 6 – гребень; 7 – поводок; 8 – ступица; 9 – подшипник; 10 – уплотнитель; 11 – болт; 12 – корпус; 13 – делительная воронка; 14 – штанга; 15 – угольник; 16 – скоба; 17 – реборда; 18 – щечка; 19 – наральник; 20 – хомут; 21 – стрельчатая лапа

**Рабочий процесс:** при движении сеялки и опущенных сошниках валы зернового и тукового аппаратов приводятся во вращение посредством цепной и зубчатой передач от контр-приводного вала. Катушки высевальных аппаратов вращаясь, выгребают семена из корпуса и подают их в семяпроводы. По семяпроводам семена перемещаются в сошники, которые заделывают их в предварительно ими же подготовленные бороздки.

Для припосевного внесения удобрений их засыпают в правое отделение бункера 1 и открывают заслонки туковысевающих аппаратов 2. Катушки туковысевающих аппаратов выгребают гранулы из бункера и подают их также в семяпроводы. Удобрения заделывают в почву вместе с семенами.

*Сеялки для посева пропашных культур.* Семена пропашных культур (кукурузы, подсолнечника, сои, хлопчатника и др.) высевают широкорядным способом с междурядьями 45...90 см, чтобы механизировать уход в процессе вегетации. Для посева этих культур применяют специальные сеялки, обеспечивающие равномерное размещение семян в рядке.

**Универсальная пневматическая навесная сеялка СУПН-8А** предназначена для посева пунктирным способом калиброванных и некалиброванных семян кукурузы, подсолнечника и других культур с локальным внесением гранулированных удобрений.

**Устройство** (рис.15.3): сеялка СУПН-8А состоит из рамы 1, выполненной в виде пространственной фермы, центробежного вентилятора 6 с гидравлическим приводом, тарельчато-скребковых туковысевающих аппаратов 7, опорно-приводных колес с механизмом передач, подножек и маркеров. На раме установлено восемь секций, включающих в себя подвески, сошники и высевальные аппараты. Сеялка оснащена прибором контроля работы и уровня семян в банках.

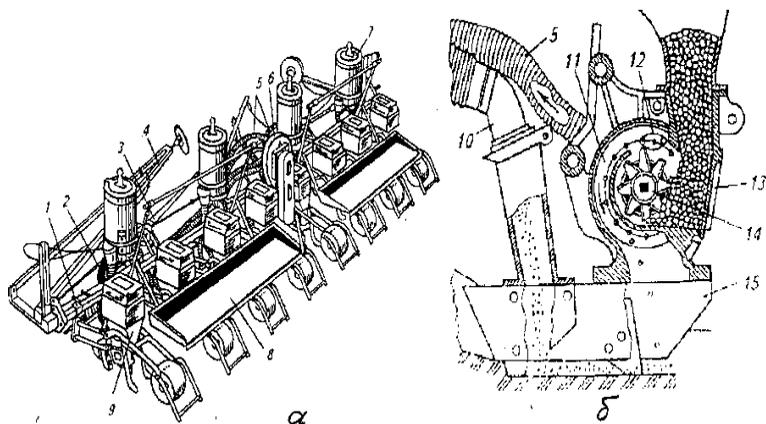


Рис.15.3. Сеялка СУПН-8А: а – общий вид; б – схема технологического процесса 1 – рама; 2 – опорно-приводное колесо; 3 – кронштейн; 4 – маркер; 5 – воздуховод; 6 – центробежный вентилятор; 7 – туковывсевающий аппарат; 8 – подножка; 9 – высевающая секция; 10 – тукопровод; 11 – высевающий диск; 12 – сбрасывающая вилка; 13 – заборная камера; 14 – ворошитель; 15 – сошник

Рабочие органы приводятся в действие от опорно-приводных колес с помощью механических передач. Вакуум в подковообразной полости крышки высевающего аппарата создает вентилятор. Основным рабочим органом высевающего аппарата является перфорированный диск, который вращается вокруг горизонтальной оси.

Рабочий процесс: за счет вращения диска 11 (рис.15.3, б) его отверстия попеременно оказываются в зонах разрежения и атмосферного давления. Поступающие из заборной камеры 13 и попадающие в зону разрежения семена присасываются к отверстиям диска. Движение их к высевающему диску обеспечивает ворошитель 14. Семена переносятся диском в нижнюю часть аппарата, где разрежение отсутствует. Здесь, в зоне атмосферного давления, семена отходят от отверстий и падают на уплотненное дно борозды, образованное сошником 15. Вилка 12, расположенная в верхней части заборной камеры, способствует присасыванию к отверстию только одного зерна.

Минеральные удобрения из туковывсевающих аппаратов

проходят к туковым пятам сошников. Они укладываются на некотором расстоянии от семян и вместе с ними заделываются в почву загорточами. Прикатывающие колеса уплотняют почву над рядками, а шлейфы выравнивают поверхность засеянного поля и покрывают зону рядков мульчирующим слоем почвы.

Для высева семян различных размеров к сеялке прилагается четыре комплекта высевающих дисков, различающихся диаметром отверстий и их количеством. Норму высева семян регулируют заменой блока звездочек в коробке передач.

Сеялка агрегируется с тракторами тягового класса 1,4. Производительность агрегата достигает 5 га/ч основного времени при рабочей скорости до 9 км/ч.

**Рассадопосадочная машина СКН-6А:** шестирядная рассадопосадочная машина СКН-6А предназначена для рядовой посадки в бороздки рассады овощных культур, полива и подкормки раствором удобрений.

Устройство (рис.15.4): рассадопосадочную машину агрегируют с тракторами «Беларусь». В передней части трактора закреплены стеллажи 20 с рассадой и бак с водой 21 для полива рассады. На раме машины смонтированы ее рабочие органы и рабочие места сажальщиков, а также другое вспомогательное оборудование. Опирается машина на два опорно-приводных колеса 1, вращающий момент от которых посредством редуктора (на рис. не показан) и цепной передачи 15 передается на высаживающий аппарат – рабочий орган машины.

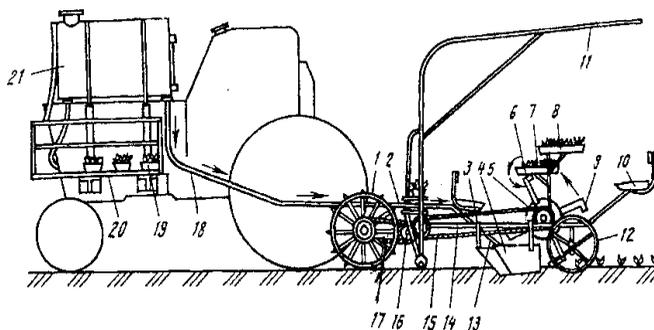


Рис.15.4. Машина СКН-6А: 1 – опорно-приводное колесо; 2 – по-

мост; 3, 10 – переднее и заднее сиденья; 4 – сошник; 5 – высаживающий диск, 6, 9 – захваты; 7, 8, 19 – ящики с рассадой; 11 – тент; 12 – прикатывающие катки; 13 – поливная труба; 14 – дозирующее устройство; 15, 17 – цепные передачи; 16 – звездочка; 18 – подводящий трубопровод; 20 – стеллаж; 21 – бак

В состав высаживающего аппарата входит диск 5, на нем закреплены захваты 6 и 9. Каждый захват автоматически поочередно открывается и закрывается при вращении диска. Два уплотняющих катка уплотняют почву по бокам посаженного растения.

Высаживают рассаду длиной от корневой шейки до концов вытянутых листков 100...300 мм с длиной корней 30...120 мм.

**Рабочий процесс:** при движении машины высаживающие диски 5 вращаются, захваты 6 и 9 поочередно раскрываются при подходе к сажальщикам, которые с сидений 3 и 10 обслуживают одну рассадопосадочную секцию. Сажальщики кладут рассаду в захваты корнями вверх, и они автоматически закрываются. Сошник 4 раскрывает борозду, в которую по трубе 13 поступает вода. Над бороздой захваты поочередно раскрываются, и рассада опускается в борозду. Почва засыпает борозду, а катки 12 уплотняют почву по бокам высаженной рассады.

СКН-6А используют с шестью аппаратами при междурядьях 60, 70 и 90 см и с четырьмя – при междурядьях 80, 90 и 120 см.

Машина снабжена двусторонней сигнализацией. Кнопки сигнализации расположены на раме машины возле рабочих мест сажальщиков.

**Картофелепосадочная машина КСМ-4А.** Четырехрядная полунавесная сажалка картофеля КСМ-4А предназначена для гребневой и гладкой посадки непророщенных клубней картофеля массой 50...80г с одновременным внесением в борозды гранулированных минеральных удобрений с междурядьями 70 см.

**Устройство** (рис.15.5): на раме машины 1 смонтированы ее основные узлы и сборочные единицы, в т.ч.: рабочий 5 и загрузочный 6 бункеры для картофеля; две посадочные секции с четырьмя высаживающими аппаратами 4; два бункера 3 для удобрения с четырьмя туковысевающими аппаратами; четыре

анкерных комбинированных сошника 13; опорные колеса 8, 14, 15; заделывающие органы 10 и механизм привода 2.

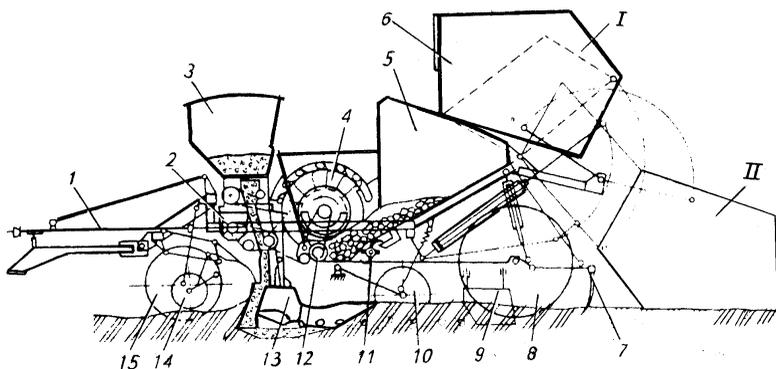


Рис.15.5. Картофелесажалки КСМ-4А: I – положение загрузочного бункера при посадке; II – положение загрузочного бункера при загрузке в него клубней 1 – рама; 2 – механизм привода; 3 – бункер для удобрения; 4 – высаживающий аппарат; 5 – рабочий бункер; 6 – загрузочный бункер; 7 – рыхлитель; 8 – опорное колесо; 9 – стабилизатор; 10 – бороздозакрывающий диск; 11 – ворошитель; 12 – шнек; 13 – сошник; 14 – опорное колесо секции; 15 – опорное колесо сажалки

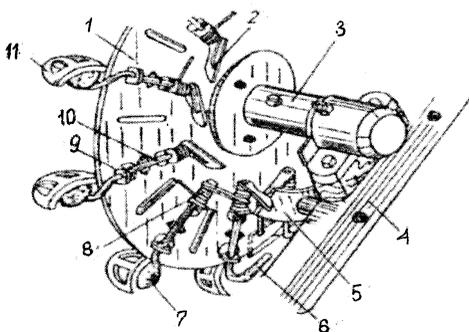
**Рабочий процесс:** при движении сажалки высаживающие диски и другие рабочие органы приводятся во вращение от **ВОМ** трактора и карданного вала. Клубни скатываются по наклонному днищу рабочего бункера 5 в ковш-питатель, где с помощью шнека перемещаются в направлении высаживающего диска 4 (рис.15.5). Каждая из двенадцати ложечек высаживающего диска зачерпывает по одному клубню, после чего они фиксируются подпружиненными пальцами зажима 6 (рис.15.6). При подходе к клубнепроводу палец зажима отводится в сторону при набегании на направляющую шину 5, вследствие чего освобожденный клубень падает в борозду, подготовленную сошником, а ложечка, проходя через слой картофеля в лотке, захватывает следующий клубень.

Удобрения по тукопроводу падают в сошник и затем высы-

падают на дно борозды. Отвальчики засыпают туки почвой, на которую затем падают клубни. Для формирования над рядками гребней борозды с клубнями закрываются бороздозакрывающими дисками 10.

*Норму посадки* регулируют сменой звездочек на валу редуктора и изменением скорости движения агрегата.

Промышленность выпускает полунавесные картофелесажалки КСМ-4А, КСМ-6А, КСМ-8. Эти картофелесажалки обеспечивают на 1 га посадку 35...80 тыс. клубней и высев от 200 до 1000 кг удобрений. Вместимость бункера картофелесажалок КСМ-4А, КСМ-6А и КСМ-8 составляет 2300, 3200 и 4500 кг клубней соответственно. Машину КСМ-4А агрегируют с тракторами тягового класса 1,4 и 3, КСМ-6А и КСМ-8 – с тракторами класса 3.



1 – высаживающий диск; 2 – хвостовик зажима; 3 – вал; 4 – рама; 5 – направляющая шина; 6 – палец зажима; 7 – клубень; 8 – пружина; 9 – стойка; 10 – зажим; 11 – ложечка

Рис.15.6. Высаживающий диск

### Контрольные вопросы самостоятельной работы:

1. Назначение рядовых зерновых сеялок, их виды.
2. Назвать основные сборочные единицы зерновой сеялки СЗ-3,6А. Какие типы высевающих аппаратов и сошников Вы знаете?
3. Как подготовить к работе рядовую зерновую сеялку? Способы регулирования нормы высева и глубины заделки семян.
4. Для высева каких культур используют сеялку СУПН-8А?
5. Принцип работы высевающего аппарата сеялки СУПН-8А.
6. Как устроена и работает рассадопосадочная машина СКН-6А?

7. Назвать основные сборочные единицы картофелесажалки КСМ-4А. Их назначение.

8. Как устроен и работает высаживающий диск рассадопосадочной машины?

9. Как устроен и работает высаживающий диск картофелесажалки КСМ-4А?

10. Как регулируют норму высева и глубину заделки семян сеялкой СУПН-8А?

11. Как регулируют норму посадки и глубину заделки клубней сажалкой КСМ-4А?

## **Практическая работа № 16 Машины для уборки зерна, картофеля и овощей**

### **Содержание работы:**

1. Зерноуборочный комбайн «Дон-1500».
2. Картофелеуборочные комбайны КПК-2 и КПК-3.
3. Машины для послеуборочной обработки картофеля.
4. Капустоуборочный комбайн УКМ-1.

**Зерноуборочные комбайны** предназначены для уборки прямым комбанированием, а также подбора и обмолота валков зерновых культур. Они бывают прицепные и самоходные. Наиболее распространены *самоходные*. По типу молотильно-сепарирующих рабочих органов подразделяются на две группы: с классической молотилкой и аксиально-роторной. К первой группе относятся комбайны «Дон-1500», «Вектор», «Акрос», «Енисей-1200», СК-5М «Нива» и СК-6 «Колос», ко второй – самоходный комбайн СК-10 «Ротор».

Устройство и принцип работы перечисленных комбайнов первой группы в основном одинаковое. Различие заключается в размерах, пропускной способности молотилки и устройстве отдельных агрегатов.

В с о с т а в комбайна «Дон 1500» входят следующие основные сборочные единицы (рис.16.1):

- ходовая система; - двигатель внутреннего сгорания; - трансмиссия; - жатка; - молотилка; - зерновой бункер; - рабочее и вспомогательное оборудование; - электрооборудование и электронная система контроля технологического процесса и состоянием агрегатов.

*Жатвенная часть* с помощью наклонной камеры *В* спереди присоединена к раме молотилки *Г*. Жатка соединена проставкой *Б* шарнирно и может совершать колебательные движения в продольной и поперечной (вертикальной) плоскостях. Такое соединение жатки с проставкой при опоре на башмаки обеспечивает возможность копировать рельеф поля и поддерживать установленную высоту среза растений режущим аппаратом 39.

На жатке смонтированы мотовило 1 с делителями 41 и граблями 40, режущий аппарат 39, шнек жатки 3, битер проставки 37 и в наклонной камере *В* – плавающий транспортер 4.

В зависимости от урожайности и состояния убираемой культуры на комбайне монтируют жатки с шириной захвата 6,7 и 8,6 м.

*Молотилка* состоит из следующих основных частей и механизмов: молотильно-сепарирующего устройства (МСУ), включающего в себя барабан 5 с подбарабаньем 33 и отбойный битер 7; соломотряса 16, транспортной доски (грохота) 32, верхнего 26 и нижнего 27 решет, колосового 28 и зернового 30 шнеков, зернового 13 и колосового 15 элеваторов, домолачивающего устройства 9. На крышке молотилки установлен зерновой бункер 10, снабженный выгрузным шнеком 11.

Рабочий процесс заключается в следующей последовательности работы его узлов:

*Мотовило* 1 подводит стебли к режущему аппарату 39 и шнеку жатки 3;

*Режущий аппарат* 39 срезает растения;

*Шнек жатки* 3 обеспечивает подачу скошенной хлебной массы в окно наклонной камеры 4;

*Наклонная камера* 4 транспортирует хлебную массу к молотильному барабану 5;

*Молотильный барабан* 5 производит обмолот и выделение основной массы зерна из массы на грохот (транспортную доску) 32 и соломотряс 16;

*Грохот 32 транспортирует ворох на верхнее решето 26;*

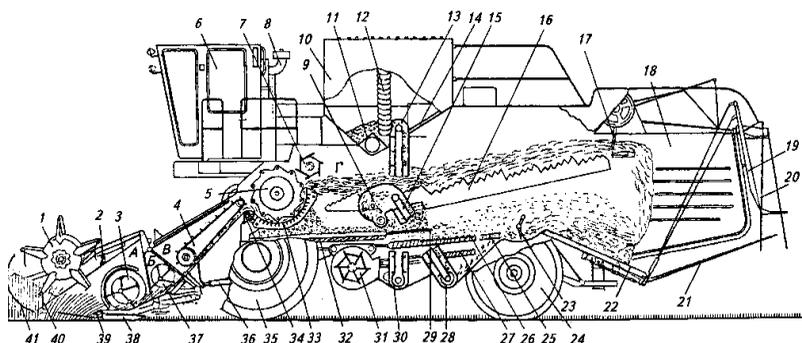


Рис.16.1. Комбайн «Дон-1500»: А – жатвенная часть; Б – проставка; В – наклонная камера; Г – молотилка 1 – мотовило; 2, 36 – гидrocилндры; 3 – шнек жатки; 4 – плавающий транспортер; 5 – молотильный барабан; 6 – кабина; 7 – отбойный битеp; 8 – двигатель; 9 – домолачивающее устройство; 10 – бункер; 11 – выгрузной шнек; 12 – загрузочный шнек; 13 – зерновой элеватор; 14 – вибропобудитель; 15 – колосовой элеватор; 16 – соломотряс; 17 – соломонабиватель; 18 – копнитель; 19 – клапан копнителя; 20 – датчик; 21 – пальцы; 22 – днище копнителя; 23 – половонабиватель; 24, 35 – колеса; 25 – удлинитель верхнего решета; 26 – верхнее решето; 27 – нижнее решето; 28 – колосовой шнек; 29 – пальцевая решетка; 30 – зерновой шнек; 31 – вентилятор; 32 – транспортная доска; 33 – подбарабанье; 34 – камнеуловитель; 37 – битеp проставки; 38 – копирующие башмаки; 39 – режущий аппарат; 40 – граблина; 41 – делитель.

*Очистка, состоящая из системы решет 26 и 27, отделяет зерно от примесей и направляет его в зерновой шнек 30;*

*Вентилятор очистки 31 создает поток воздуха и направляет его на систему решет очистки и выдувает полову и мелкие примеси в копнитель 18;*

*Зерновой шнек 30 подает очищенное зерно к вертикальному элеватору, транспортирующему его в бункер 10;*

*Бункер 10 вместимостью 6 м<sup>3</sup> позволяет экономично использовать автотранспорт;*

*Колосовой шнек 28 с элеватором возвращает недомолоченную часть колосьев в домолачивающее устройство 9;*

*Соломотряс 16 осуществляет окончательное вытряхивание*

зерна из вороха и подачу соломы в копнитель 18;

*Копнитель* 18 вместимостью 14 м<sup>3</sup> («Дон-1500») накапливает солому и полову, формируя копну и выгружает ее на поле.

При необходимости на месте копнителя устанавливают измельчитель соломы ПКН-1500, работающий по различным технологическим схемам (сбор измельченной соломы и половы в прицепные тележки; полова – в тележку, солома – в валок; полова – в тележку, солома разбрасывается по полю; измельченная или неизмельченная солома с половой укладывается в валок; разброс соломы с половой по полю).

При раздельном способе уборки применяют подборщики для подбора хлебной массы из валка и подачи ее на платформу жатки. Подборщик монтируют на жатке, с которой снимают мотовило. Подборщики бывают барабанные и полотенно-транспортные.

**Картофелеуборочный комбайн КПК-3** предназначен для уборки картофеля, посаженного шестирядными картофельными сажалками.

В состав прицепного комбайна КПК-3 (КПК-2) входят следующие основные сборочные единицы (рис.16.2):

-ходовая часть; - опорные катки 1; - копач; - система транспортеров (приемный 4, редкопрутковый 7 и горки 11, 12) для сепарации, то есть отделения от картофеля почвы, ботвы и растительности; - подъемный ковшовый транспортер 13 для сбора картофеля; - загрузочный транспортер 9; - приемный бункер 6.

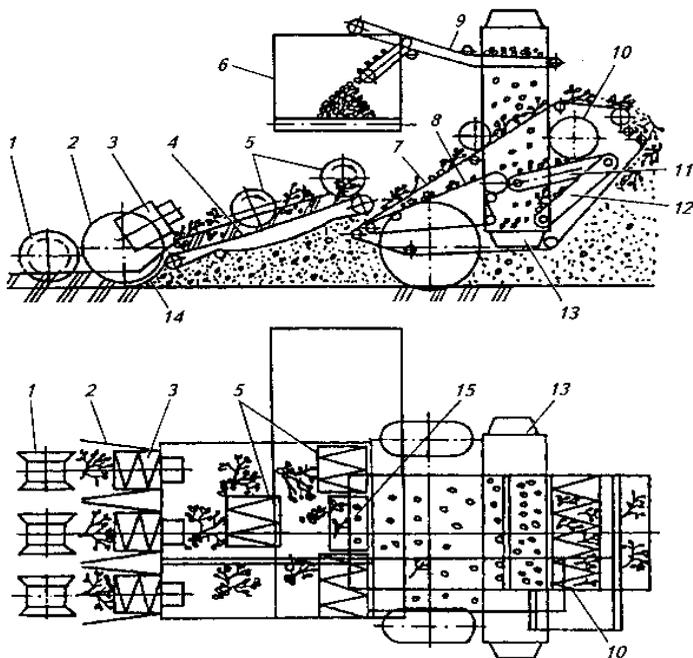


Рис.16.2. Комбайн КПК-3: 1 – опорные катки; 2 – диски; 3, 5, 10 – шнеки; 4, 8 – элеваторы-сепараторы; 6 – бункер-накопитель; 7 – редкопрутковый транспортер; 9 – загрузочный транспортер; 11, 12 – горки; 13 – подъемный ковшовый транспортер; 14 – лемех; 15 – комкодатель

Рабочий процесс: перекаtywаясь по грядам, копирующие катки 1 воздействуют на клубненосный слой почвы, нарушают его сложение и разрушают почвенные комки. Одновременно катки удерживают диски и лемех копача на установленной глубине. Подрезанные с боков дисками 2 и лемехом 14 снизу грядки с клубнями шнеками 3 подаются на приемный прутковый транспортер 4. Притом шнеки 3 воздействуют на пласт, зажатый между дисками, разрушают его и частично отрывают клубни от столонов.

Затем масса подается элеватором к шнекам 5, которые, перемещая ее поперек элеватора, активно разрушают пласт. Поток

массы, суженный боковыми шнеками, поступает под комкодатель.

Очищенный от почвы ворох подается элеватором 4 на редкопрутковый транспортер 7, который выносит крупные растительные остатки на убранное поле. Клубни элеватором 8 и горкой 11 перемещаются к шнеку 10, которым направляются на пальчиковую горку 12. Здесь они очищаются от примесей и скатываются на ковшовый элеватор, подающий клубни на загрузочный транспортер 9, направляющий их в бункер вместимостью 1500 кг.

Производительность комбайна КПК-3 до 0,8 га/ч, ширина захвата 2,1 м, рабочая скорость 6 км/ч, масса 6000 кг. Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4 и 2.

**Картофелесортировальные пункты.** Для послеуборочной доработки картофеля используют сортировальные пункты КСП-15Б, КСП-15В, КСП-25 и другие, которые служат для доочистки убранного картофеля от примесей с одновременным сортированием клубней на фракции, переборкой и подачей в бункеры-накопители и транспортные средства.

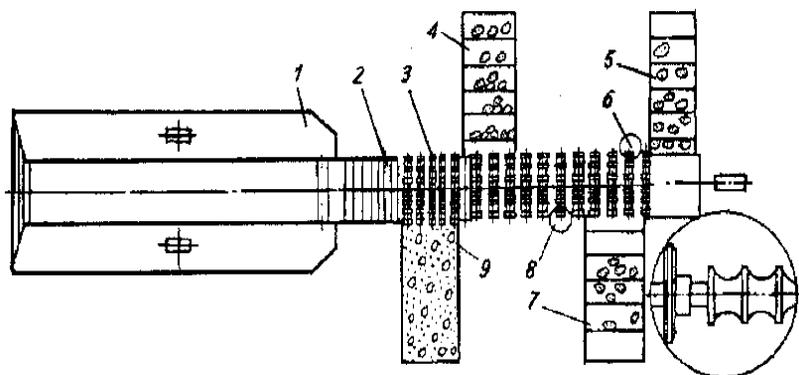


Рис.16.3. Роликовая сортировка КСЭ-15В: 1 – приемный бункер; 2 – загрузочный транспортер; 3 – сепарирующие ролики; 4, 5, 7 – транспортеры клубней; 6, 8 – сортирующие ролики; 9 – транспортер примесей

**Передвижной картофелесортировальный пункт КСП-15В** предназначен для поточной очистки клубней от примесей и сортировки их на три фракции с загрузкой в хранилище или транспортные средства. Он состоит из приемного бункера ПБ-2, роликовой картофелесортировки КСЭ-15Б и транспортеров (рис. 16.3).

Бункер 1 выполнен с подвижным дном в виде ленточного транспортера, который подает клубни в приемный ковш роликовой сортировки. На сортировке отделяются примеси, которые падают на транспортер примесей 9 и выносятся им из пункта, а клубни сортируются на три фракции (мелкую, среднюю и крупную). Каждая фракция поступает на соответствующий транспортер 4, 5 и 7, где рабочие вручную окончательно очищают картофель от оставшихся крупных примесей и поврежденных клубней.

**П р и н ц и п д е й с т в и я:** транспортер 2 подает клубни на дисковый сепаратор. Клубни перекатываются по дискам 3, а примеси проваливаются в просветы между ними. Далее клубни перемещаются роликами и, попадая в отверстие между ними (на участке *A* – мелкие, на участке *B* – средние) проходят вниз. Крупные клубни сходят по роликовой поверхности. Транспортерами 6 клубни направляются в контейнеры.

Расстояние между роликами можно увеличить или уменьшить. Если в исходном материале много мелких клубней, раздвигают ролики на участке *A*, когда преобладают средние клубни – на участке *B*.

Производительность пункта 15 т/ч. Обслуживающий персонал: машинист и пять-восемь рабочих.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ в типовых картофелехранилищах навалального и закрытого типов, а также для буртовых площадок с твердым покрытием применяют комплект транспортеров ГХБ-20А и транспортер-загрузчик ТЗК-30А.

**Капустоуборочный комбайн УКМ-1** предназначен для уборки кочанной капусты, доводки ее до товарного вида и загрузки кочанов в транспортное средство.

**У с т р о й с т в о** (рис.16.4): срезающий аппарат состоит из делителей 1, приемных конусных 2 и выравнивающих 3 шнеков, двух дисковых ножей 4, транспортера 5, подъемного

лотка и копирующего колеса 10. За срезающим аппаратом расположены подающий транспортер 6, листоотделитель 7, контрольный стол 8, выгрузной элеватор 9. Строчный транспортер 5 перемещает в зафиксированном положении кочаны к режущему аппарату. Полотно транспортера представляет собой две роликовые цепи, соединенные резиновыми трубами (стропами), образующими сплошную сетку. Листоотделитель – четыре вращающихся шнека.

При движении комбайна по рядку кочаны скользят по делителям и попадают под воздействие вращающихся конусных шнеков 2, которые подходят под нижние листья кочанов и поднимают их. Далее выравнивающие шнеки 3 со стропным транспортером 5 выравнивают кочаны по вертикали и подают к дисковому режущему аппарату.

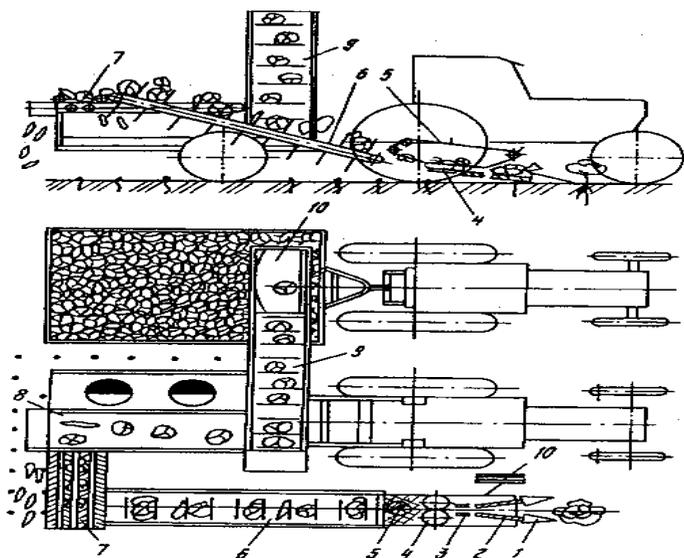


Рис.16.4. Капустоуборочный комбайн УКМ-1: 1 – делитель; 2, 3 – конусный и выравнивающий шнеки; 4 – дисковый нож; 5, 6 – транспортеры; 7-листоотделитель; 8 – контрольный стол; 9 – выгрузной элеватор; 10 – копирующее колесо.

Срезанные ножами кочаны перемещаются по лотку транспортером 5 на транспортер 6. Затем они движутся к листоотде-

лителю 7. Здесь отделяются обрезанные листья, а очищенные кочаны направляются на контрольный стол 8, где их вручную доочищают. Из комбайна кочаны элеватором 9 выгружаются в транспортное средство.

Комбайн убирает один ряд (УКМ-2 – два ряда) капусты, возделываемой с междурядьями 70 см. Рабочая скорость 2,8 км/ч, производительность 0,18 га/ч. Комбайн агрегируется с тракторами тягового класса 1,4.

### **Контрольные вопросы самостоятельной работы:**

1. Из каких основных сборочных единиц состоит зерноуборочный комбайн «Дон-1500»?
2. Как устроена жатвенная часть зерноуборочного комбайна «Дон-1500»?
3. Как устроена молотилка зерноуборочного комбайна «Дон-1500»?
4. Описать рабочий процесс зерноуборочного комбайна «Дон-1500».
5. Из каких частей и узлов состоит прицепной картофелеуборочный комбайн КПК-3?
6. Опишите последовательность операций рабочего процесса картофелеуборочного комбайна КПК-3
7. Какие операции выполняют картофелесортировальные пункты типа КСП?
8. Объяснить принцип сепарации клубней на картофелесортировке КСЭ-15Б.
9. Какие операции выполняет капустоуборочный комбайн УКМ-1?
10. Какие сборочные узлы входят в состав капустоуборочного комбайна?

## **Практическая работа № 17 Электрические машины и аппараты**

### **Содержание работы:**

1. Генератор трехфазного тока.
2. Асинхронный короткозамкнутый электродвигатель.
3. Трансформаторы однофазные и трехфазные.
4. Трансформаторные подстанции 6...10/0,38 кВ.

**Генератор трехфазного тока** предназначен для преобразования первичных видов энергии в электрическую.

По источнику первичной энергии различают электростанции:

-тепловые (ТЭС); - гидроэлектрические (ГЭС); - атомные (АЭС).

В качестве первичных двигателей используют паровые и газовые турбины; двигатели внутреннего сгорания; гидротурбины на гидроэлектростанциях.

На атомных электростанциях используют ядерное топливо, которое вследствие цепной реакции ядерного распада выделяет теплоту, расходуемую на нагрев и превращение воды в пар, подаваемый к паровой турбине. В остальном, атомные электростанции подобны тепловым.

Устройство генератора (рис.17.1): его главными составляющими частями являются статор – неподвижная часть, и ротор – подвижная часть.

На сердечнике статора 1 расположены три обмотки (фазы статора 2). Они сдвинуты по отношению одна к другой на  $120^\circ$ . Начало и концы фаз статорной обмотки выведены наружу к клеммам на корпусе машины 5. На роторе 3 располагается обмотка возбуждения 4, питаемая постоянным током от аккумуляторов или небольшого по мощности дополнительного генератора (на рис. не показаны).

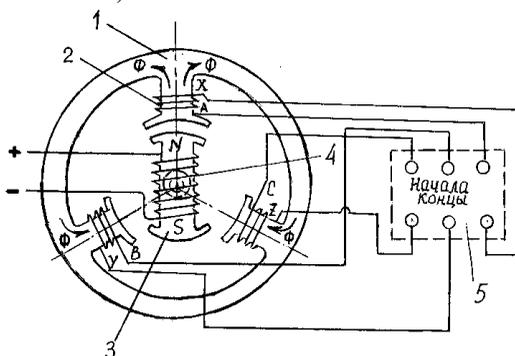


Рис. 17.1. Принципиальная схема генератора трехфазного тока: А, В, С – начало фаз статорной обмотки, X, Y, Z – соответствующие концы фаз статорной обмотки; 1 – сердечник статора; 2 – статорная

обмотка; 3 – ротор; 4 – обмотка возбуждения; 5 – доска зажимов генератора

**П р и н ц и п р а б о т ы:** постоянный ток, обтекая катушку возбуждения при замыкании ее цепи, создает постоянное магнитное поле ротора. При вращении ротора его магнитное поле пересекает проводники обмоток статора и по закону электромагнитной индукции наводит (индуцирует) в них равные по значению и частоте ЭДС. Но эти ЭДС сдвинуты одна относительно другой на  $120^\circ$  (рис.10.2).

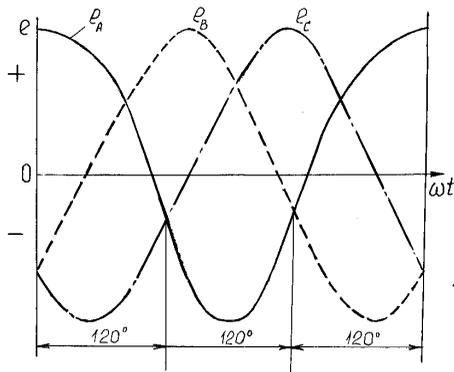


Рис. 17.2. Совместная диаграмма ЭДС  $e_A$ ,  $e_B$ ,  $e_C$ , генерируемых в трех фазах обмоток генератора

Фазы статорной обмотки генератора соединяют двумя разными схемами под названием – «звезда» и «треугольник». На рис. 17.3 приведена схема соединения фаз генератора звездой.

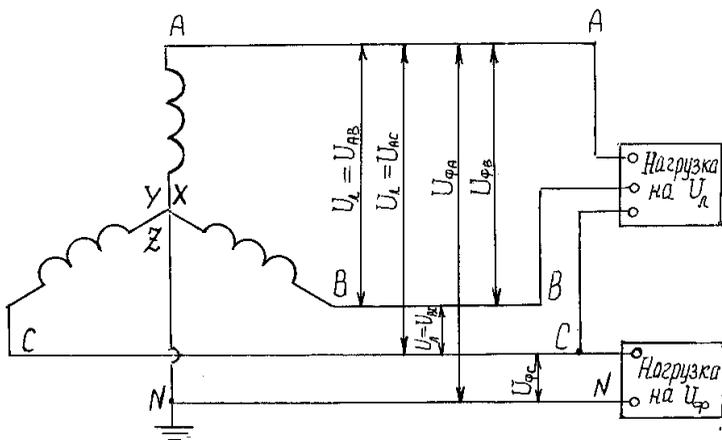


Рис. 17.3. Схема соединения обмоток генератора звездой:  $U_{AB}$ ,  $U_{AC}$ ,  $U_{BC}$  – линейные напряжения,  $U_{\phi A}$ ,  $U_{\phi B}$ ,  $U_{\phi C}$  – фазные напряжения

Напряжение между любой из фаз и нейтральным проводом (NN) называют *фазным* и обозначают  $U_{\phi}$ . Напряжение между двумя фазными проводами называют *линейным* и обозначают символом  $U_L$ . Таким образом, в трехфазной четырехпроводной системе различают два напряжения:  $U_{\phi}$  – фазное и  $U_L$  – линейное. Математическая связь между ними выражается формулой:

$$U_L = \sqrt{3} U_{\phi} \quad (17.1)$$

В сельском хозяйстве получило распространение трехфазная четырехпроводная система 380/220В, то есть система с линейным напряжением  $U_L = 380\text{В}$  и фазным  $U_{\phi} = 220\text{В}$ . Три фазы с напряжением между ними 380В используют для питания электрических двигателей и трехфазных нагревательных установок. Напряжение  $U_{\phi} = 220\text{В}$  используют для питания источников освещения и бытовых электроприборов.

Соединения обмоток генератора по схеме «треугольник» применяют главным образом на передвижных электростанциях небольшой мощности с ограниченной по протяженности сетью

(например, для питания электростригальных агрегатов на выгульных пастбищах).

**Трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель:** предназначен для преобразования электрической энергии, получаемой из трехфазной сети, в механическую и приведения в действие рабочей машины.

Устройство (рис. 17.4): асинхронный двигатель состоит из двух основных частей: статора (неподвижной части) и ротора (подвижной части).

*Статор* состоит из корпуса 5, во внутреннюю полость которого запрессован сердечник с продольными пазами 7. Сердечник набран из отдельных друг от друга штампованных пластин электротехнической стали толщиной 0,35...0,50 мм. В пазы сердечника статора уложены три совершенно одинаковые обмотки (фазы) 6, оси которых находятся в пространстве под углом 120°.

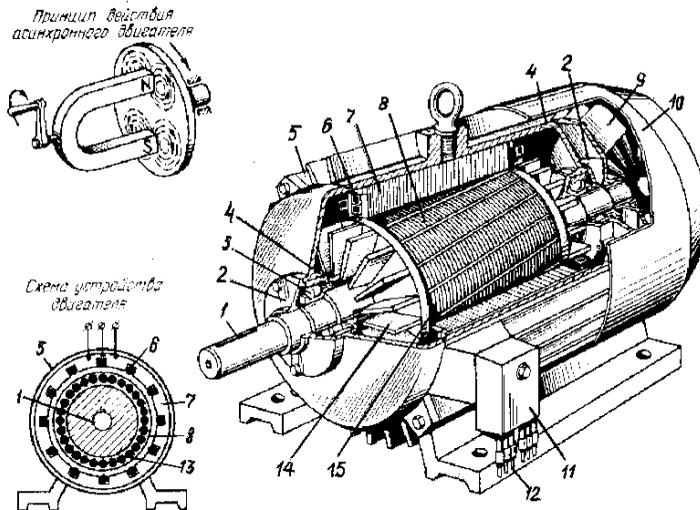


Рис.17.4. Устройство трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя: 1 – вал ротора; 2, 4 – крышки подшипника; 3 – подшипник; 5 – корпус; 6, 7, 12 – обмотка, сердечник и выводы статора

ра; 8, 13 – сердечник ротора и его обмотка; 9 – вентилятор; 10 – кожух; 11 – коробка выводов; 14 – лопатка; 15 – кольцо

*Ротор* короткозамкнутого электродвигателя состоит из вала 1, наборного сердечника 8 из отдельных штампованных пластин электротехнической стали с внешними пазами 8 и обмотки 13. Обмотка ротора состоит из алюминиевых стержней круглого или прямоугольного сечения, замкнутых по концам двумя кольцами 15 с лопатками 14. Так что внешне короткозамкнутая обмотка ротора напоминает беличье колесо.

Ротор помещается внутри статора с некоторым, очень небольшим зазором (1,5...3 мм). Вал ротора вращается в подшипниках, укрепленных в боковых подшипниковых щитах 2,4.

**П р и н ц и п р а б о т ы:** при включении обмотки статора в трехфазную сеть в нем создается *вращающееся магнитное поле*. Магнитные силовые линии вращающегося поля статора пересекают стержни обмотки ротора и индуцируют в них электродвижущую силу. Под действием этой наведенной ЭДС в замкнутых накоротко стержнях ротора протекают токи. Поэтому вокруг стержней обмотки ротора возникает собственное магнитное поле, которое, взаимодействуя с вращающимся магнитным полем статора, создает усилие, которое приводит ротор во вращение в том же направлении что и магнитное поле статора.

Скорость вращения  $n$  магнитного поля статора зависит от частоты колебаний переменного тока  $f$  и от числа пар полюсов одной обмотки статора  $p$ :

$$n = 60 \cdot f / p, \text{ мин}^{-1} \quad (17.2)$$

где  $f$  – стандартная частота переменного тока, 50 Гц.

При принятой в российских энергосистемах стандартной частоте переменного тока 50 Гц числитель выражения (17.2) всегда равен  $3000 \text{ мин}^{-1}$ . Следовательно, скорость вращения магнитного поля статора зависит только от числа пар полюсов:

$$n = f(p).$$

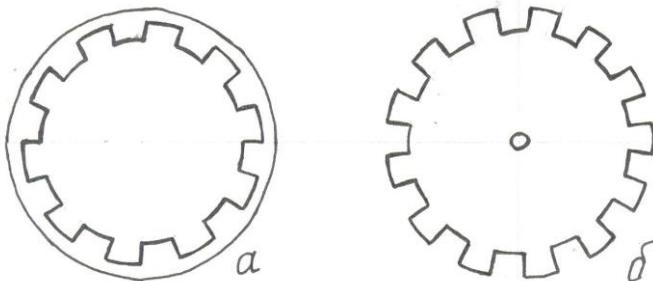


Рис.17.5. Вид пластин сердечников электродвигателя: *a*- внешний вид пластины сердечника статора; *б*- внешний вид пластины сердечника ротора

Ротор *асинхронного* электродвигателя вращается несколько медленнее магнитного поля статора, так как только в этом случае магнитные силовые линии вращающегося поля статора пересекают обмотку ротора, что в конечном итоге, приводит ротор во вращение.

Величина  $S$ , характеризующая относительное отставание ротора от вращающегося магнитного поля статора, называется *скольжением*. Она обычно выражается в процентах и может быть определена из формулы:

$$S = 0,01(n - n_1)/n, \quad (17.3)$$

где  $n$  – скорость вращения магнитного поля статора, мин<sup>-1</sup>;  
 $n_1$  – скорость вращения ротора, мин<sup>-1</sup>.

Для обычных асинхронных электродвигателей при номинальной загрузке скольжение составляет 3...8 %.

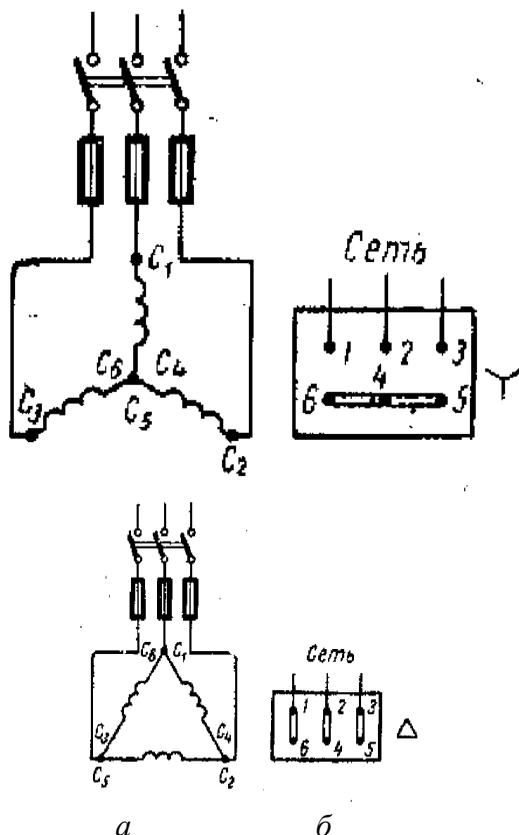


Рис. 17.6. Схемы включения электродвигателя в сеть: а – звезда; б – треугольник

*Включение трехфазного асинхронного электродвигателя в сеть:* обмотки электродвигателя соединяют по двум схемам: «звезда» и «треугольник» в зависимости от напряжения в электрической сети. Начало и конец каждой фазы обмотки статора выведены к зажимам на клеммном щитке непосредственно на корпусе двигателя и имеют обозначение:  $C_1, C_2, C_3$  – начало обмоток,  $C_4, C_5, C_6$  – концы соответствующих обмоток. Правила выбора схемы включения двигателя в сеть следующие:

- если напряжение сети соответствует большему напряжению, указанному в паспорте двигателя, то обмотки следует соединять в звезду (рис. 17.6, а);

- если напряжение сети совпадает с меньшим напряжением, указанном в паспорте двигателя, то обмотки следует соединять по схеме треугольник (рис. 17.6, б);
- если напряжение сети не совпадает ни с одним из паспортных напряжений двигателя, то его включить в эту сеть нельзя.

Асинхронные двигатели – самые распространенные в производстве и в быту. Однако некоторые электрические двигатели промышленного исполнения нельзя использовать в сельскохозяйственном производстве, особенно в животноводстве, из-за большой влажности, перепада температур, существенных колебаний напряжений в сети, большой концентрации в воздушной среде аммиака, углекислого газа, сероводорода и ряда других причин. Поэтому в сельскохозяйственном производстве в основном используют в настоящее время асинхронные двигатели единой серии 4А специализированного и узкоспециализированного исполнения, которые отличаются буквами в конце обозначения. Например, 4А 160S2СХ означает двигатель четвертой единой серии, закрытого обдуваемого исполнения с высотой оси вращения 160 мм, S – установочный размер по длине станины; 2 – число полюсов; СХ – сельскохозяйственного назначения.

**Трансформаторы напряжения.** Передача электроэнергии от электрической станции к потребителям на большие расстояния с целью уменьшения потерь мощности производится при высоком напряжении, которое в месте потребления понижают до напряжения токоприемников. Поэтому есть необходимость в применении специальных аппаратов, выполняющих эту задачу под названием *трансформаторов*.

*Трансформатор* – это статический электромагнитный аппарат, который предназначен для преобразования (повышения или понижения) напряжения в сетях переменного тока.

По числу фаз переменного тока трансформаторы бывают *однофазные* и *трехфазные*.

У с т о й с т в о (рис.17.7, а): в простейшем виде однофазный трансформатор представляет собой устройство, в котором на сердечнике 2, собранном из пластин электротехнической ста-

ли, намотаны две обмотки. Одна из них – первичная обмотка 1 подключена к источнику однофазного переменного тока, к другой – вторичной 3 – присоединен потребитель-нагрузка 4.

**П р и н ц и п д е й с т в и я:** ток, протекающий в первичной обмотке, создает в сердечнике переменный магнитный поток  $\Phi$ , индуктирующий во вторичной обмотке электродвижущую силу  $E_2$  ( $U_2$ ). Для любого трансформатора отношения напряжений первичной  $U_1$  и вторичной  $U_2$  обмоток при холостом ходе приблизительно равно отношению чисел их витков:

$$K = \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{w_1}{w_2}, \quad (17.4)$$

где  $K$  – коэффициент трансформации;

$w_1$  и  $w_2$  – соответственно число витков первичной и вторичной обмоток

Трансформатор, у которого  $K > 1$ , называется *понижающим*, при  $K < 1$  – *повышающим*.

Один и тот же трансформатор можно использовать в качестве понижающего и повышающего. Значение коэффициента трансформации, указанного в паспорте трансформатора, определено как отношение высшего напряжения к низшему.

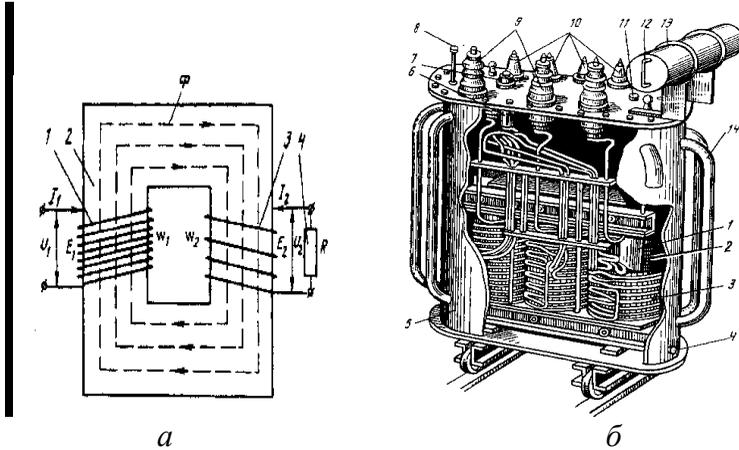


Рис. 17.7. Трансформаторы напряжения: *а* – однофазный трансформатор: 1 – первичная обмотка; 2 – сердечник; 3 – вторичная обмотка; 4 – нагрузка; *б* – трехфазный силовой трансформатор: 1 – сердечник; 2 – первичная обмотка; 3 – вторичная обмотка; 4 – пробка для спуска масла; 5 – бак; 6 – переключатель напряжения; 7 – вывод переключателя; 8 – термометр; 9 – выходы высшего напряжения; 10 – входы низшего напряжения; 11 – пробка для заливки масла; 12 – маслоуказатель; 13 – расширитель; 14 – радиатор

Мощности в первичной и вторичной обмотках примерно равны между собой и тогда для однофазного трансформатора выполняется следующее равенство:

$$P = U_1 \cdot I_1 \approx U_2 \cdot I_2. \quad (17.5)$$

Таким образом, коэффициент трансформации из формул 18.4 и 18.5 будет равен:

$$K = \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}. \quad (17.6)$$

Следовательно, токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны напряжениям, и значит, числам витков. С уче-

том этой информации обмотку высшего напряжения всегда делают из большего числа витков провода с меньшей площадью сечения. Тогда как обмотку низшего напряжения выполняют из провода большей площадью сечения, но меньшим числом витков.

Для трансформирования трехфазного тока используют *трехфазный трансформатор*.

У с т р о й с т в о (рис.17.7, б): сердечник трехфазного трансформатора 1 с о с т о и т из трех стержней, которые по концам замкнуты стальными ярмами (на рис. показаны, но не обозначены). На каждом стержне находится по две обмотки одной из трех фаз – первичная и вторичная. Такие трансформаторы называют *двухобмоточными*. Сердечник и ярма набирают также из отдельных листов специальной электротехнической стали, хорошо проводящей магнитные потоки. Листы стали изолируют друг от друга. Это уменьшает вихревые токи в сердечнике, снижает тепловые потери в нем, вследствие чего увеличивается коэффициент полезного действия трансформатора.

Магнитопроводную систему с обмотками двухобмоточного трансформатора помещают в бак 5, заполненный трансформаторным маслом, с целью улучшения охлаждения обмоток. Для этой же цели предусмотрен радиатор 14. Для контроля температуры масла служит термометр 8. Уровень резервного масла в расширительном бачке 13 контролируют с помощью маслоуказателя 12.

П р и н ц и п ы д е й с т в и я трехфазного и однофазного трансформаторов аналогичны друг другу.

**Трансформаторные подстанции 6...10/0,38 кВ**, которые часто называют *потребительскими*, п р е д н а з н а ч е н ы для питания трехфазных четырехпроводных с заземленной нейтралью распределительных линий напряжением 0,38 кВ. Наибольшее распространение для сельскохозяйственных потребителей получили комплектные трансформаторные подстанции (КТП) тупикового типа.

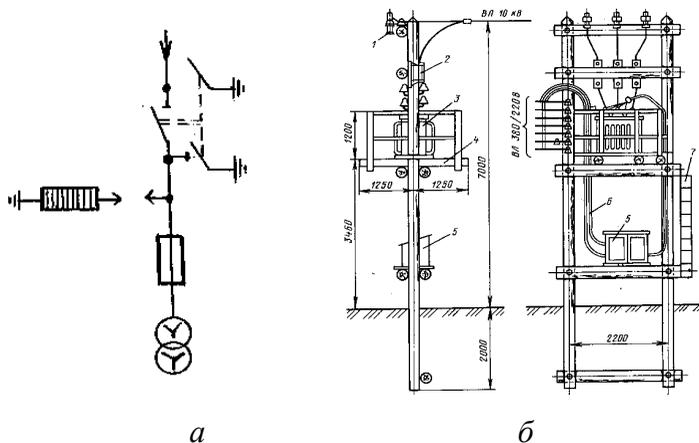


Рис. 17.8. Мачтовая трансформаторная подстанция напряжением 6...10 / 0,38 кВ: *а* – электрическая схема соединения распределительного устройства; *б* – общий вид КТП; 1 – разрядник; 2 – предохранитель; 3 – трансформатор; 4 – площадка для обслуживания; 5 – шкаф РУ напряжением 0,38 кВ; 6 – выводы линии напряжением 0,38 кВ; 7 – лестница

На рис.17.8. представлены: - электрическая схема соединения распределительного устройства (РУ) напряжением 10/0,38кВ (рис. 101, а); - схема устройства КТП (рис. 17.8, б).

У с т р о й с т в о (рис. 17.8, б): все оборудование КТП размещено на П-образной опоре.

Трансформатор 3 установлен на огражденной площадке 4 на высоте 3...3.5 м. Напряжение трансформатору подается через линейный распределительный пункт и предохранители 2.

РУ напряжением 0,38 кВ представляет собой металлический шкаф 5 брызгозащищенного исполнения с установленной внутри аппаратурой. Ввод в шкаф трансформатора и выводы 6 к линиям напряжением 380/220 В выполнены в трубах. Для подъема на площадку служит складная металлическая лестница 7, которую так же, как дверцы шкафа и привод разъединителя, запирают на замок. Для защиты ТП от перенапряжения установлены вентильные разрядники 1.

### **Контрольные вопросы самостоятельной работы:**

1. Назначение и устройство трехфазного генератора.
2. Как устроен трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель?
3. Объяснить принцип действия трехфазного короткозамкнутого электродвигателя.
4. Что такое скольжение и как его определяют?
5. Назвать схемы включения асинхронного короткозамкнутого электродвигателя в сеть.
6. Назвать правила выбора схемы включения асинхронного короткозамкнутого электродвигателя в сеть.
7. Назначение и устройство однофазного трансформатора.
8. Что такое коэффициент трансформации? С помощью каких формул находят его величину?
9. Назначение и устройство трехфазного трансформатора.
10. Назначение и устройство комплектной трансформаторной подстанции КТП 6...10/0,38 кВ.

### **Литература**

1. Пехальский А.П., Пехальский И.А. Устройство автомобилей: учеб. для СПО. 10-е изд. М.: Академия, 2016.
2. Поливанов С.И. Устройство тракторов и автомобилей. Лань, 2015.
3. Туревский И.С. Электрооборудование автомобилей. М.: Форум, 2013.
4. Практикум по механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства / В.А. Воробьев [и др.]. М.: КолосС, 2009. 216 с.
5. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / А.П. Тарасенко [и др.]. М.: КолосС, 2004. 552 с.
6. Устинов А.Н. Сельскохозяйственные машины. М.: Академия, 2014.
7. Максимов И.П. Практикум по сельскохозяйственным машинам. Лань, 2014.
8. Туревский И.С. Электрооборудование автомобилей. М.: Форум, 2013.

Учебное издание

Рассадин А.А.

Методическое пособие для выполнения  
практических занятий и самостоятельной работы

Основы механизации, электрификации, автоматизации  
сельскохозяйственного производства

для студентов среднего профессионального образования

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 10.05.2018 г. Формат 60х84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 8,37. Тираж 25 экз. Изд. № 5932.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ