

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЛЕСОТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Рекомендовано

*учебно-методическим объединением по образованию
в области природопользования и лесного хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальностям 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело»,
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»
специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование
лесной промышленности»*

Минск 2014

УДК 630*37(076.5)(075.8)
ББК 43.904я73
Л50

Авторы:

А. Р. Гороновский, В. Н. Лой, С. Н. Пищов, С. Е. Арико

Рецензенты:

кафедра «Тракторы» Белорусского национального
технического университета (доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой *В. П. Бойков*);
доктор технических наук, главный конструктор
специального производства ПО «МТЗ»,
РУП «МТЗ» – начальник УКЭР-2 *В. А. Коробкин*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Лесотранспортные машины. Лабораторный практикум :
Л50 учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-46 01 01
«Лесоинженерное дело», 1-36 05 01 «Машины и оборудова-
ние лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Ма-
шины и оборудование лесной промышленности» / А. Р. Го-
роновский [и др.]. – Минск : БГТУ, 2014. – 160 с.
ISBN 978-985-530-321-4.

В учебно-методическом пособии содержатся общие теоретические сведения, задания и методика выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Лесотранспортные машины», излагаются основные этапы выполнения, средства для изучения, приводится форма отчета. В каждой работе рассматриваются сведения о назначении агрегата или системы, принципы их действия, специфические требования, предъявляемые к ним, предлагаются контрольные вопросы для проверки усвоения материала и использованная литература.

УДК 630*37(076.5)(075.8)
ББК 43.904я73

ISBN 978-985-530-321-4 © УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2014
© Гороновский А. Р., Лой В. Н.,
Пищов С. Н., Арико С. Е., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторных занятий по дисциплине «Лесотранспортные машины» является закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях по конструктивным особенностям систем и механизмов двигателя трансмиссии и ходовой части тракторов и автомобилей, применяемых в лесном комплексе.

Для подготовки к выполнению лабораторных работ студенты должны самостоятельно проработать необходимый теоретический материал и записать нужные сведения по выполняемой работе. В начале каждой лабораторной работы осуществляется контрольный опрос группы, в результате которого преподаватель делает заключение о допуске студента к лабораторной работе. После подготовки рабочего места приступают к непосредственному выполнению работы, обработке результатов и оформлению отчета.

Перед началом лабораторных работ студенты должны ознакомиться с инструкцией по технике безопасности и расписаться в журнале. Проведение лабораторных работ без инструктажа по технике безопасности запрещается.

На лабораторных занятиях от студентов требуется самостоятельное выполнение операций по разборке-сборке агрегатов, измерению требуемых параметров после предварительного изучения устройства, особенностей работы и безопасных методов труда.

Проводя демонтаж и монтаж агрегатов, снятие и установку деталей, студенты получают первоначальные практические навыки выполнения операций разборки-сборки, регулировки, учатся правильному использованию инструментов и приспособлений.

КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Цель работы: изучить назначение и конструкцию кривошипно-шатунного механизма (КШМ) поршневых двигателей внутреннего сгорания, взаимодействие деталей в КШМ, классификацию двигателей, конструктивные особенности деталей КШМ и предъявляемые к ним требования.

Применяемое оборудование и материалы: натурные макеты поршневых двигателей (ЯМЗ, ММЗ, СМД и ЗИЛ), их узлы и детали, подборка плакатов «Кривошипно-шатунный механизм».

Подготовка к занятию: перед выполнением лабораторной работы уточнить следующие понятия – ход поршня (S), диаметр цилиндра (D), рабочий объем цилиндра (V_h), объем камеры сгорания (V_c), полный объем цилиндра (V_a), степень сжатия (ϵ).

Общие сведения

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) служит для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

КШМ состоит из неподвижных и подвижных деталей. Группу неподвижных деталей составляют блок цилиндров, головки цилиндров, гильзы, вкладыши, крышки коренных подшипников.

В группу подвижных деталей входят поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, шатуны, коленчатый вал с маховиком.

Блок цилиндров является базовой деталью (остовом) двигателя (рис. 1). На нем устанавливаются все основные механизмы и системы двигателя.

В автотракторных многоцилиндровых двигателях с жидкостным охлаждением все цилиндры изготавливаются в виде общей отливки, которая и называется блоком цилиндров. Такая конструкция обладает наиболее высокой жесткостью и хорошей техноло-

гичностью. С отдельными цилиндрами в настоящее время выполняются только двигатели воздушного охлаждения.

Блок цилиндров работает в условиях значительного (до 2000°C) и неравномерного нагрева и давления (9,0–10,0 МПа). Чтобы противостоять действию высоких силовых и температурных нагрузок, блок цилиндров должен обладать значительной жесткостью, обеспечивающей минимальные деформации всех его элементов, гарантировать герметичность всех полостей (цилиндры, рубашка охлаждения, каналы и т. д.), иметь большой срок службы, простую и технологичную конструкцию.

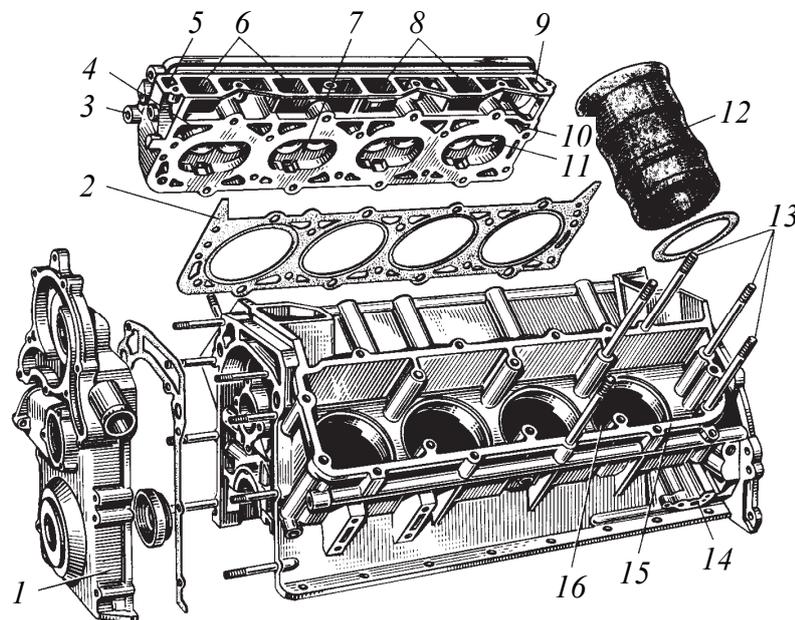


Рис. 1. Неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма:

- 1 – крышка блока зубчатых колес ГРМ; 2 – сталеасбестовая прокладка;
- 3 – головка блока цилиндров; 4, 10 – входные отверстия водяной рубашки;
- 5, 9 – выходные отверстия водяной рубашки; 6, 8 – каналы для подачи горючей смеси; 7, 11 – седло клапана; 12 – гильза; 13 – шпильки крепления;
- 14 – верхняя часть; 15 – блок цилиндров; 16 – гнезда гильз

Для изготовления блока цилиндров применяют серый чугун или алюминиевые сплавы. Наиболее предпочтительным материалом для изготовления блока цилиндров в настоящее время является чугун, так как он дешев, обладает большой прочностью и мало поддается температурным деформациям.

Расположение цилиндров может быть однорядным (вертикальным или наклонным), двухрядным или V-образным, с углом

развала между цилиндрами 60° , 75° , 90° . Двигатели с углом развала 180° называются оппозитными.

На двигателях с однорядным расположением цилиндров их номеруют, начиная с переднего. На V-образных двигателях номера присваивают вначале правому ряду цилиндров, начиная с переднего, а затем маркируют левый ряд.

Цилиндр в большинстве автотракторных двигателей выполняется в виде гильз, устанавливаемых в блок. Гильзы по способу установки делятся на сухие и мокрые.

Мокрые гильзы, омываемые снаружи охлаждающей жидкостью, обеспечивают лучший теплоотвод и более удобны при ремонте, так как могут быть легко заменены без использования специального инструмента и приспособлений. Герметичность мокрой гильзы обеспечивают уплотнением нижней части резиновым кольцом и установкой медной прокладки под верхним буртиком. Применение мокрых гильз улучшает отвод от цилиндров избыточного тепла, однако снижает жесткость блока цилиндров.

Сухие гильзы используются преимущественно в двухтактных двигателях, где применение мокрых гильз затруднительно.

Гильза воспринимает высокое давление рабочих газов, имеющих значительную температуру. Поэтому гильзы изготавливают, как правило, из легированного чугуна, хорошо противостоящего эрозийному и абразивному износу и обладающего удовлетворительной коррозионной стойкостью. Внутренняя поверхность гильзы – зеркало цилиндра – тщательно обработана.

Поскольку условия работы верхней части гильзы наиболее тяжелые, а изнашивается она наиболее интенсивно, в современных двигателях равномерность износа цилиндров по высоте обеспечивается короткими вставками из противокоррозионного высоколегированного аустенитного чугуна (нирезиста). Использование такой вставки повышает срок службы гильз в 2,5 раза.

Головка цилиндров служит для размещения камер сгорания, впускных и выпускных клапанов, свечей зажигания или форсунок.

В процессе работы двигателя головка цилиндров подвергается воздействию высоких температур и давлений. Нагрев отдельных частей головки неравномерен, так как одни из них соприкасаются с продуктами сгорания, имеющими температуру до 2500°C , а другие омываются охлаждающей жидкостью.

Основные требования к конструкции головки цилиндров: высокая жесткость, исключая деформации от механических нагрузок и коробление при рабочих температурах; простота; технологичность конструкции и небольшая масса.

Головка цилиндров выполняется отливкой из чугуна или алюминиевого сплава. Выбор материала зависит от типа двигателя. В карбюраторных двигателях, где сжимается горючая смесь, предпочтение отдается более теплопроводным алюминиевым сплавам, поскольку это обеспечивает бездетонационную работу. В дизельных двигателях, где сжимается воздух, головка цилиндров из чугуна способствует повышению температуры стенок камер сгорания, что улучшает протекание рабочего процесса, особенно при запуске в холодное время.

Головки цилиндров могут выполняться индивидуальными или общими. Индивидуальные головки, как правило, применяют в двигателях воздушного охлаждения. В большинстве двигателей, имеющих жидкостное охлаждение, используют общие головки для каждого ряда цилиндров. В некоторых случаях, при большой длине блока цилиндров, применяют головки для группы в два-три цилиндра.

Поршень (рис. 2) воспринимает давление газов и передает его через поршневой палец и шатун на коленчатый вал. В двухтактных двигателях наряду с этим поршень выполняет роль золотника механизма газораспределения. По сравнению с чугунными поршни из алюминиевых сплавов имеют меньшую удельную массу (в 2,5 раза), большую теплопроводность, меньшую

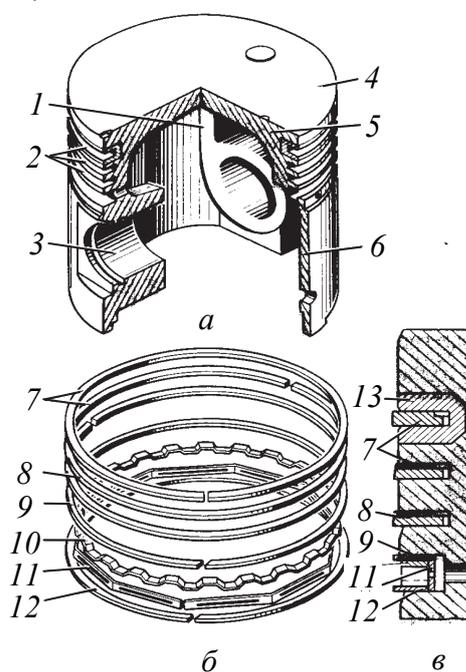


Рис. 2. Поршень двигателя:
a – общий вид; *б* – поршневые кольца; *в* – размещение колец в поршне:
 1 – ребро поршня; 2 – канавки для поршневых колец;
 3 – бобышки; 4 – днище поршня;
 5 – головка поршня; 6 – юбка поршня; 7 – компрессионные кольца; 8 – нижнее коническое компрессионное кольцо;
 9–12 – маслосъемные кольца с расширителями;
 13 – чугунная вставка

тепловосприимчивость от газов (на 30%) и при работе создают меньшие потери на трение о стенки цилиндра.

Применение поршней из алюминиевых сплавов дает возможность снизить конструкционную массу и, следовательно, силы инерции на 20–30% по сравнению с чугунными. Наряду с этим поршни из алюминиевого сплава имеют и недостатки: меньшую механическую прочность, повышенный износ, больший коэффициент линейного расширения (в 2–2,5 раза).

Поскольку поршень непосредственно охлаждаться не может, он нагревается значительно сильнее, чем охлаждаемая гильза. Чтобы предотвратить заклинивание поршня в гильзе между ними, когда они находятся в холодном состоянии, должен быть определенный зазор. Этот зазор уменьшается при прогреве двигателя.

В настоящее время с целью снижения коэффициента линейного расширения и повышения прочности применяют поршни, изготовленные из высококремнистого алюминиевого сплава (содержание кремния до 22%, как например, у семейства двигателей ЯМЗ).

Для предотвращения заклинивания поршня его устанавливают в цилиндр с зазором. Поскольку днище и головка поршня нагреваются интенсивнее, чем юбка, зазор между цилиндром и головкой делают большим.

Поршневой палец служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Для уменьшения массы и снижения сил инерции его делают пустотелым. Поршневой палец работает под воздействием ударных нагрузок, переменных по величине и направлению, подвергается изгибу и истиранию. Чтобы противостоять этим нагрузкам, поршневой палец должен иметь мягкую сердцевину и твердую поверхность. Этим требованиям удовлетворяют поршневые пальцы, изготовленные из углеродистой или малолегированной стали. Их подвергают термической обработке – цементации на глубину 0,5–1,0 мм, с последующей поверхностной закалкой токами высокой частоты на глубину 1,0–1,5 мм. Наружную поверхность пальца шлифуют и полируют.

подавляющее распространение на современных двигателях получили плавающие поршневые пальцы, которые могут проворачиваться как в верхней головке шатуна, так и в бобышках поршня. Такая конструкция обеспечивает более равномерный износ сопряжения. Осевая фиксация поршневого пальца осуществляется стопорными пружинными кольцами, устанавливаемыми в бобышках поршня.

Поршневые компрессионные кольца служат для герметизации надпоршневого пространства и предотвращают прорыв газов в картер двигателя. Поршневое кольцо представляет собой криволинейный брус, имеющий в свободном состоянии вырез. При установке в цилиндр кольцо сжимается и благодаря своей упругости прижимается наружной поверхностью к зеркалу цилиндра. Уплотняющее действие поршневых колец тем лучше, чем больше их число. В карбюраторных двигателях устанавливают на поршне 2–3 компрессионных кольца, в дизельных – 3–4.

Самым распространенным материалом для изготовления поршневых компрессионных колец является легированный чугун. Чугунные поршневые кольца получают из индивидуально отлитых заготовок. Однако качество литых чугунных колец не полностью удовлетворяет современным требованиям.

В настоящее время часто применяют стальные кольца. Более перспективными являются кольца из металлокерамических материалов, обладающие большей износостойкостью. Такие кольца получают прессованием порошкообразной смеси железа, меди и графита под большим давлением и при высокой температуре.

В процессе работы двигателя компрессионные кольца попеременно прижимаются к верхней и нижней кромкам канавок поршня и действуют как насос, стремясь перекачивать масло со стенок цилиндра в камеру сгорания. Поэтому на поршнях устанавливают, кроме компрессионных, **маслосъемные кольца**. Они снимают масло со стенок цилиндра, направляя его обратно в картер двигателя. Длительное время маслосъемные кольца изготавливались из чугуна. В настоящее время широкое распространение получили стальные составные маслосъемные кольца.

Шатун обеспечивает шарнирную связь прямолинейно движущегося поршня с вращающимся коленчатым валом. Он передает от поршня коленчатому валу силу давления газов при рабочем ходе. Шатун совершает сложное плоскопараллельное движение: возвратно-поступательное вдоль оси цилиндра и качательное относительно оси поршневого пальца. Шатун испытывает значительные знакопеременные нагрузки, действующие по его продольной оси. Во время рабочего хода сила давления газов сжимает шатун. Силы инерции стремятся оторвать поршень от коленчатого вала и растягивают шатун. Наряду с этим качательное движение вызывает знакопеременные силы инерции, изгибающие шатун в плоскости его качания.

Указанные условия работы предъявляют к конструкции шатуна следующие требования: высокая жесткость, достаточная усталостная прочность, небольшая масса, простота и технологичность. Габаритные размеры нижней головки шатуна не должны препятствовать его проходу через цилиндр при сборке двигателя.

Основными элементами шатуна являются верхняя (неразъемная) и нижняя (разъемная) головки и соединяющий их стержень. Наилучшей формой поперечного сечения стержня шатуна, обеспечивающей ему высокую жесткость при минимальной массе, является двутавр. В верхнюю головку шатуна монтируются бронзовые втулки, обладающие высокой износостойкостью и сопротивляемостью усталостным разрушениям. В нижнюю головку шатуна устанавливаются тонкостенные шатунные вкладыши, которые выполняются подобно вкладышам коренных подшипников, с тем же материалом антифрикционного слоя. Шатуны для карбюраторных двигателей изготавливают из углеродистой или легированной стали. В дизельных двигателях шатуны работают при больших динамических нагрузках, поэтому для их изготовления требуются высоколегированная сталь и увеличенные сечения элементов (утяжеление конструкции).

Коленчатый вал (рис. 3) воспринимает усилия от шатунов и преобразует их в крутящийся момент. Коленчатый вал является наиболее напряженной деталью КШМ. Он подвергается растяжению, сжатию, изгибу, скручиванию, срезу, поверхностному трению, продольным и поперечным деформациям. При этом нагрузки носят динамический характер и достигают значительных величин.

Исходя из условий работы, характера и величины нагрузок, коленчатый вал должен удовлетворять следующим требованиям: обладать статической и динамической уравновешенностью, быть достаточно жестким и долговечным при небольшой массе, иметь высокую усталостную прочность, быть устойчивым против вибрации и крутильных колебаний, иметь точные размеры и высокую износостойкость трущихся поверхностей (коренных и шатунных шеек).

Коленчатые валы изготавливают ковкой или штамповкой из углеродистой или низколегированной стали. В последние годы получают распространение литые валы из магниевого чугуна. Они имеют меньшую массу и дешевле, чем кованные. Валы подвергают термической обработке – закалке и отпуску. Шейки коленчатого вала закалывают токами высокой частоты на глубину 3–4 мм, шлифуют и полируют.

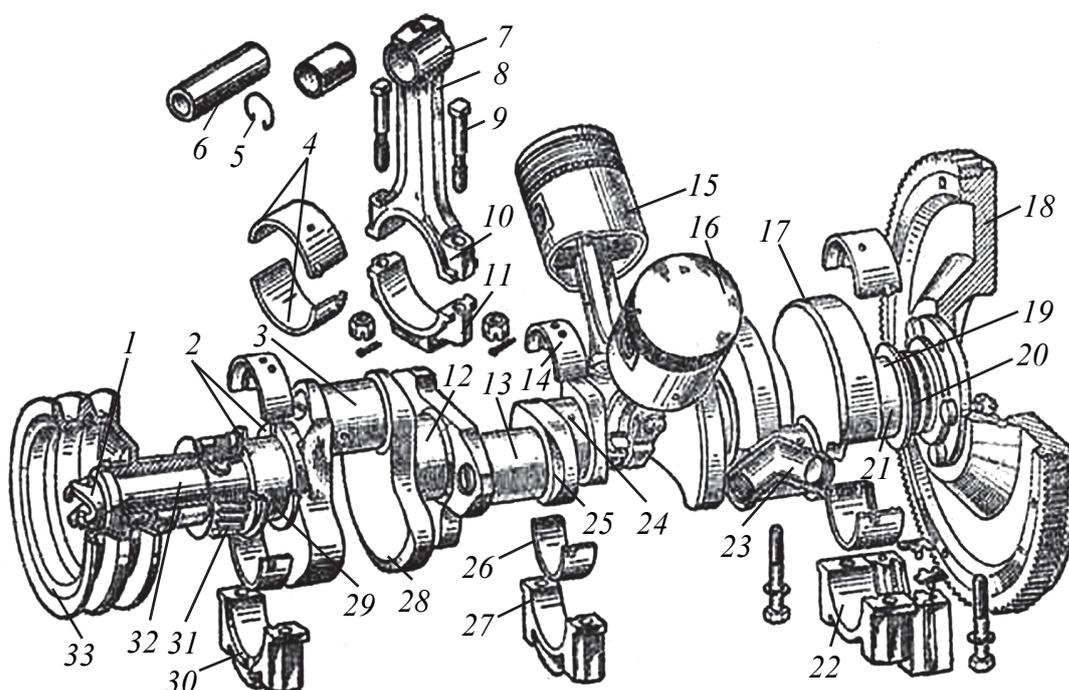


Рис. 3. Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма:
 1 – храповик; 2 – фиксаторные шайбы; 3, 13 – шатунные шейки;
 4 – вкладыши шатунных шеек; 5 – пружинное кольцо;
 6 – поршневой палец; 7 – верхняя головка шатуна; 8 – стержень шатуна;
 9 – болты; 10 – нижняя головка шатуна; 11 – крышка шатуна;
 12, 19, 24, 29 – коренные шейки коленчатого вала; 14, 26 – вкладыши
 коренных шеек; 15, 16 – поршни; 17, 28 – противовесы; 18 – маховик;
 20 – задняя часть вала; 21 – стопорное кольцо; 22, 27, 30 – крышки;
 23 – масляная полость; 25 – щека; 31 – шестерня привода ГРМ;
 32 – передняя часть вала; 33 – шкив ременной передачи

Форма коленчатого вала и взаимное расположение кривошипов (рис. 4) зависит от числа и расположения цилиндров, тактности, порядка работы двигателя, а также от схемы уравнивания сил инерции. Форма вала должна обеспечивать равномерное чередование рабочих ходов в цилиндрах двигателя. Последовательность чередования одноименных тактов в различных цилиндрах многоцилиндрового двигателя называется порядком работы двигателя.

Коленчатый вал имеет коренные и шатунные шейки, соединенные друг с другом при помощи щек. Коренные шейки выполняются одинаковыми по диаметру. Шатунная шейка со смежными щеками составляет колено, кривошип вала. Все шатунные шейки по длине и диаметру одинаковы.

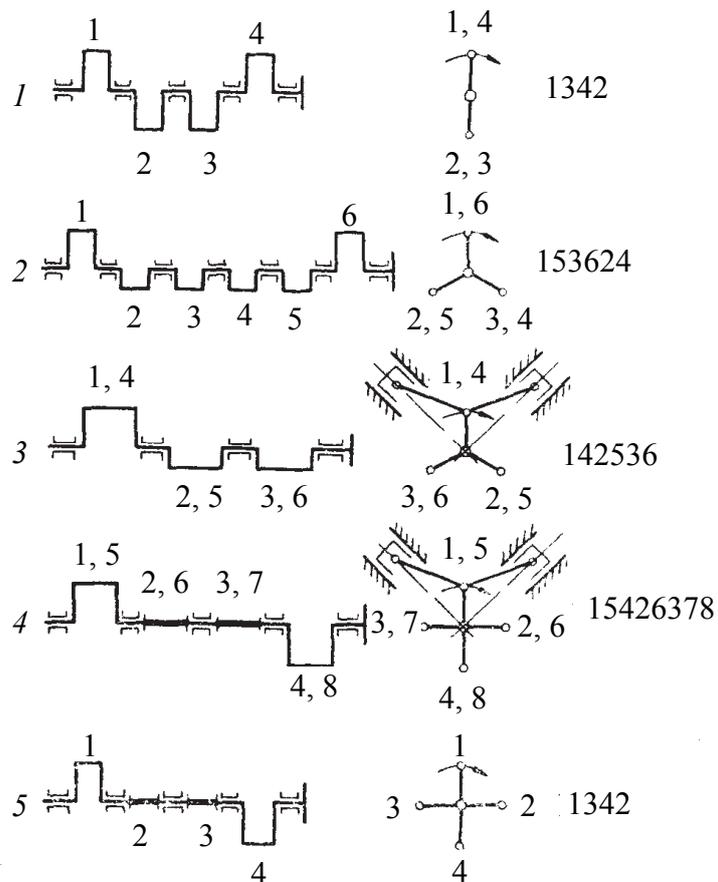


Рис. 4. Схемы коленчатых валов и порядок работы двигателей:

- 1, 2 – четырехтактных однорядных;
- 3, 4 – четырехтактных V-образных;
- 5 – двухтактных однорядных и четырехтактных V-образных

В автотракторных двигателях коленчатые валы могут вращаться в подшипниках качения и скольжения. Подшипники качения обеспечивают уменьшение потерь на трение, что значительно облегчает запуск двигателя в холодное время. Однако в многоцилиндровых двигателях конструкция блока цилиндров и коленчатого вала с подшипниками качения значительно усложняется. Имеются и другие недостатки. Поэтому чаще всего используются подшипники скольжения.

Коренные подшипники скольжения выполняют в виде тонкостенных стальных вкладышей (полуколец), которые устанавливаются в расточках блока цилиндров. На внутреннюю поверхность вкладыша наносится слой из антифрикционного сплава, состав и свойства которого зависят от степени нагруженности.

В карбюраторных двигателях длительное время использовались свинцово-оловянистые сплавы (баббиты). Однако свинцово-оловянистые сплавы чувствительны к повышению температуры и имеют недостаточную сопротивляемость усталостному выкрашиванию. В связи с этим в настоящее время получили широкое применение сталеалюминиевые вкладыши, обладающие высокой усталостной прочностью и хорошими противокоррозийными качествами.

В дизельных двигателях, имеющих повышенную нагрузку на подшипники, используются стальные вкладыши с антифрикционным сплавом из свинцовистой бронзы, которая содержит 30% свинца, улучшающего противозадирные свойства. Подшипники из свинцовистой бронзы выдерживают без усталостных разрушений почти вдвое большую нагрузку, чем баббиты, и стабильно работают при нагреве до 140–150°C, в то время как для баббитов предельно допустимой является температура 120°C.

Вместе с тем антифрикционный сплав из свинцовистой бронзы плохо поглощает твердые абразивные частицы, недостаточно хорошо прирабатывается, имеет склонность к коррозии. Поэтому в двигателях с подшипниками из свинцовистой бронзы можно применять только специальное масло с противокоррозийной присадкой.

Маховик устанавливают на задний конец коленчатого вала для уменьшения неравномерности работы двигателя и выведения поршней из мертвых точек.

В многоцилиндровых двигателях рабочие ходы протекают с частичным перекрытием, что обеспечивает хорошую равномерность и позволяет кривошипному механизму проходить мертвые точки без помощи маховика. В этих случаях маховик обеспечивает плавную работу двигателя на малой частоте вращения, облегчает трогание машины и способствует пуску двигателя.

Маховик отливают из серого чугуна и крепят к фланцу коленчатого вала. На обод маховика напрессовывают стальной зубчатый венец, служащий для пуска двигателя от стартера.

На торцевой поверхности маховика наносят метки, соответствующие верхней мертвой точке (ВМТ) и моменту зажигания. Этими метками пользуются при установке зажигания или впрыска, а также при проведении различных регулировок. В сборе с коленчатым валом маховик должен быть динамически сбалансирован.

Силы инерции возникают из-за особенностей кинематики кривошипно-шатунного механизма. Возвратно-поступательно движущиеся массы двигателя вызывают появление сил инерции первого порядка и сил инерции второго порядка. Эти силы и их моменты через остов двигателя передаются на раму и ходовую часть машины, порождая вибрации. Вибрация системы нарушает соединения, а при подходе к резонансу может вызвать аварию.

Для устранения подобных явлений используют метод уравнивания. Уравнивание двигателей внутреннего сгорания достигается двумя способами: выбором расположения цилиндров и шеек коленвала, при котором силы инерции различных цилиндров взаимно уравниваются; применением противовесов, неуравновешенные силы которых служат для уравнивания сил инерции двигателя.

Двигатель называется уравниваемым, если силы, передаваемые его раме, при установившемся режиме работы постоянны по величине и направлению.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении работы. Убедиться в надежности крепления двигателя на поворотном стенде и проверить наличие необходимых приспособлений и инструментов. Согласно операционной карте, произвести частичную разборку кривошипно-шатунного механизма двигателя.

2. С использованием натуральных макетов поршневых двигателей лесных машин и деталей КШМ изучить назначение, общее устройство КШМ, расположение его деталей в блоке цилиндров и их крепление, принцип работы агрегатов и узлов КШМ.

3. Снять головку блока цилиндров и поворотом коленчатого вала установить поршень первого цилиндра в верхнюю мертвую точку. Измерить ход поршня. Для этого повернуть коленчатый вал и установить поршень первого цилиндра в нижнюю мертвую точку. Определить диаметр цилиндра, измерив его нутромером (рис. 5) в четырех поясах и двух взаимно перпендикулярных плоскостях (в продольном и поперечном направлениях).

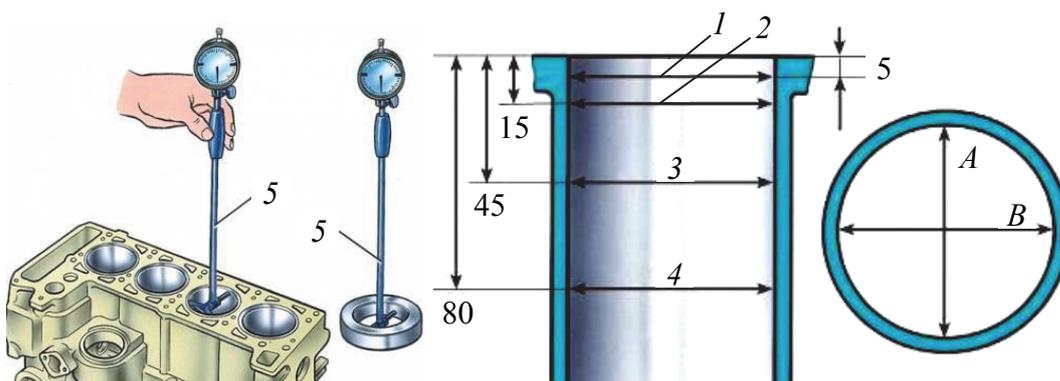


Рис. 5. Определение диаметра цилиндра:

1–4 – номера поясов; 5 – нутромер; A и B – направления измерения

Рассчитать соответственно объем камеры сжатия, рабочий и полный объемы цилиндра можно по следующим формулам:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S; V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1}; V_a = V_h + V_c,$$

где D – диаметр цилиндра, мм; S – ход поршня, мм; ε – степень сжатия.

4. Повернуть двигатель на 180° , снять поддон картера, шатуны с поршнями и коленчатый вал. Изучить конструкцию элементов поршня: днища, уплотняющей части (головки) и направляющей части (юбки). Выяснить назначение овализации юбки, наличие температурных прорезей и разность диаметров юбки и головки поршня. Определить овальность направляющей части поршня (рис. 6), измерив ее микрометром в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (в плоскости поршневого пальца и перпендикулярной к нему).

5. Ознакомьтесь с конструкцией и креплением поршневого пальца (обратить внимание на его фиксацию от осевого перемещения), установить тип сопряжения его с поршнем и шатуном. При сборке двигателя поршень предварительно нагревается в горячей воде или чистом масле до $55\text{--}60^\circ\text{C}$.

6. Изучить конструкцию компрессионных и маслосъемных колец. Выяснить необходимость покрытия пористым хромом рабочей поверхности верхнего компрессионного кольца и слоем олова поверхности других колец. В собранном виде замки компрессионных колец должны быть смещены относительно друг друга на 120° , замки в маслосъемном поршневом кольце располагаются

в кольцевых дисках под углом 180° , а в радиальном и осевом расширителях – под углом 90° и в противоположные стороны.

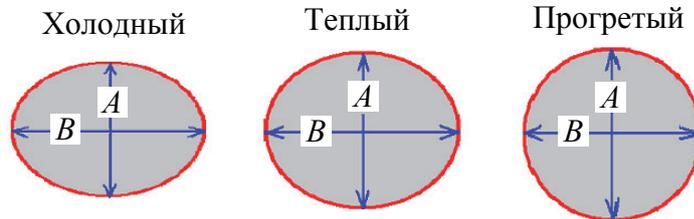


Рис. 6. Определение овальности поршня:
 А – по оси поршневого пальца; В – ось, перпендикулярная оси поршневого пальца

7. Изучить конструкцию элементов шатуна – верхней головки, стержня, нижней головки, вкладышей, шатунных болтов (при сборке болты шатунных крышек заворачиваются динамометрическим ключом с усилием $70\text{--}80 \text{ Н} \cdot \text{м}$). Обратить внимание на подвод масла к поршневому пальцу и кулачкам распределительного вала, на сечение тела шатуна и др. Выяснить способ установки шатуна на шатунную шейку коленчатого вала. Измерить диаметры коренной и шатунной шеек коленчатого вала. Определить перекрытие шеек коленчатого вала:

$$A = r_{\text{ш}} + r_{\text{к}} - R_{\text{к}},$$

где $r_{\text{ш}}$, $r_{\text{к}}$ – радиус соответственно шатунной и коренной шейки, мм; $R_{\text{к}}$ – радиус кривошипа, мм. Если $A < 0$, то перекрытия шеек нет.

8. Ознакомиться с конструкцией элементов коленчатого вала – носка (передняя часть вала), коренных и шатунных шеек, щек с противовесами и хвостовика (задняя часть вала). Установить угол расположения коленчатого вала. Обратить внимание на особенности смазки шатунных и коренных подшипников.

9. Изучить конструкцию маховика, установить способ его крепления к задней части коленчатого вала. Выяснить, каким образом осуществляется крепление зубчатого венца к маховику.

10. Рассмотреть конструкцию гасителя крутильных колебаний.

11. Изучить конструкцию блока цилиндров. Обратить внимание на особенность установки вкладышей коренных подшипников. Определить размещение мест крепления генератора, стартера, насосов, фильтров и других агрегатов систем и механизмов двигателя.

12. Рассмотреть конструкцию головки блока цилиндров. Выяснить особенности крепления головки к блоку цилиндров.

13. Исследовать конструктивные особенности мокрых и сухих гильз. Выяснить особенности зеркала цилиндра (внутренняя поверхность гильзы). Изучить способы уплотнения водяной рубашки верхней и нижней частями мокрой гильзы.

14. Ознакомиться с конструкцией поддона картера.

15. Начертить кинематическую схему кривошипно-шатунного механизма, схему расположения колен коленчатого вала и составить возможные варианты порядка работы двигателя. Указать, какой из них наиболее распространен, почему и на каких двигателях применяется.

16. Записать результаты измерений и наблюдений в табл. 1.

17. Собрать двигатель, привести в порядок рабочее место и сдать инструмент.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель работы, кратко изложить последовательность выполнения, указать назначение узла или системы, привести наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), описать принцип работы и регулировки. Вычертить схемы коленчатых валов изучаемых двигателей с указанием порядка работы, руководствуясь материалом, приведенным на рис. 4 (см. на с. 12).

2. Начертить схему простейшего одноцилиндрового двигателя с указанием его основных размеров и деталей.

3. Для изучаемых двигателей вычислить рабочий объем цилиндра (V_h), отношение хода поршня к диаметру цилиндра (S / D) и степень сжатия (ϵ).

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета – их наименование и назначение. Заполнить табл. 1 и 2.

Таблица 1

Определяемые параметры КШМ двигателя

Параметр	Результаты измерения
Число и расположение цилиндров, $i_{ц}$	
Диаметр цилиндра, $D = \frac{D' + D''}{2}$, мм	
Ход поршня, S , мм	
Тип двигателя по отношению S / D	
Объем цилиндра, $дм^3$:	
– рабочий, V_h	
– камеры сгорания, V_c	
– полный, V_a	
Диаметр, мм:	
– уплотняющей части поршня, $D_y = \frac{D'_y + D''_y}{2}$	
– направляющей части в плоскости поршневого пальца, $D'_н$	
– направляющей части в плоскости, перпендикулярной поршневому пальцу, $D''_н$	
Овальность направляющей части поршня, $\Delta = D''_н - D'_н$, мм	
Конусность поршня, $D_k = D'_y - D'_н$, мм	
Меры, предохраняющие поршень от заклинивания	
Тип и крепление поршневого пальца	
Шатун:	
– сечение его тела	
– способ подачи масла к поршневому пальцу	
Перекрытие шеек коленчатого вала, A , мм	
Размеры коленчатого вала, мм:	
– диаметр коренной шейки, d_k	
– диаметр шатунной шейки, $d_{ш}$	
– радиус кривошипа, R_k	
Способ фиксации коленчатого вала от осевого смещения	
Возможные порядки работы двигателя	

Примечание. D' – диаметр цилиндра в плоскости, параллельной оси коленчатого вала; D'' – диаметр цилиндра в плоскости, перпендикулярной оси коленчатого вала; D'_y – диаметр уплотняющей части поршня в плоскости поршневого пальца; D''_y – диаметр уплотняющей части поршня в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца.

Таблица 2

**Определяемые показатели и регулировочные данные
кривошипно-шатунных механизмов двигателей внутреннего сгорания**

Показатель	Д-245	Д-260	ЗИЛ-508
Число коренных (шатунных) подшипников			
Тип коренных и шатунных подшипников			
Тип гильзы цилиндра			
Выступание бурта гильзы над плоскостью блока, мм			
Уплотнение гильзы:			
– в верхней части			
– нижней части			
Число колец на поршне:			
– компрессионных			
– маслоъемных			
Момент при окончательной затяжке подшипников, Н · м (кгс · м):			
– шатунных			
– коренных			

4. Привести методику проведения лабораторной работы, расчетные материалы, выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Особенности конструкций кривошипно-шатунных механизмов, деталей двигателей и их назначение.
2. Конструктивные и технологические особенности поршней карбюраторных и дизельных двигателей.
3. Основные элементы поршня, параметры головки и юбки поршня.
4. Типы камер сгорания. Различия камер сгорания дизельных и карбюраторных двигателей.
5. Конструктивные особенности компрессионных и маслоъемных колец.
6. Виды гильз цилиндров, их установка и уплотнение в блоке цилиндров.
7. Конструктивные особенности вкладышей шатунных и коренных подшипников коленчатого вала и их маркировка.
8. Способы осевой фиксации и уплотнения коленчатых валов.
9. Материалы, используемые для изготовления деталей КШМ.

Лабораторная работа № 2

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Цель работы: изучить назначение и конструкцию клапанного газораспределительного механизма (ГРМ) поршневых двигателей внутреннего сгорания, взаимодействие деталей в ГРМ, классификацию ГРМ, конструктивные особенности деталей ГРМ и предъявляемые к ним требования.

Применяемое оборудование и материалы: натурные макеты поршневых двигателей (ЯМЗ, ММЗ, СМД и ЗИЛ), их узлы и детали, подборка плакатов «Газораспределительный механизм».

Подготовка к занятию: перед выполнением лабораторной работы уточнить классификацию газораспределительных механизмов по расположению клапанов и газораспределительных валов. Изучить фазы газораспределения.

Общие сведения

Газораспределительный механизм (ГРМ) служит для впуска в цилиндры горючей смеси (карбюраторные и тазовые двигатели) или воздуха (дизельные двигатели) и выпуска отработавших газов в соответствии с принятым порядком работы цилиндров и фазами газораспределения. Принятый порядок работы цилиндров может быть осуществлен при помощи **золотникового** или **клапанного механизма** газораспределения.

Золотниковый ГРМ позволяет получить больший коэффициент наполнения, уменьшить вероятность возникновения детонации и шума при работе. Но из-за конструктивной, производственной и эксплуатационной сложности уступает клапанному и находит ограниченное применение.

В автотракторных четырехтактных двигателях массового производства широко используется клапанный газораспределитель-

ный механизм. В зависимости от расположения клапанов он может быть:

– с клапанами, выполненными в головке цилиндров (верхнее подвесное расположение клапанов) (OHV – over head valves) (рис. 7, а);

– с клапанами, размещенными в блоке цилиндров (нижнее боковое расположение клапанов) (SV – side valves) (рис. 7, б);

– с клапанами, выполненными в головке цилиндров и верхнем расположении распределительного вала или валов (ОНС – cover head camshaft или ДОНС – double over head camshaft).

Верхнее расположение клапанов применяется на карбюраторных, газовых и дизельных двигателях. В последние годы широкое распространение находит верхнеклапанный ГРМ с кулачковым валом, расположенным в головке (ОНС).

Расположение клапанов в значительной мере определяет форму камеры сгорания. Форма камеры сгорания существенно влияет на наибольшее значение допустимой степени сжатия и характер протекания процесса сгорания (жесткость работы двигателя).

При верхнем расположении клапанов камера сгорания более компактна, а это снижает тепловые потери и, следовательно, повышает КПД; она имеет плавные очертания и поэтому оказывает сравнительно небольшое сопротивление при впуске, от чего повышается коэффициент наполнения. В такой камере меньше вероятность появления очагов детонационного сгорания, а значит, допустима более высокая степень сжатия (карбюраторные двигатели), облегчен доступ для регулировки во время эксплуатации.

Двигатели с верхним расположением клапанов развивают несколько большую мощность и более экономичны, чем нижнеклапанные. Кроме того, верхнеклапанные двигатели допускают форсировку путем увеличения степени сжатия. Это подтверждается опытными данными.

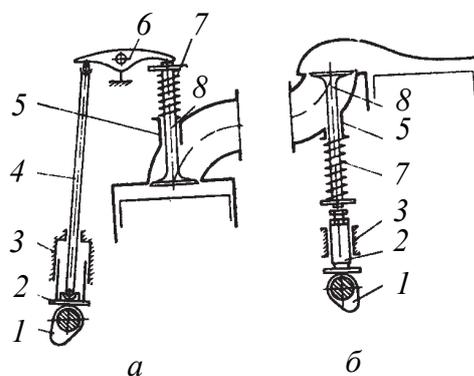


Рис. 7. Принципиальные схемы газораспределительных механизмов:

а – верхнее подвесное;

б – нижнее боковое;

1 – кулачковый вал; 2 – толкатель; 3 – направляющая толкателя; 4 – штанга; 5 – направляющая втулка клапана; 6 – коромысло; 7 – пружина клапана; 8 – клапан

Недостатки двигателей с верхним расположением клапанов: большой вес деталей и значительные силы инерции механизма, большое число деталей, усложненная конструкция головки блока.

Все выпускаемые в настоящее время многоцилиндровые карбюраторные и дизельные двигатели транспортных машин снабжены газораспределительным механизмом с верхним расположением клапанов.

Верхнеклапанный газораспределительный механизм двигателя состоит из следующих основных деталей: распределительного вала, распределительных шестерен, толкателей, штанг толкателей, коромысел, клапанов с пружинами и направляющих втулок клапанов.

Распределительный вал обеспечивает своевременное открытие и закрытие клапанов. Вал имеет впускные и выпускные кулачки, расположенные в определенном порядке, опорные шейки, шестерню привода масляного насоса и распределителя зажигания, а также эксцентрик для привода бензонасоса (у карбюраторных двигателей).

Размер и профиль кулачков вала выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить наибольшую пропускную способность клапана и плавную, безударную работу ГРМ. Распределительные валы штампуют из стали. Кулачки и шейки подвергают закалке для повышения износостойкости. Применяются также литые чугунные валы.

Опорными шейками распределительный вал вращается во втулках, запрессованных в перегородках блока. В качестве антифрикционного материала для втулок используются баббиты, металлокерамика и бронза. Осевая фиксация распределительного вала осуществляется обычно упорным фланцем, привинченным к блоку.

Распределительные шестерни. Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала при помощи зубчатой, цепной или ременной передачи. Для этого на конце коленчатого и распределительного валов закрепляют распределительные шестерни, звездочки или шкивы. Передаточное число газораспределительного механизма у четырехтактных двигателей равно 2 (у двухтактных – 1).

У дизельных двигателей расстояние между осями коленчатого и распределительного валов обычно увеличено. В связи с этим в привод включается дополнительно промежуточная распределительная шестерня. Для правильной установки газораспределения при сборке двигателя на шестерни наносят установочные метки.

Толкатели служат для передачи усилия от кулачков распределительного вала на штангу или клапан, тем самым разгружая клапаны и их направляющие от боковых усилий.

Применяются следующие типы толкателей: плоские грибовидные, цилиндрические, роликовые. Их изготавливают из стали или чугуна, а термической обработкой придают рабочим поверхностям высокую твердость. У стальных толкателей торцевую рабочую поверхность наплавляют отбеленным чугуном.

Для устранения одностороннего износа боковой поверхности толкатели устанавливаются таким образом, чтобы при набегании кулачка он поворачивался вокруг своей оси. Это достигается или небольшим смещением оси толкателя относительно середины кулачка по длине, или торцевую поверхность толкателя делают слегка выпуклой, а кулачкам придают небольшую конусность.

На V-образных дизельных двигателях (ЯМЗ-236, ЯМЗ-238) применяют толкатели рычажного типа с роликами, установленными на оси на игольчатых подшипниках.

Штанга толкателя служит для передачи усилия от толкателя к коромыслу. Изготавливается из прутков стали, толстостенных стальных или дюралюминиевых трубок с закрепленными по концам стальными сферическими наконечниками: выпуклыми снизу, вогнутыми сверху.

Коромысла – это неравноплечие рычаги, передающие движение от штанг к клапанам. Выпускаются из стали или ковкого чугуна и устанавливаются на бронзовых втулках (или без втулок) на пустотелых осях, закрепленных на головке блока. Конец коромысла, соприкасающийся со стержнем клапана, имеет специальный профиль для снижения боковых усилий на стержне клапана и закален. В другой конец коромысла ввернут регулировочный болт, закрепленный контргайкой.

Клапаны предназначены для закрытия впускных и выпускных каналов в головке.

Известно, что во время работы двигателя клапаны подвержены действию высоких давлений (до 10 МПа) и температур. Температура впускных клапанов, периодически омываемых свежим зарядом, составляет 300–400°C, а выпускных, омываемых горячими отработанными газами, – 800–900°C. Кроме того, клапаны подвергаются химическому воздействию горячих газов, вызывающему коррозию и появление окалины, динамическим нагрузкам,

возникающим при посадке его в седло. Ударные нагрузки могут привести к деформации тарелки клапана или разрыву его стержня. Температурные условия работы стержня клапана и тарелки различны, особенно у выпускных клапанов.

Выпускные клапаны изготавливают из различных сортов легированной стали, преимущественно из хромистой и хромоникелевой, и подвергают термической обработке.

Выпускные клапаны во избежание быстрого выгорания изготавливают из особой жароупорной стали (сильхромовой), наиболее полно отвечающей всем требованиям. В некоторых двигателях выпускные клапаны делают составными: тарелку клапана изготавливают из сильхромовой стали, а стержень – из хромистой или хромоникелевой, и обе части соединяют сваркой. Для лучшего охлаждения иногда применяют выпускные клапаны со стержнем, заполненным

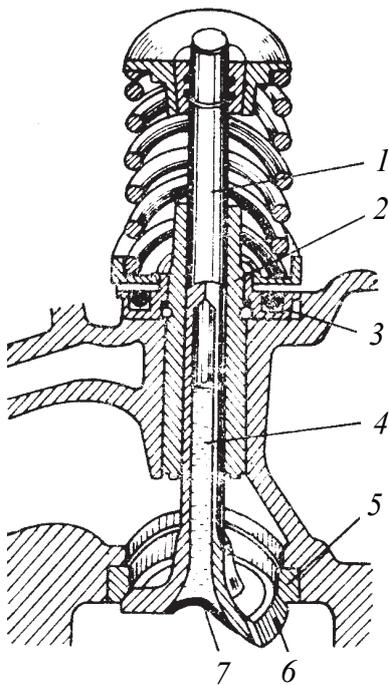


Рис. 8. Выпускной клапан двигателя ЗИЛ-130:

- 1 – стержень клапана;
- 2 – направляющая втулка;
- 3 – механизм вращения;
- 4 – полость с натрием;
- 5 – седло;
- 6 – жаропрочная наплавка фаски клапана;
- 7 – заглушка

металлическим натрием (рис. 8). Опорная, уплотняющая поверхность тарелки клапана (фаска) имеет обычно угол при основании 45° у выпускных и 30° у впускных клапанов и тщательно притирается к седлу в головке цилиндров. В целях повышения надежности уплотнения фаски выпускных клапанов наплавляют жаростойкими сплавами, а седла клапанов делают вставными из высокопрочного и жаростойкого материала (нирезист).

Стержень клапана имеет цилиндрическую форму и с малым зазором перемещается в металлокерамических (реже – чугунных) направляющих втулках. Для уменьшения износа иногда наружную поверхность стержня клапана графитизируют.

С целью повышения срока службы клапанов без притирки на двигателях применяют устройства для принудительного вращения выпускного клапана в виде специального механизма 3 (рис. 8) или за счет наклона бойка коромысла по отношению к торцу клапана.

Обычно в каждый цилиндр двигателя устанавливают два клапана – впускной и выпускной. В целях повышения коэффициента наполнения впускные клапаны во многих двигателях имеют больший диаметр, чем выпускные. Кроме того, у карбюраторных двигателей клапаны располагают наклонно относительно вертикальной оси цилиндров, отчего камера сгорания приобретает наиболее выгодные очертания (клиновья или полуклиновья).

Пружина клапана обеспечивает необходимую плотность посадки клапана в седло, воспринимает инерционные усилия и сохраняет на всех возможных режимах работы двигателя полную кинематическую связь клапана с кулачком.

Применяются преимущественно спиральные пружины, имеющие цилиндрическую, а иногда и коническую форму с постоянным шагом навивки, реже – с переменным шагом (для устранения вибраций). У двигателей с верхним расположением клапанов обычно устанавливают по две пружины противоположной навивки, что устраняет возможность проваливания клапана в цилиндр при поломке основной пружины.

У быстроходных двигателей могут возникнуть резонансные колебания пружин, а соответственно, и клапанов. Если установлено две пружины, то каждая из них будет иметь определенный период собственных колебаний. При попадании одной из пружин в резонанс вторая будет служить гасителем колебаний.

Верхний конец пружины удерживается на стержне клапана с помощью упорной шайбы, закрепленной разрезными коническими сухариками, входящими в выточку на стержне.

Материалом пружины служит специальная пружинная сталь. После навивки и термообработки пружины для повышения срока службы подвергают дробеструйной обработке (наклепу).

Для устранения подсоса масла в цилиндр через зазоры в направляющей втулке впускного клапана под опорной шайбой устанавливают иногда защитные резиновые колпачки.

При сборке газораспределительного механизма двигателя в кинематической цепи привода клапанов необходимо оставлять зазор для компенсации теплового удлинения и обеспечения надежной посадки клапана в седло. Размер зазоров указывается в заводской инструкции по эксплуатации двигателя и обычно составляет 0,15–0,45 мм. Большие зазоры всегда у выпускных клапанов.

Нормальный зазор, устанавливаемый между стержнем клапана и бойком коромысла, в процессе работы двигателя вследствие износа деталей может измениться. Поэтому тепловые зазоры необходимо периодически проверять и регулировать.

Увеличение или уменьшение тепловых зазоров отрицательно сказывается на работе ГРМ и двигателя в целом. При слишком больших зазорах растут ударные нагрузки и увеличивается износ деталей привода клапанов. При очень малых зазорах не обеспечивается герметичность камеры сгорания, двигатель теряет компрессию и не развивает полной мощности. Клапаны в этом случае перегреваются, что может повлечь за собой прогорание рабочих фасок.

Зазор контролируется плоским щупом. Регулировку производят путем вращения регулировочного винта в коромысле. Порядок регулировки тепловых зазоров указывается в заводской инструкции.

В целях наиболее совершенной очистки цилиндров от продуктов сгорания и наибольшего наполнения цилиндров свежим зарядом продолжительность открытия выпускных и впускных клапанов стремятся по возможности увеличить.

Продолжительность открытия клапанов, выраженную в углах поворота коленчатого вала, называют **фазами распределения**. Круговая диаграмма фаз газораспределения приведена на рис. 9.

Открытие впускного клапана у большинства карбюраторных и дизельных двигателей осуществляется с некоторым опережением ($\alpha = 10\text{--}22^\circ$ раньше верхней мертвой точки (ВМТ)). Это вызвано тем, что подъем клапана кулачком происходит постепенно, а для обеспечения значительного открытия впускного клапана к моменту создания в цилиндре разрежения (необходимого для интенсивного поступления свежего заряда) впускной клапан должен начать открываться раньше ВМТ.

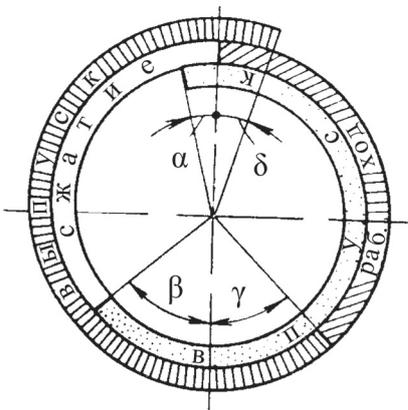


Рис. 9. Диаграмма фаз газораспределения

Закрытие впускного клапана у всех двигателей происходит со значительным опозданием — $\beta = 40\text{--}75^\circ$ позже нижней мертвой точки (НМТ). Возможность поступления заряда в цилиндр двигателя при движении поршня от НМТ к ВМТ объясняется следующим. Во время впуска, когда поршень достиг НМТ, давление в цилиндре все еще

меньше атмосферного. Поэтому заряд будет продолжать поступать в цилиндр до тех пор, пока давление в цилиндре не превысит давления во впускном коллекторе.

Инерционный напор заряда будет способствовать поступлению тем активней, чем большее число оборотов совершает коленчатый вал. Значительное запаздывание закрытия впускного клапана дает возможность повысить коэффициент наполнения, так как продолжительность открытия впускного клапана составляет $220\text{--}270^\circ$.

Выпускной клапан открывается у всех двигателей со значительным опережением: $\gamma = 30\text{--}70^\circ$ до того, как поршень достигает НМТ. В момент открытия выпускного клапана отработавшие газы в цилиндре имеют давление $0,3\text{--}0,4$ МПа. Поэтому основная часть газов удаляется из цилиндра до НМТ. Дальнейшее удаление отработавших газов происходит при движении поршня от НМТ к ВМТ, при давлении $0,105\text{--}0,115$ МПа. На удаление газов затрачивается минимальная работа. Опережение открытия выпускного клапана создает условия для улучшения очистки цилиндра, а следовательно, способствует и лучшему наполнению цилиндра свежим зарядом.

Закрытие выпускного клапана происходит обычно с некоторым запаздыванием: $\delta = 2\text{--}30^\circ$ после ВМТ. Это дает возможность улучшить очистку цилиндра, так как в момент прихода поршня в ВМТ давление газов в цилиндре еще превышает атмосферное. У некоторых двигателей выпускной клапан закрывается в ВМТ. Общая продолжительность открытия выпускного клапана составляет $220\text{--}270^\circ$.

Перекрытием клапанов называют некоторый промежуток времени, в течение которого открыты одновременно впускной и выпускной клапаны ($\alpha + \delta$). Перекрытие клапанов характерно для быстроходных двигателей.

При перекрытии клапанов потоки не перемешиваются и не происходит утечки свежего заряда с отработавшими газами из-за крайне небольшого времени перекрытия и незначительных проходных сечений клапанов: впускного в начале открытия и выпускного в конце закрытия.

У тракторных дизельных двигателей для облегчения проворачивания коленчатого вала при пуске холодного двигателя служит **декомпрессионный механизм**. Этот механизм позволяет принудительно открыть на небольшую величину ($0,75\text{--}1,25$ мм) все клапаны, удерживать их в таком положении и тем самым снижать компрессию в цилиндрах двигателя на период пуска.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить назначение, устройство, принцип работы и конструкцию ГРМ двигателей лесных машин. Ознакомиться с устройством механизма газораспределения с верхним расположением клапанов, размещением его деталей в блоке цилиндров и головке блока цилиндров и их креплением. Выяснить, каким образом усилие от кулачка газораспределительного вала передается к стержню клапана. Нарисовать схемы ГРМ рассматриваемых двигателей.

2. Разобрать ГРМ (рис. 10) двигателя:

- снять топливопроводы высокого давления и отсоединить от форсунок дренажные трубопроводы;
- отвернуть гайки, снять скобы крепления форсунок;
- снять при помощи специального съемника форсунки;
- заглушить ветошью все отсоединенные трубопроводы во избежание попадания пыли и грязи;
- вывернуть болты крепления крышек головок цилиндров и снять крышки;
- ослабить степень затягивания болтов крепления головок цилиндров в последовательности «крест-накрест» и вывернуть болты;
- снять головки, поставить на них номера цилиндров.

3. Установить головку в специальное приспособление, совместив отверстие под болты со штифтами, и разобрать ее (рис. 10):

- вращая винт приспособления, сжать пружины до полного выхода из конуса втулки сухарей, снять сухари и втулки;
- вывернуть винт приспособления, снять с головки тарелки, две пружины, уплотнительную манжету на впускном клапане;
- вынуть клапаны из головки;
- очистить резьбовые соединения от грязи, в резьбовых отверстиях не должно быть масла, дизельного топлива;
- очистить от нагара верхний поясок гильзы цилиндра.

4. Изучить конструкцию впускного и выпускного клапанов. Определить диаметры тарелок, углы рабочих фасок впускных и выпускных клапанов изучаемых двигателей, высоты кулачков распределительного вала, длины плеч коромысла клапанов.

5. Рассмотреть конструкцию клапанных гнезд и направляющих втулок клапана.

6. Ознакомиться с конструкцией клапанных пружин и способом их крепления.

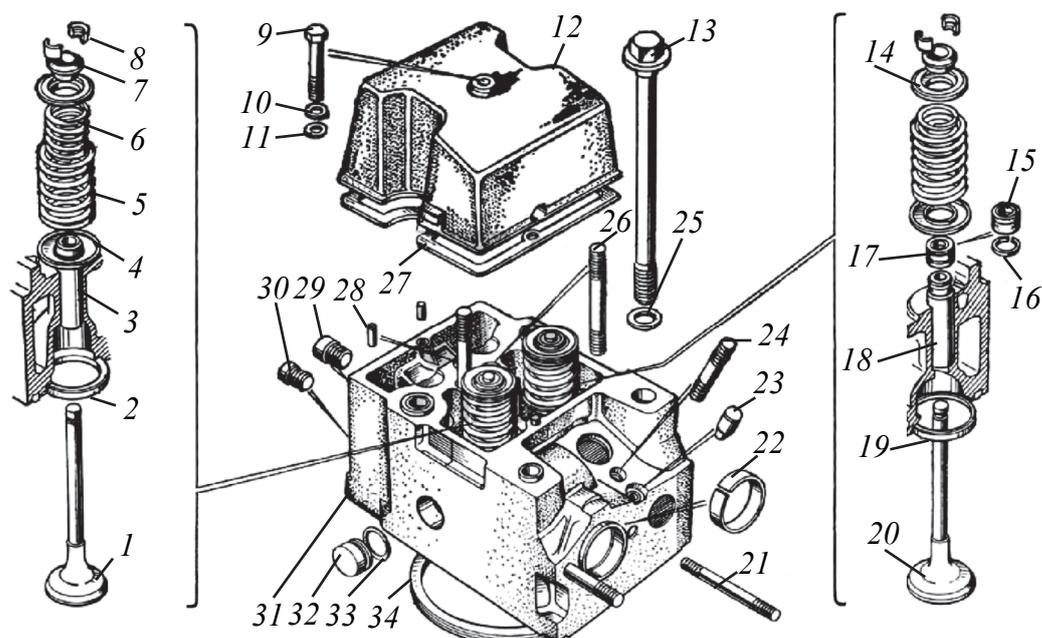


Рис. 10. Головка цилиндра с клапанами:

- 1 – выпускной клапан; 2 – седло выпускного клапана;
 3 – направляющая втулка выпускного клапана; 4 – пружинная шайба клапана; 5 – наружная пружина клапана; 6 – внутренняя пружина клапана; 7 – втулка тарелки; 8 – сухарь клапана;
 9 – болт крепления крышки; 10 – плоская шайба; 11, 25 – шайбы;
 12 – крышка головки цилиндров; 13 – болт крепления головки цилиндра; 14 – тарелка пружин клапана; 15 – уплотнительная манжета впускного клапана; 16 – кольцо манжеты; 17 – уплотнительная манжета впускного клапана в сборе; 18 – направляющая втулка впускного клапана; 19 – седло впускного клапана; 20 – впускной клапан;
 21 – шпилька крепления патрубка выпускного коллектора;
 22 – предохранительная втулка прокладки патрубка;
 23 – опора скобы; 24 – шпилька крепления скобы; 26 – шпилька крепления стойки коромысел; 27 – прокладка крышки головки цилиндров; 28 – штифт стойки оси коромысел; 29 – ввертыш крепления впускного коллектора; 30 – ввертыш крепления водяной трубы; 31 – головка цилиндра; 32 – заглушка головки цилиндра; 33 – уплотнительное кольцо заглушки;
 34 – опорное кольцо газового стыка

7. Изучить конструкцию газораспределительного вала и определить угол расположения одноименных кулачков на газораспределительном валу.

8. Ознакомиться с приводом газораспределительного вала. Выяснить назначение меток на распределительных шестернях коленчатого и газораспределительного валов.

9. Изучить конструкцию толкателей и способы установки их на кулачках газораспределительного вала.

10. Собрать ГРМ двигателя, соблюдая обратную последовательность операций.

11. Проверить щупом зазоры между клапанами и коромыслом первого цилиндра, установив предварительно поршень первого цилиндра в верхнюю мертвую точку такта сжатия. Для этого повернуть коленчатый вал двигателя до совмещения меток на шестернях коленчатого и газораспределительного валов. Если зазоры отличаются от приведенных в табл. 3, то их следует отрегулировать (операцию проводить на холодном двигателе) регулировочным винтом коромысла.

12. Ознакомиться с механизмом вращения клапанов и выяснить его назначение.

13. Рассмотреть устройство и назначение декомпрессионного механизма и ознакомиться с его регулировкой.

14. Изучить и начертить фазы газораспределения в соответствии с рис. 10 ($\alpha = 10-22^\circ$; $\beta = 40-75^\circ$; $\gamma = 30-70^\circ$; $\delta = 2-30^\circ$) и установку газораспределения.

Таблица 3

**Значения тепловых зазоров
в механизме газораспределения двигателей лесных машин**

Марка двигателя	Тепловой зазор впускного клапана, мм	Тепловой зазор выпускного клапана, мм
ЯМЗ-236	0,25–0,30	0,25–0,30
ЯМЗ-238	0,25–0,30	0,25–0,30
Д-243	0,20–0,35	0,35–0,50
СМД-14	0,35	0,40
СМД-60	0,46–0,50	0,46–0,50
ЗИЛ-130	0,25–0,30	0,25–0,30

Содержание отчета

1. Раскрыть цель работы, описать установки, методику проведения лабораторной работы, расчетный материал, выполнить анализ и обобщить полученные результаты, сформулировать выводы.

2. Вычертить схему газораспределительного механизма с верхним расположением клапана и нижним расположением газораспределительного вала с указанием основных деталей и теплового зазора.

3. Начертить кинематическую схему привода газораспределительного вала изучаемых двигателей.

4. Вычертить диаграмму фаз газораспределения с указанием величин углов опережения и запаздывания открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов для изучаемых двигателей и заполнить табл. 4.

Таблица 4

**Измеряемые показатели и регулировочные данные
газораспределительных механизмов двигателей внутреннего сгорания**

Показатель	Д-245	Д-260	ЗИЛ-508
Фазы газораспределения, град:			
1) впускной клапан:			
– начало открытия			
– конец закрытия			
2) выпускной клапан:			
– начало открытия			
– конец закрытия			
Зазор между торцом клапана и бойком коромысла, мм			
Распределительный вал:			
– число опорных шеек			
– способ ограничения осевого смещения			
– тип декомпрессионного механизма			

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

Контрольные вопросы

1. Назначение и общее устройство ГРМ.
2. Преимущества ГРМ с верхним расположением клапанов.
3. Грибообразные, цилиндрические со сферическими опорными поверхностями, роликовые и гидравлические толкатели. Конструкция, принцип работы.
4. Устройство и принцип действия механизма вращения клапанов во время работы двигателей.
5. Определение фаз газораспределения.
6. Понятие теплового зазора, установка и регулировка.
7. Механизмы, обеспечивающие автоматическую установку теплового зазора.
8. Назначение декомпрессионных механизмов.

Лабораторная работа № 3

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, конструктивные схемы и устройство систем охлаждения двигателей лесных машин, пути циркуляции охлаждающей жидкости и способы регулирования теплового баланса двигателя.

Применяемое оборудование и материалы: натурные макеты поршневых двигателей (ЯМЗ, ММЗ, СМД и ЗИЛ), агрегаты системы охлаждения, подборка плакатов «Система охлаждения».

Подготовка к занятию: уяснить необходимость поддержания оптимального температурного баланса двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Разобраться в особенностях открытых и закрытых жидкостных систем охлаждения. Выяснить преимущества и недостатки таких охлаждающих жидкостей, как дистиллированная вода, тосол и антифриз, способы смягчения жесткости воды. Уяснить достоинства и недостатки жидкостной и воздушной систем охлаждения, а также способы поддержания минимальной и максимальной температур охлаждающей жидкости.

Общие сведения

Мощностные, ресурсные и экономические показатели поршневых ДВС, при прочих равных условиях, зависят от температурного режима. Имеется оптимальный диапазон температур 90–105°C, при котором двигатель развивает максимальную мощность, а расход топлива минимален.

В результате сгорания рабочей смеси в цилиндрах выделяется большое количество тепла, вызывающее интенсивный нагрев деталей двигателя. Перегрев стенок цилиндров и камер сгорания, поршней и клапанов, т. е. работа двигателя при повышенном тепловом режиме, приводит к следующим основным отрицательным явлениям: вязкость смазочного масла уменьшается, в связи с чем оно плохо удерживается в зазорах трущихся пар, что служит

причиной увеличения износа и снижения срока службы; коэффициент наполнения цилиндра уменьшается, что вызывает снижение мощности; возрастает опасность детонации из-за преждевременного воспламенения рабочей смеси; возможно заклинивание поршня в гильзе.

Переохлаждение двигателя, т. е. работа при пониженном тепловом режиме, также приводит к ряду отрицательных явлений: загустевает смазочный материал, что вызывает рост сил трения, повышение износа и снижение мощности двигателя; условия смесеобразования ухудшаются, поэтому расход топлива увеличивается; происходит конденсация паров топлива в камере сгорания и разжижение масла в картере; в дизелях переохлаждение двигателя приводит к засмолению поршневых колец.

Для обеспечения работы двигателя в наиболее благоприятном, оптимальном тепловом диапазоне необходимо 25–30% тепла, выделяющегося при сгорании топлива, принудительно отводить в окружающую среду. Для этой цели служит система охлаждения.

Поскольку тепловое состояние двигателя существенно влияет на его показатели (мощность, экономичность, надежность, долговечность), к системе охлаждения предъявляются высокие требования, главные из них: поддерживать оптимальный тепловой режим двигателя при работе в разнообразных климатических зонах и при различных нагрузках, расходовать для своей работы минимум мощности двигателя, иметь простую конструкцию, не требовать больших трудозатрат при техническом обслуживании и ремонте.

В автотракторных двигателях внутреннего сгорания применяются два типа систем охлаждения – воздушная и жидкостная.

При воздушной системе охлаждения ребренные наружные поверхности блока цилиндров и головки омываются мощным потоком воздуха, создаваемым вентилятором, т. е. отводимое тепло передается непосредственно окружающей среде.

В двигателях с жидкостной системой охлаждения тепло от нагретых деталей передается промежуточному теплоносителю – охлаждающей жидкости.

В автотракторных двигателях преимущественное распространение получила жидкостная система охлаждения, однако в последнее время прослеживается тенденция к более широкому применению воздушной системы, которая имеет ряд существенных достоинств: простота конструкции; проще обслуживание – отсутствует

потребность в охлаждающей жидкости, очистке от накипи и устранении течей; исключается опасность размораживания двигателя.

Вместе с тем воздушная система охлаждения имеет и недостатки: неравномерное охлаждение цилиндров в многоцилиндровых двигателях; трудно обеспечить оптимальное охлаждение при переменной нагрузке; повышенная тепловая напряженность стенок цилиндров, что приводит к снижению коэффициента наполнения; повышенный шум двигателя.

Современные системы воздушного охлаждения не могут полностью обеспечить нормальное тепловое состояние всех деталей двигателя главным образом из-за неравномерности их охлаждения, в связи с чем, несмотря на эксплуатационные преимущества, на лесотранспортных машинах применяются исключительно двигатели жидкостного охлаждения.

Благодаря тому, что жидкий теплоноситель обладает в 20–25 раз большей, чем воздух, теплопроводностью, жидкостные системы охлаждения обеспечивают необходимую интенсивность отвода тепла и достаточно равномерное температурное поле охлаждаемых деталей. Жидкостные системы охлаждения отработаны достаточно хорошо и создают условия для работы двигателей в оптимальном тепловом диапазоне на большинстве режимов.

Наряду с этим решающим достоинством и широким применением жидкостная система охлаждения имеет следующие недостатки: сложность конструкции (большое количество различных патрубков, шлангов и уплотнений, которые могут давать течь и требуют постоянного наблюдения), сложность обслуживания, особенно в зимнее время, потребность в жидком теплоносителе.

В качестве теплоносителя в жидкостных системах охлаждения чаще всего используется вода. Основным недостатком воды как теплоносителя является высокая температура замерзания, что вызывает опасность размораживания двигателя (объем воды при замерзании увеличивается значительно – на 9%).

В связи с этим в зимнее время в северных и восточных районах применяют вместо воды специальные жидкости, замерзающие при низких температурах (антифризы и тосолы). Лучшие антифризы – водные растворы этиленгликоля, к которым для предотвращения коррозии добавляют антикоррозийные присадки. Отечественная промышленность изготавливает этиленгликолевые антифризы марок 40 и 65 и тосолы (Тосол А, Тосол-40, Тосол-65)

с температурой замерзания двух последних -40 и -65°C . Ценным свойством антифриза, предохраняющим двигатель от размораживания, является то, что при полном замерзании его объем увеличивается всего лишь на 0,25%.

В зависимости от факторов, вызывающих циркуляцию охлаждающей жидкости, различают три вида жидкостного охлаждения: **термосифонную**, **смешанную** и **принудительную**. В термосифонной системе циркуляция теплоносителя основана на разности удельных масс жидкости, нагретой в водяной рубашке и охлажденной в радиаторе. В смешанной системе термосифонная циркуляция усиливается центробежным насосом. В принудительной системе циркуляция охлаждающей жидкости осуществляется исключительно за счет работы центробежного насоса, приводимого от коленчатого вала двигателя.

Наибольшее применение в автотракторных двигателях получила принудительная система, так как благодаря интенсивной циркуляции охлаждающей жидкости емкость системы в этом случае невелика.

Жидкостные системы охлаждения могут быть **открытые** и **закрытые**. В открытой системе охлаждающая жидкость постоянно соединяется через пароотводящую трубку с атмосферой. Недостатки открытой системы: большое испарение и расход воды, увеличенное отложение накипи и ухудшенный отвод тепла от нагретых деталей.

На рис. 11. показана схема жидкостной закрытой системы охлаждения с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости.

Водяная рубашка блока цилиндров и головки блока, радиатор

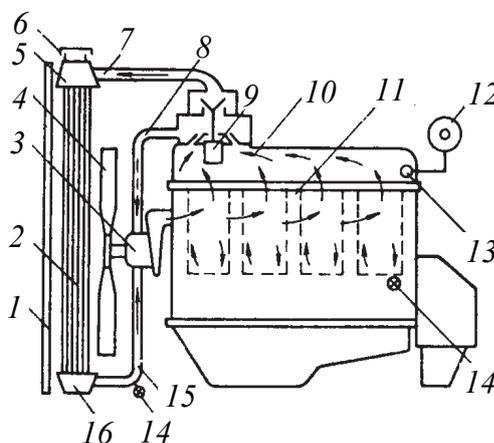


Рис. 11. Схема жидкостной принудительной закрытой системы охлаждения:

- 1 – жалюзи; 2 – сердцевина радиатора; 3 – водяной насос;
- 4 – вентилятор; 5 – верхний бачок радиатора; 6 – пробка радиатора с паровоздушным клапаном;
- 7 – верхний патрубок;
- 8 – перепускной патрубок;
- 9 – термостат; 10 – водяная рубашка головки; 11 – водяная рубашка блока цилиндров; 12 – термометр;
- 13 – датчик термометра;
- 14 – сливной краник;
- 15 – нижний патрубок;
- 16 – нижний бачок радиатора

и патрубки через заливную горловину заполнены водой. Охлаждающая жидкость омывает стенки цилиндров и камер сгорания работающего двигателя и, нагреваясь, охлаждает их. Центробежный водяной насос нагнетает воду в рубашку блока цилиндров, из которой нагретая вода поступает в рубашку головки блока и затем по верхнему патрубку вытесняется в радиатор. Охлажденная в радиаторе вода по нижнему патрубку возвращается к насосу.

Циркуляция жидкости в зависимости от теплового состояния двигателя изменяется с помощью термостата. При температуре охлаждающей жидкости ниже $70\text{--}75^\circ\text{C}$ основной клапан термостата закрыт. В этом случае жидкость не поступает в радиатор (циркулирует по малому контуру через патрубок), что способствует быстрому прогреву двигателя до оптимального теплового режима. При нагревании термочувствительного элемента термостата до $70\text{--}75^\circ\text{C}$ основной клапан термостата начинает открываться и пропускает воду в радиатор, где она охлаждается. Полностью термостат открывается при $83\text{--}90^\circ\text{C}$. С этого момента охлаждающая жидкость циркулирует по радиаторному (большому) контуру. Температурный режим двигателя регулируется также с помощью поворотных заслонок жалюзи, путем изменения воздушного потока, создаваемого вентилятором и проходящего через радиатор.

В пробке б заливной горловины радиатора установлен паровоздушный клапан, который соединяет систему охлаждения с атмосферой при повышении избыточного давления до $0,1$ МПа или возникновении разрежения свыше $0,013$ МПа.

Охлаждающая жидкость из системы охлаждения сливается через сливные краники, установленные на нижнем патрубке и в нижней части рубашки блока цилиндров.

Водяная рубашка двигателя образована двойными стенками головки и блока цилиндра. У большинства двигателей вода подводится в верхнюю часть водяной рубашки, где размещена водораспределительная труба, что позволяет более интенсивно охлаждать наиболее нагреваемые участки двигателей и обеспечивать сравнительно одинаковые температурные условия по всей высоте цилиндров.

Радиаторы по устройству сердцевины разделяются на две группы: с водяными трубками (трубчатые) и с воздушными трубками (сотовые). Преобладающее применение получили трубчатые радиаторы с медными или латунными оребренными трубками.

Площадь поверхности охлаждения радиатора находится в следующих пределах: $F \approx (0,30-0,40) \cdot N_e, \text{ м}^2$.

Перепад температур воды при входе и выходе из радиатора при принудительной циркуляции составляет 5–10°C.

Паровоздушный клапан служит для сообщения закрытой системы охлаждения с атмосферой. Представляет собой сочетание двух клапанов – парового (выпускного) и воздушного (впускного). Паровой клапан открывается при давлении более 0,120–0,135 МПа и перепускает пар в атмосферу. Повышенное давление в системе позволяет повысить температуру кипения воды до 105–108°C и, следовательно, уменьшить парообразование. Если давление в системе находится в пределах от 0,120–0,135 до 0,095–0,098 МПа, оба клапана закрыты. Воздушный клапан открывается при давлении ниже 0,095–0,098 МПа и соединяет систему с атмосферой. Этим трубки радиатора предохраняются от деформации при охлаждении двигателя, когда в системе охлаждения создается вакуум.

Вентилятор служит для усиления потока воздуха, проходящего через сердцевину радиатора. Большое распространение получили четырех- и шестилопастные вентиляторы со штампованными лопастями. Привод выполняется обычно клиноременной передачей, и реже – шестеренчатой. Интенсивность охлаждения значительно увеличивается при установке за радиатором направляющего кожуха-диффузора.

В жидкостной системе охлаждения применяются одноступенчатые **центробежные насосы** низкого давления. Они конструктивно просты, имеют небольшие габаритные размеры, обеспечивают высокую производительность.

Термостат предназначен для автоматического регулирования температуры охлаждающей жидкости и ускорения прогрева двигателя в период пуска. Регулирование осуществляется изменением сечения для прохода воды, поступающей из водяной рубашки в радиатор. Термостаты бывают с жидким наполнителем (сильфонные) и твердым наполнителем (термоклапаны). Последние применяются в закрытых жидкостных системах охлаждения.

Шторки радиатора служат для регулирования интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор. Шторки поворачивают вручную системой тяг и рычагов, выведенных в кабину водителя. Такой способ используется одновременно с регулированием циркуляции воды термостатом.

В последние годы прослеживается тенденция к более широкому применению воздушной системы охлаждения, которая имеет ряд существенных достоинств перед жидкостной. При воздушной системе охлаждения теплота от стенок камер сгорания и цилиндров отводится непосредственно потоком воздуха. Цилиндры и головки блока двигателей с воздушным охлаждением делают ребренными, что значительно увеличивает площадь поверхности их охлаждения. Если двигатель многоцилиндровый, то цилиндры, как правило, выполняют отдельно, а затем устанавливают в общий блок.

Схема системы воздушного охлаждения приведена на рис. 12.

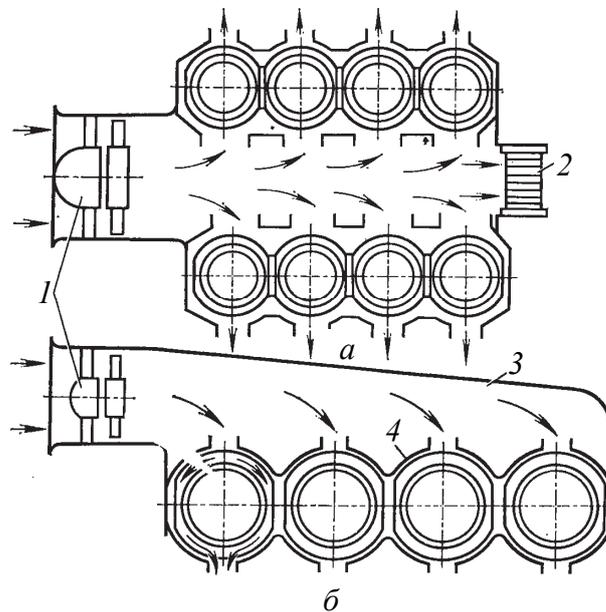


Рис. 12. Схемы воздушного охлаждения двигателей:

a – V-образного; *б* – рядного:

1 – вентилятор со встроенной гидромуфтой;

2 – масляный радиатор; *3* – кожух; *4* – дефлектор

При работе двигателя воздух поступает к вентилятору через направляющий аппарат, а затем нагнетается под кожух. От кожуха воздушный поток с большой скоростью подается к цилиндрам и головкам, проходит между ребрами и охлаждает нагретые узлы и детали. Эффективное и равномерное охлаждение достигается применением дефлекторов, представляющих собой направляющие устройства для подачи потока воздуха к ребренным поверхностям с определенной скоростью и направлением.

Воздух в первую очередь подается к наиболее горячим местам головки цилиндров – к перемычкам между седлами клапанов, к свечам зажигания (карбюраторные и газовые двигатели) или к форсункам в дизелях.

Привод вентилятора осуществляется от коленчатого вала с помощью ременной передачи через гидромуфту, встроенную в вентилятор. Регулирование температурного режима в этом случае обеспечивается автоматически за счет изменения расхода масла через гидромуфту.

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с компоновкой агрегатов и приборов системы охлаждения на изучаемых двигателях, используя рис. 11 (см. на с. 35), их назначением и принципом работы.

2. Изучить принцип работы и схему смазки подшипников водяного насоса и вентилятора, а также способы натяжения приводных ремней, роль термостата и принцип его действия.

3. Ознакомиться с устройством и назначением водяной рубашки.

4. Рассмотреть конструктивные особенности радиатора жидкостной системы охлаждения. Выяснить устройство и принцип работы паровоздушного клапана.

5. Разобраться с особенностями привода водяного насоса и вентилятора изучаемых двигателей.

6. Изучить пути циркуляции охлаждающей жидкости на различных режимах работы двигателя. Рассмотреть конструктивные особенности и принцип работы термостатов с жидким наполнителем (сильфонные) и с твердым наполнителем (термоклапаны).

7. Разобраться, каким образом производится изменение интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор.

8. Провести измерение лобовой площади сердцевины радиатора; диаметра и ширины лопастей вентилятора; основных размеров крыльчатки водяного насоса.

9. Исследовать производительность водяного насоса на различной частоте вращения коленчатого вала; пропускную способность основного и вспомогательного клапанов термостата; количество тепла, отводимого системой охлаждения.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.

2. В соответствии с рис. 11 и 12 (см. на с. 35 и 38) вычертить принципиальные схемы жидкостной и воздушной систем охлаждения изучаемых двигателей с указанием направления циркуляции охлаждающей жидкости и основных агрегатов. Привести назначение узла или систем, наименование его деталей, конструктивную схему, принцип работы и регулировки.

3. В зависимости от мощности изучаемых двигателей определить минимальную поверхность охлаждения радиатора. Сравнить полученные результаты с проведенными зазорами лобовой площади сердцевины радиатора. Заполнить табл. 5.

Таблица 5

Установленные параметры системы охлаждения

Параметр	Д-245	Д-260	ЗИЛ-508	СМД-62
Емкость системы охлаждения, л				
Производительность насоса, л/мин				
Диаметр вентилятора, мм				
Производительность вентилятора, м ³ /ч				
Температура включения муфты включения вентилятора, °С				
Рабочая температура охлаждающей жидкости, °С				
Температура начала открытия клапана термостата, °С				
Давление в системе охлаждения, МПа				
Натяжение ремня вентилятора: прогиб, мм				

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

Контрольные вопросы

1. Назначение, типы и основные требования, предъявляемые к системам охлаждения.

2. Общее устройство и принцип действия жидкостной системы охлаждения, элементы и приборы системы водяного охлаждения.

3. Водяная рубашка, радиатор, паровоздушный клапан (назначение, конструкция).

4. Водяной насос, вентилятор и термостат (назначение, конструкция, принцип работы).

5. Достоинства и недостатки жидкостной и воздушной систем охлаждения.

6. Теплоносители жидкостной системы охлаждения, состав, преимущества и недостатки.

7. Контроль и регулировка натяжения приводного ремня вентилятора.

8. Методы смягчения жесткой воды.

9. Способы промывки и удаления накипи из жидкостной системы охлаждения.

СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, конструктивные схемы и устройство смазочных систем двигателей лесных машин, принцип работы приборов смазочной системы и путь масла к трущимся парам на различных режимах работы двигателя.

Применяемое оборудование и материалы: натурные макеты поршневых двигателей (ЯМЗ, ММЗ, СМД и ЗИЛ), систем смазки, центрифуги, масляного насоса, приборы смазочной системы, подборка плакатов «Смазочная система».

Подготовка к занятию: уяснить назначение смазочной системы и требования к ней, способы подачи масла к узлам трения (под давлением и разбрызгиванием). Изучить используемые смазочные масла, их маркировку и требования, предъявляемые к ним. Выяснить назначение приборов, агрегатов и других устройств смазочной системы.

Общие сведения

Одним из недостатков поршневых двигателей внутреннего сгорания является наличие большого количества движущихся деталей, имеющих значительные поверхности трения. При этом трущиеся (сопряженные) пары работают при высоких температурах и воспринимают значительные динамические нагрузки. Трение вызывает износ трущихся деталей, выделение тепла и требует затрат мощности.

Принято различать трение **сухое**, **полусухое**, **полужидкостное** и **жидкостное**.

При сухом трении рабочие поверхности деталей сухие и непосредственно соприкасаются одна с другой (в практических условиях сухое трение не существует).

Полусухое трение получается при наличии тонкого смазочного слоя, когда значительная часть бугорков твердых трущихся поверхностей еще соприкасается, деформируется и срезается.

При жидкостном трении рабочие поверхности полностью разделены достаточно толстым слоем масла. В реальных поршневых ДВС жидкостное трение удается осуществить в основном только в подшипниках коленчатого и распределительного валов на рабочих режимах.

При полужидкостном трении масляный слой не полностью разделяет трущиеся поверхности. В этом случае в местах разрыва масляного слоя неровности трущихся поверхностей могут соприкасаться между собой (граничное трение). Полужидкостное трение наиболее характерно для цилиндропоршневой группы деталей.

Для обеспечения долговечной работы двигателя при минимальных затратах мощности на привод всех его механизмов необходима смазка трущихся поверхностей.

В связи с этим все поршневые ДВС имеют **систему смазки** – совокупность устройств, которые подают масло в необходимом количестве к трущимся поверхностям.

Введение слоя масла между трущимися поверхностями поршневых ДВС не только снижает трение и износ деталей, но и выполняет другие очень важные функции: отводит тепло, возникающее вследствие трения; защищает детали от коррозии; очищает трущиеся поверхности от нагара и продуктов износа; способствует уплотнению поршневыми кольцами рабочей полости цилиндра.

Система смазки двигателей автомобилей и тракторов должна обеспечивать: бесперебойную подачу масла к трущимся деталям при работе на различных скоростных и нагрузочных режимах и в различных условиях эксплуатации; высокую степень очистки масла от механических примесей; возможность длительной работы двигателя под нагрузкой без перегрева масла.

В зависимости от способа подачи масла к трущимся поверхностям различают системы смазки **разбрызгиванием, под давлением и комбинированную**.

Система смазки разбрызгиванием вследствие своего несовершенства (зависимость подачи масла от уровня, быстрое старение, окисление масла, отсутствие надежной фильтрации) распространения не получила.

В системе смазки под давлением подача масла к трущимся поверхностям осуществляется принудительно масляным насосом по специальным маслопроводам или сверлениям. Из-за конструктивной сложности в чистом виде она не используется.

У большинства автотракторных двигателей применяют комбинированные системы смазки, в которых сочетаются способы подачи масла разбрызгиванием и под давлением. Под давлением масло подводится к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, к подшипникам распределительного вала, к осям коромысел и накопникам штанг, к втулкам распределительных шестерен. В некоторых конструкциях под давлением смазывается сопряжение верхней головки шатуна с поршневым пальцем, а также организуется принудительный впрыск масла на поверхность зеркала цилиндра. Остальные трущиеся детали двигателя смазываются разбрызгиванием.

В основу работы комбинированной системы смазки различных двигателей положена одна и та же принципиальная схема (рис. 13). Масло из картера (масляного поддона 1) через маслоприемник 6 нагнетается шестеренчатым насосом, состоящим из двух секций.

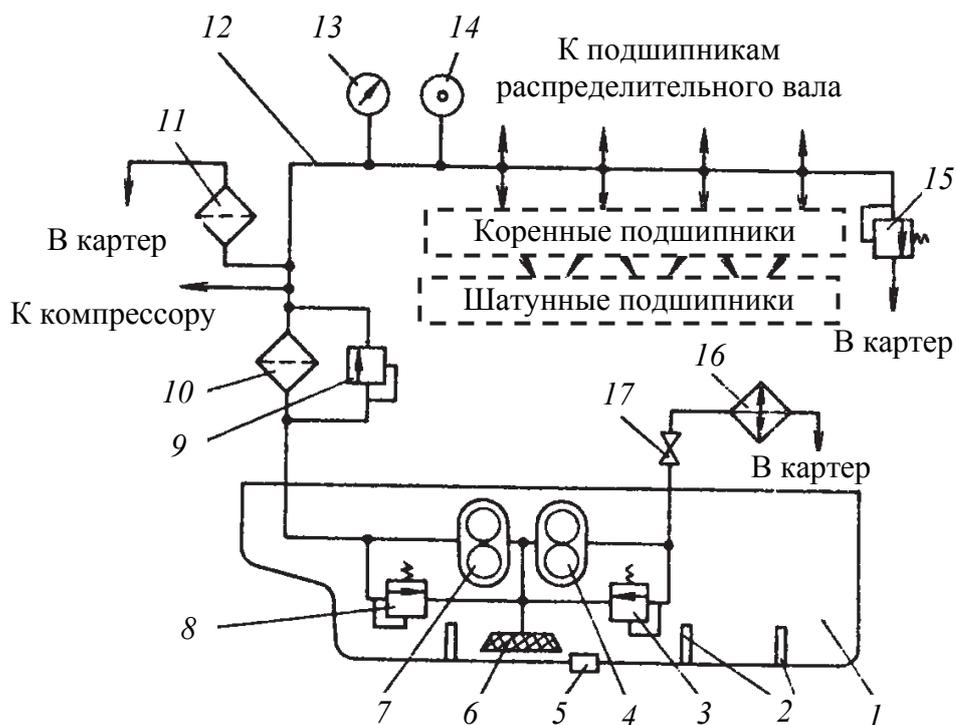


Рис. 13. Принципиальная схема комбинированной системы смазки:
 1 – масляный поддон; 2 – перегородки; 3 – предохранительный клапан радиаторной секции; 4 – радиаторная секция масляного насоса; 5 – магнитная пробка; 6 – маслоприемник; 7 – основная секция масляного насоса; 8 – редукционный клапан; 9 – перепускной клапан; 10 – фильтр грубой очистки; 11 – фильтр тонкой очистки; 12 – главная масляная магистраль; 13 – манометр; 14 – термометр; 15 – сливной клапан; 16 – масляный радиатор; 17 – кран отключения масляного радиатора

Основная секция насоса 7 подает масло к фильтру грубой очистки 10, включенному последовательно. Параллельно фильтру включен перепускной клапан 9, пропускающий неочищенное масло, минуя фильтр, в главную масляную магистраль 12 в тех случаях, когда давление перед фильтром возрастает (засорение фильтрующего элемента, высокая вязкость масла при пуске, большая частота вращения коленчатого вала). Клапан 9 регулируется на перепад давления при входе и выходе из фильтра на 0,08–0,28 МПа. Давление нагнетания основной секции насоса ограничивается редукционным клапаном 8. При давлении выше установленной нормы клапан открывается и лишнее масло сливается в картер. Клапан 8 регулируется на давление 0,3–0,4 МПа у карбюраторных двигателей и на 0,7–0,8 МПа у дизелей.

После фильтра грубой очистки поток масла разделяется на две части. Меньшая часть поступает в фильтр тонкой очистки 11, подключенный параллельно, и после очистки сливается в картер; большая часть нагнетается в главную масляную магистраль 12 и смазывает под давлением коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, подшипники распределительного вала. Далее за счет золотникового устройства, образуемого лысками и канавками на опорных шейках распределительного вала, масло прерывистым (пульсирующим) потоком поступает под давлением к осям коромысел, к втулкам распределительных шестерен и к узлу осевой фиксации распределительного вала.

Все другие детали (рабочие поверхности цилиндров, кулачки распределительного вала, зубья шестерен распределения и т. д.) смазываются мельчайшими каплями масла (туманом), вытекающего из подшипников коленчатого вала и разбрызгиваемого вращающимися деталями двигателя. В современных автотракторных двигателях для обеспечения надежной смазки зеркала цилиндра применяется периодический впрыск масла из отверстий в нижних (кривошипных) головках шатуна.

В главной масляной магистрали установлен сливной клапан 15, который обеспечивает более точное поддержание давления непосредственно у подшипников коленчатого вала. Сливной клапан перепускает лишнее масло в поддон картера, когда давление в главной масляной магистрали 12 выше 0,25–0,45 МПа.

Давление масла перед поступлением в подшипники коленчатого вала контролируется манометром 13, а температура масла –

термометром 14, который установлен на щитке контрольных приборов.

Нормальная температура масла в автотракторных двигателях, загруженных до полной мощности, должна находиться в пределах 80–90°C. При такой температуре и номинальной частоте вращения коленчатого вала давление масла должно составлять 0,25–0,45 МПа. Минимальное давление масла в системе допускается не ниже 0,08 МПа.

Для охлаждения масла при работе двигателя с большой нагрузкой или при температуре воздуха выше 20°C краником 17 включают масляный радиатор 16. Масло в радиатор нагнетается радиаторной секцией насоса 4. Охлажденное в радиаторе масло сливается в поддон картера. Если запорный кран 17 масляного радиатора закрыт или масло слишком густое, редукционный клапан 3 ограничивает наибольшее давление в пределах 0,12–0,15 МПа, сливая излишек масла в картер.

Масляный насос предназначен для подачи масла под давлением, гарантирующим его проникновение в зазоры между трущимися деталями и сохранение оптимальной величины масляного слоя.

У автотракторных двигателей широко применяются насосы шестеренчатого типа. Они просты по устройству и надежно работают. Шестеренчатые насосы выполняются с числом секций от одной до трех. Производительность масляных насосов составляет до 400 л/ч, а мощность, затрачиваемая на привод, – до 1,0 кВт. Привод масляного насоса осуществляется шестерней, выполненной на распределительном валу, или шестерней, находящейся в постоянном зацеплении с распределительными шестернями двигателя.

Маслоприемники насоса бывают неподвижными или плавающими и снабжаются сетчатыми фильтрами для предварительной очистки масла. По сравнению с неподвижным плавающий маслоприемник дает возможность забирать масло в насос из верхних, наиболее чистых слоев, так как отстой и металлические частицы находятся в нижних слоях масла.

Давление, создаваемое насосом, зависит от частоты вращения, вязкости масла, размера зазоров и состояния двигателя. В процессе работы двигателя частота вращения и вязкость масла изменяются в широких пределах. Изменяется и состояние двигателя. Износ дета-

лей приводит к увеличению зазоров в сопряженных узлах, при этом количество масла, вытекающее через зазоры, возрастает. Для бесперебойной подачи масла ко всем сопряженным узлам производительность масляного насоса рассчитывается со значительным избытком, покрывающим возможные колебания давления.

При давлении выше нормы **редукционный клапан** перепускает избыток масла в картер или во всасывающую полость насоса.

Редукционный клапан предохраняет систему от повреждений при чрезмерном повышении давления. Это важно при пуске непрогретого двигателя, когда вследствие большой вязкости масла давление, создаваемое насосом, резко возрастает также при засорении магистрали. Редукционный клапан устанавливается в корпус насоса и обычно пропускает от 40 до 50% масла, нагнетаемого насосом.

Перепускной клапан служит для временного автоматического (полного или частичного) отключения масляных фильтров или масляного радиатора. Устройство перепускного клапана такое же, как редукционного клапана. Перепускной клапан масляного радиатора (если имеется) перепускает масло внутри насоса или на слив, минуя радиатор в те периоды, когда температура масла ниже нормальной и охлаждать его нет необходимости, например, во время пуска.

При повышенных температурах окружающей среды температура картерного масла значительно возрастает. Увеличение температуры влечет за собой преждевременное старение масла, понижает его вязкость, ухудшает охлаждение и уменьшает мощность двигателя. Для автоматического поддержания температуры масла в определенных, оптимальных границах и для более интенсивного принудительного охлаждения масла применяют **воздушно- и водомасляные радиаторы**.

Масляные радиаторы выполняются преимущественно трубчатыми и более жесткими, чем водяные, вследствие более высоких давлений в системе смазки.

В процессе работы двигателя качество масла значительно ухудшается в результате явлений химического разложения, насыщения влагой, разжижения топливом, загрязнения механическими примесями, всегда сопутствующими работе двигателя.

Накапливающиеся в масле твердые частицы имеют размер 1–2 мкм, реже – 3–5 мкм. Иногда размер частиц достигает 60–

120 мкм, что значительно превосходит величину зазоров в сопряженных узлах и вызывает интенсивный износ деталей двигателя.

Чтобы понизить износ сопряженных деталей, необходимо непрерывно очищать масло в процессе работы двигателя с помощью специальных **масляных фильтров**. Наиболее распространены на ДВС механические и центробежные фильтры.

Различают **фильтры предварительной (грубой) и окончательной (тонкой) очистки** масла. Фильтры для грубой очистки (ФГО) обычно включаются последовательно с насосом и пропускают весь поток масла, нагнетаемый в магистраль. Фильтры тонкой очистки (ФТО) подключаются параллельно и очищают только часть масла.

Механические фильтры обладают способностью задерживать твердые частицы и небольшую часть смолистых веществ. Их снабжают различными фильтрующими элементами, металлической сеткой, тонкими металлическими профилированными лентами, металлическими, войлочными и бумажными пластинами, хлопчатобумажными очесами и нитками и др. Ленточные, пластинчатые и сетчатые фильтры осуществляют грубую очистку масла, войлочные и бумажные – тонкую.

Центробежные фильтры. Чаще всего применяются реактивные масляные центрифуги (РМЦ), в которых при вращении ротора на его внутренних стенках под действием центробежных сил осаждаются взвешенные в масле механические примеси (продукты износа, продукты старения масла и др.) с удельным весом, превышающим плотность масла. Ротор вращается с высокой скоростью (до 6000 мин⁻¹) за счет реакции вытекающей струи масла. РМЦ проста, удобна и надежна в эксплуатации. Она сокращает эксплуатационные затраты, увеличивает срок службы масла и способствует снижению износа деталей двигателя. Отложения, накапливающиеся в роторе, незначительны и медленно ухудшают фильтрующие свойства. Пропускная способность не зависит от количества отложений.

Основной недостаток РМЦ состоит в том, что при работе двигателя на малых оборотах (пуск, прогрев, холостой ход) число оборотов ротора уменьшается и интенсивность очистки ухудшается.

В настоящее время на ряде двигателей РМЦ включается по схеме **насос – РМЦ – магистраль**. Такая система при последовательном включении РМЦ известна под названием «полнопоточная

реактивная масляная центрифуга». В этом случае исключается необходимость установки фильтров грубой очистки, создается надежная защита узлов трения от попадания в них механических примесей, увеличивается срок службы масла и снижается износ двигателей.

Вентиляция картера. В процессе работы двигателя из-за недостаточной герметизации цилиндров пары топлива проникают в картер, конденсируются и разжижают масло, а отработавшие газы образуют соединения, вызывающие коррозию деталей. Для непрерывного удаления из внутрикартерного пространства паров жидкого топлива и отработавших газов, а также для охлаждения масла устраивается естественная или принудительная вентиляция картера. Эта мера увеличивает срок службы масла и понижает износ деталей.

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с компоновкой агрегатов и приборов смазочной системы на изучаемых двигателях, используя рис. 13 (см. на с. 44).
2. Изучить назначение и принцип работы агрегатов и приборов смазочной системы.
3. Выяснить, какие узлы и детали изучаемых двигателей смазываются под давлением, а какие – разбрызгиванием.
4. Ознакомиться с устройством, принципом работы масляного насоса и его приводом и установкой контрольных приборов. Определить параметры шестерен масляного насоса (табл. 6). Провести исследования производительности масляного насоса в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя.
5. Проследить пути смазочного материала к трущимся поверхностям.
6. Выяснить назначение давления срабатывания и места установки масляных клапанов (редукционного, перепускного, предохранительного и сливного). Определить диаметры защитных клапанов.
7. Разобраться со способами очистки масла от продуктов старения, износа и др.
8. Изучить устройство масляных фильтров тонкой и грубой очистки, а также схему очистки масла в фильтрах изучаемых

двигателей. Определить диаметры сопел реактивной масляной центрифуги и калиброванного отверстия в стержне фильтра тонкой очистки. Провести исследования производительности фильтра тонкой очистки, реактивной масляной центрифуги, редукционного клапана в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, а также распределения потока масла от насоса в магистраль, фильтр тонкой очистки и через редукционный клапан. Разобраться с назначением и особенностями фиксированных и плавающих маслоприемников.

Таблица 6

Определяемые параметры в системе смазки

Параметр	Результаты измерения
Шестеренчатый масляный насос:	
– число зубьев	
– делительный диаметр, мм	
– модуль	
– производительность масляного насоса, л/мин	
Диаметры, мм:	
– защитных клапанов	
– сопел реактивной масляной центрифуги	
Производительность, л/мин:	
– фильтра тонкой очистки	
– реактивной масляной центрифуги	
Зазор, мм:	
– между зубьями шестерен	
– между наружным диаметром шестерни и стенками корпуса насоса	
Выступание шестерен за плоскость корпуса масляного насоса, мм	
Диаметры, мм:	
– оси ведомой шестерни	
– отверстия в ведомой шестерне	
– отверстия в корпусе насоса	
– валика ведущей шестерни	
Зазор, мм:	
– между корпусом насоса и ведущей шестерней	
– между осью и отверстием ведомой шестерни	

9. Изучить назначение и отличительные особенности конструкции масляного радиатора (в отличие от радиатора системы охлаждения).

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.

2. В соответствии с рис. 13 (см. на с. 44) вычертить принципиальную схему смазочной системы любого из изучаемых двигателей с указанием направления циркуляции смазочного масла и основных агрегатов.

3. По выбранному двигателю выписать основные данные: тип и емкость смазочной системы, количество клапанов и давление их срабатывания, тип фильтров, марка применяемого масла и сроки его смены.

4. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Назначение и типы систем смазки двигателя.

2. Трущиеся узлы и детали двигателя, смазываемые под давлением и разбрызгиванием.

3. Производительность масляного насоса и мощность, затрачиваемая на его привод.

4. Агрегаты смазочной системы, путь смазочного масла к трущимся поверхностям.

5. Назначение и устройство перепускного, предохранительного, сливного и редукционного клапанов и давление их срабатывания.

6. Способы очистки масла в фильтре грубой очистки и в масляной центрифуге.

7. Методы контроля загрязненности масляных фильтров.

8. Требования, предъявляемые к смазочным моторным маслам.

9. Отличительные особенности моторных масел для дизельных и бензиновых двигателей.

Лабораторная работа № 5

СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение и общее устройство системы питания карбюраторного двигателя, назначение, устройство и принцип работы основных приборов системы питания, а также карбюратора и его топливодозирующих систем.

Применяемое оборудование и материалы: натурный макет карбюраторного двигателя (ЗИЛ), стенд топливного насоса, приборы системы питания карбюраторного двигателя, подборка плакатов «Система питания карбюраторного двигателя. Приборы системы питания карбюраторного двигателя».

Подготовка к занятию: ознакомиться с марками применяемых в настоящее время бензинов и их характеристиками, требованиями к составу смеси при работе на различных режимах работы двигателя. Уяснить принцип работы простейшего карбюратора, главного и вспомогательных дозирующих устройств карбюратора. Разобраться со способами подачи бензина и назначением воздухоочистителей.

Общие сведения

Воздух, поступающий в двигатель, содержит пыль, количество которой зависит от условий работы, способа очистки и состояния воздухоочистительной системы.

При движении колесной машины по дороге с усовершенствованным покрытием содержание пыли в воздухе находится в пределах $0,01-0,02 \text{ г/м}^3$, а при движении по грунтовой дороге – $0,10-0,15 \text{ г/м}^3$. Пылесодержание воздуха на уровне $0,75-1,00 \text{ м}$ от поверхности пути в неблагоприятных условиях может варьировать в пределах $0,4-0,5 \text{ г/м}^3$. При движении гусеничных машин по пыльной грунтовой дороге вблизи ее поверхности содержание пыли в воздухе может достигать 6 г/м^3 , а на высоте $1,8-2,5 \text{ м}$ – около $1,25-2,00 \text{ г/м}^3$. По составу преобладает пыль, состоящая в основном из кремнезема, окислов алюминия, кальция и магния, а

также из органических веществ. Более 70% пылинок имеют размеры до 1 мкм.

Поступившая в двигатель пыль повышает интенсивность износа деталей, снижает его мощность, увеличивает расход горючесмазочных материалов. Как показали исследования, большое влияние на износ двигателя оказывают условия эксплуатации машины. Так, например, интенсивность износа цилиндров двигателя машины, эксплуатируемой летом на пыльных дорогах, в 10 раз выше, чем на асфальтированных дорогах, и в 50 раз выше, чем на зимних снежных дорогах.

Приведенные данные свидетельствуют, что для повышения долговечности и надежности работы двигателя, а также для сохранения его эффективности и экономичности засасываемый воздух должен тщательно очищаться.

Любой воздухоочиститель, независимо от его конструкции и принципа очистки воздуха, должен отвечать следующим требованиям:

1) гарантировать соответствующую степень очистки воздуха при данной его запыленности. Желательно, чтобы воздухоочиститель обеспечивал такую очистку, при которой пылесодержание очищенного воздуха не превышало бы $0,001 \text{ г/м}^3$;

2) обладать возможно малым сопротивлением, чтобы не вызывать снижения коэффициента наполнения и, следовательно, мощности двигателя.

Воздухоочистители двигателей лесотранспортных машин разделяются на три группы: фильтрующие, инерционные и комбинированные.

Фильтрующие и инерционные воздухоочистители бывают сухими и мокрыми. У последних поверхность фильтрации смачивается маслом. **Комбинированные воздухоочистители** могут иметь только сухие или мокрые и смешанные сочетания элементов.

Контактно-масляный воздушный фильтр состоит из корпуса с двойными стенками, между которыми образована камера, поглощающая шумы при всасывании воздуха. В нижней части корпуса расположена масляная ванна. Фильтрующий элемент, состоящий из двух слоев капроновой щетины, закрытых металлической сеткой, закреплен в крышке фильтра (рис. 14).

Воздух в воздушный фильтр поступает через кольцевую щель корпуса. Контактная с маслом, воздух резко меняет свое

направление и теряет наиболее тяжелые частицы пыли, оседающие в масляной ванне. В фильтрующем элементе, смоченном маслом, воздух дополнительно очищается от мельчайших частиц.

Уход за фильтром заключается в регулярной смене масла в масляной ванне и промывке фильтрующего элемента.

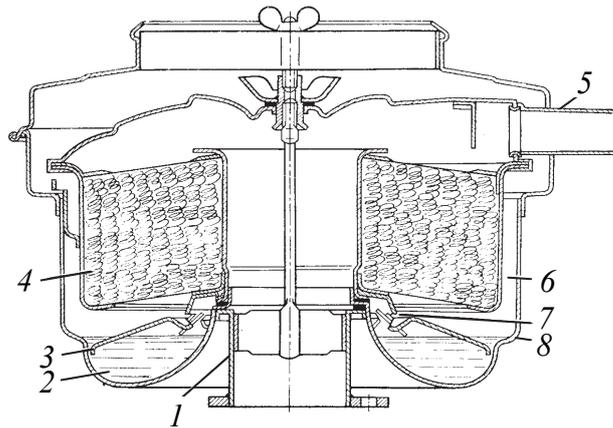


Рис. 14. Воздушный фильтр:

- 1, 5 – патрубки; 2 – масло; 3 – отражатель;
4 – фильтрующий элемент;
6 – кольцевая щель; 7 – кольцевое окно;
8 – корпус фильтра

Фильтр с сухим фильтрующим элементом отличается высоким качеством фильтрации воздуха и простотой ухода, в результате чего он начал находить широкое применение на карбюраторных и дизельных двигателях.

Фильтрующий элемент неразборной конструкции представляет собой гофрированный патрон из специальной бумаги мелкопористой структуры. Проходя сквозь поры фильтра, воздух оставляет на его поверхности практически все частицы пыли. Пыль, скапливающаяся на дне корпуса фильтра, выносится в атмосферу с помощью эжекционного отсоса.

Уход за такими фильтрами заключается в смене фильтрующего элемента через 8–10 тыс. км пробега или через 1000 ч работы.

Важными достоинствами бумажных фильтров являются их низкое сопротивление впуску, что способствует увеличению коэффициента наполнения, и простота ухода.

Принципиальная схема системы питания карбюраторного двигателя показана на рис. 15.

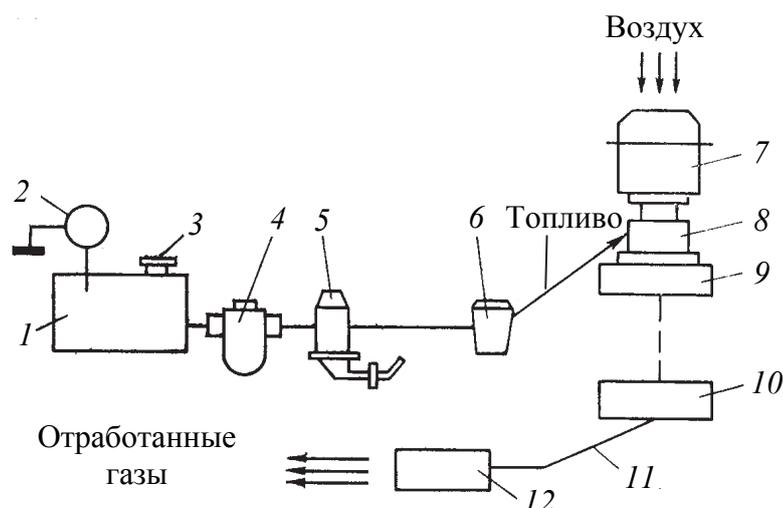


Рис. 15. Принципиальная схема системы питания карбюраторного двигателя:

- 1 – топливный бак; 2 – указатель уровня топлива;
 3 – заливная горловина с пробкой; 4 – фильтр грубой очистки;
 5 – топливный насос; 6 – фильтр тонкой очистки топлива;
 7 – воздушный фильтр; 8 – карбюратор;
 9 – впускной коллектор; 10 – выпускной коллектор;
 11 – выхлопная труба; 12 – глушитель

Топливо из бака 1 при помощи насоса 5, пройдя фильтр-отстойник 4 и фильтр тонкой очистки 6, направляется в карбюратор 8. Воздух поступает в карбюратор через воздухоочиститель 7. В карбюраторе топливо распыляется, испаряется и, перемешиваясь с воздухом, образует горючую смесь. Горючая смесь через впускной коллектор 9 поступает в цилиндры двигателя и, смешиваясь с остаточными газами, образует рабочую смесь. Рабочая смесь воспламеняется при помощи электрической искры и сгорает. Отработанные газы отводятся из цилиндров двигателя через выпускной коллектор 10 и глушитель 12 в атмосферу.

Необходимый запас горючего, достаточный для пробега автомобиля на 400–500 км, хранится в **топливном баке**. Горловина бака снабжена выдвижной трубой с сеткой и плотно закрывающейся пробкой. Для обеспечения нормальной подачи горючего в карбюратор и уменьшения его потерь от испарения в пробке устанавливаются клапаны. При разрежении в баке 0,0016–0,0034 МПа открывается впускной клапан и бак сообщается с атмосферой. Выпускной клапан открывается при повышении давления в баке на 0,011–0,018 МПа больше атмосферного. На баке размещается

электрический датчик указателя уровня топлива, а в днище бака имеется пробка для слива отстоя топлива.

Очистка топлива, поступающего в карбюратор, от влаги и механических частиц производится в фильтре-отстойнике и в фильтре тонкой очистки.

В корпусе **фильтра-отстойника** установлен фильтрующий элемент, состоящий из набора металлических пластин, между которыми образованы щели высотой не более 0,05 мм. Механические примеси, размер которых более этой величины, улавливаются и выпадают в осадок. Этот осадок и влага периодически сливаются через сливное отверстие фильтра.

Фильтр тонкой очистки установлен непосредственно перед карбюратором. Его сетчатый или мелкопористый керамический элемент способен улавливать мельчайшие механические примеси.

Для подачи топлива в карбюратор и преодоления сопротивления фильтров в системе питания карбюраторного двигателя применяется **диафрагменный насос** с механическим приводом (рис. 16).

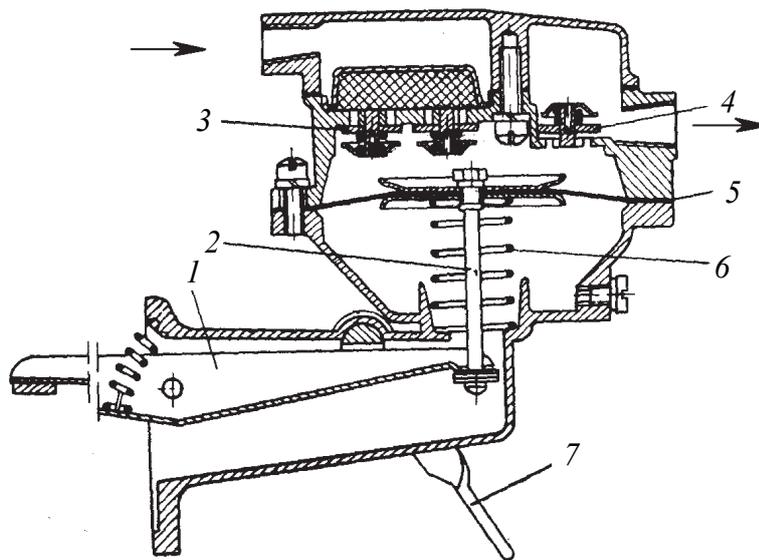


Рис. 16. Бензиновый насос:

- 1 – коромысло; 2 – шток; 3 – впускной клапан;
4 – нагнетательный клапан; 5 – диафрагма;
6 – пружина; 7 – рычаг ручной подкачки

Ход диафрагмы 5 вниз (всасывание) совершается с помощью штока 2 при повороте коромысла 1 на оси под воздействием эксцентрика распределительного вала. При этом пружина 6 сжимает-

ся и через впускные клапаны 3 наддиафрагменная полость заполняется топливом. При подъеме диафрагмы под воздействием сжатой пружины топливо через нагнетательный клапан 4 поступает в поплавковую камеру карбюратора. Подача топлива в карбюратор при неработающем двигателе производится рычагом 7.

Производительность насоса при отсутствии противодействия составляет 140–180 л/ч. У работающего двигателя насос автоматически изменяет свою производительность в соответствии с расходом топлива двигателем: при заполненной до нормального уровня поплавковой камере карбюратора бензонасос не может преодолеть противодействия, создаваемого игольчатым клапаном поплавковой камеры. При этом диафрагма 5 останавливается в промежуточном положении, а коромысло 1 своим вильчатым концом вхолостую качается относительно штока 2 диафрагмы. Для повышения надежности работы в конструкциях насосов наблюдается тенденция увеличения числа впускных и нагнетательных клапанов.

Топливом для карбюраторных двигателей является бензин, получаемый путем переработки нефти. Бензин представляет собой легкоиспаряющуюся жидкость плотностью $\gamma = 0,74 \text{ г/см}^3$ с наименьшей теплотой сгорания $h_u = 4360 \text{ кДж/кг}$ (10 400 ккал/кг).

Основными показателями, определяющими качество бензина, являются детонационная стойкость и фракционный состав.

Детонационная стойкость топлива оценивается октановым числом и определяется путем сравнения его с другим эталонным топливом, у которого детонационная стойкость известна.

Приготовление горючей смеси происходит в **карбюраторе**. Схема простейшего карбюратора приведена на рис. 17, а его основные элементы представлены на рис. 18.

Чтобы подготовить для каждого режима работы двигателя смесь необходимого состава в соответствии с желаемой характеристикой, карбюратор имеет следующие системы.

Главная дозирующая система служит для обеспечения смесеобразования при работе двигателя на средних и

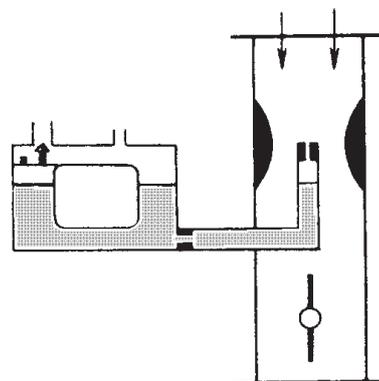


Рис. 17. Принципиальная схема элементарного карбюратора

больших нагрузках. В соответствии с желаемой характеристикой для рационального питания двигателя по мере открытия дроссельной заслонки смесь должна обедняться, т. е. в отличие от одножиклерного карбюратора расход топлива должен увеличиваться медленнее роста расхода воздуха.

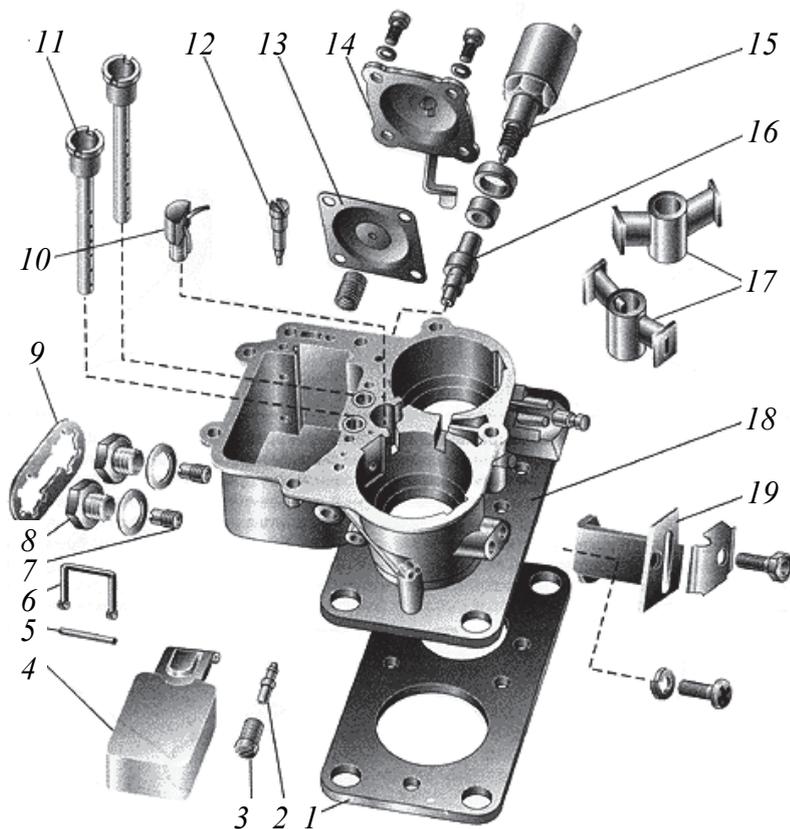


Рис. 18. Основные элементы карбюратора:

- 1 – теплоизоляционная прокладка; 2 – топливный жиклер переходной системы второй камеры; 3 – держатель жиклера; 4 – поплавок; 5 – ось поплавка; 6 – фиксатор оси поплавка; 7 – топливные жиклеры главных дозирующих систем; 8 – резьбовые пробки; 9 – пружинный стопор пробок; 10 – держатель распылителей ускорительного насоса; 11 – главные воздушные жиклеры с эмульсионными трубками; 12 – пробка канала дренажного жиклера ускорительного насоса; 13 – диафрагма ускорительного насоса; 14 – крышка ускорительного насоса с рычагом привода; 15 – электромагнитный клапан на топливном жиклере системы холостого хода; 16 – топливный жиклер системы холостого хода; 17 – малые диффузоры первой и второй камер; 18 – корпус карбюратора; 19 – кронштейн крепления оболочки троса управления воздушной заслонкой

Вспомогательные дозирующие системы. Пуск двигателя при высоких температурах окружающего воздуха или прогретого двигателя обычно затруднений не вызывает. Пуск же при низких температурах сильно осложняется вследствие малой скорости проворачивания коленчатого вала из-за большой вязкости масла, низкой температуры сжимаемой смеси, отсутствия испарения бензина и оседания его на стенках трубопровода и цилиндра. Для облегчения запуска служит воздушная заслонка, устанавливаемая в воздушном патрубке карбюратора. При запуске двигателя с закрытой воздушной заслонкой даже при низкой пусковой скорости вращения вала двигателя в смесительной камере карбюратора создается глубокое разрежение и топливо начинает фонтанировать из всех жиклеров карбюратора, что способствует сильному обогащению смеси. Однако после запуска двигателя закрытое положение воздушной заслонки может вызвать переобогащение смеси. Во избежание этого на воздушной заслонке обычно устанавливается предохранительный клапан или применяются автоматические устройства для ее открытия.

Система холостого хода. Автомобильные двигатели в условиях эксплуатации часто работают на холостом ходу, при этом внешняя нагрузка равна нулю, а удельный расход топлива – бесконечности. Для питания двигателя на режиме холостого хода используют разрежение не в диффузоре, где оно почти равно нулю, а в задрессельном пространстве, где оно достигает максимума, создавая дополнительную систему холостого хода.

Экономайзер. Ранее указывалось, что максимальная мощность двигателя достигается на обогащенной смеси, когда коэффициент избытка воздуха $\alpha = 0,8-0,9$. Но главное дозирующее устройство карбюратора рассчитано на приготовление экономичной смеси. Следовательно, необходимо обогащать смесь от состава, соответствующего максимальной экономичности (что обеспечивается главным дозирующим устройством), до состава, при котором возможно реализовать максимальную мощность. Для осуществления указанного требования современные карбюраторы имеют устройство, позволяющее обогащать смесь. Такое устройство, обеспечивающее сочетание экономической работы двигателя при неполных нагрузках и реализацию максимальной мощности при полных нагрузках, называется экономайзером.

Экономайзеры выполняются с механическим или пневматическим приводом. Экономайзер с механическим приводом включается

в действие в зависимости от положения дросселя; экономайзер с пневматическим приводом – в зависимости от разрежения в карбюраторе.

Ускорительный насос. Периодическая потребность резкого изменения режима работы двигателя при разгоне машины или во время движения по пересеченной местности вызывает необходимость резкого увеличения открытия дросселя.

При резком открытии дросселя разрежение в диффузоре карбюратора возрастает, а за дросселем во впускном коллекторе падает. С увеличением разрежения в диффузоре расход воздуха вследствие его меньшей плотности возрастает быстрее, чем расход топлива. Понижению разрежения во впускном коллекторе сопутствует уменьшение температуры смеси, что вызывает конденсацию части топлива и способствует кратковременному обеднению смеси.

Обеднение смеси влечет за собой падение мощности, ухудшение приемистости двигателя и может вызвать перебои в его работе. Для того чтобы резкое открытие дросселя не сопровождалось временным обеднением смеси и ухудшением приемистости двигателя, большинство современных карбюраторов снабжается ускорительным насосом.

В зависимости от направления потока смеси карбюраторы бывают с восходящим, нисходящим (наиболее распространены) и горизонтальным потоком.

По сравнению с карбюраторами восходящего потока, карбюраторы с нисходящим потоком обеспечивают повышение коэффициента наполнения, позволяют упростить соединение карбюратора и воздухоочистителя, более доступны для обслуживания.

Карбюраторы выполняются с одной, двумя и четырьмя смесительными камерами. В последние годы на многоцилиндровых двигателях обычно применяются двухкамерные карбюраторы. Такие карбюраторы имеют две смесительные камеры с двумя комплектами жиклеров и диффузоров и две параллельно (одновременно) открывающиеся дроссельные заслонки, но одну поплавковую камеру и один общий воздушный патрубок с воздушной заслонкой. Кроме того, имеется один ускорительный насос и один экономайзер.

По сравнению с однокамерными, двухкамерные карбюраторы обеспечивают более равномерный состав смеси по цилиндрам, повышение коэффициента наполнения и мощности двигателя.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить принципиальную схему системы питания карбюраторного двигателя, назначение и устройство всех основных частей, компоновку агрегатов и приборов карбюраторного двигателя, используя рис. 18 (см. на с. 58).

2. Ознакомиться с назначением и принципом работы фильтрующих, инерционных и комбинированных воздухоочистителей.

3. Изучить устройство и принцип работы диафрагменного бензинового насоса и его привод.

4. Рассмотреть конструкцию и принцип работы фильтров грубой и тонкой очистки топлива.

5. Изучить устройство топливного бака и контрольно-измерительных приборов системы питания карбюраторного двигателя, места их установки.

6. Рассмотреть назначение топливodoзирующих систем карбюратора и состав горючей смеси на различных режимах работы двигателя (табл. 7). Провести исследования характера изменения удельного расхода топлива в зависимости от частоты вращения при полной нагрузке и изменения коэффициента избытка воздуха при $n_e = \text{const}$ и переменной нагрузке.

Таблица 7

Дозирующие системы карбюратора

Режим работы двигателя	Необходимый состав горючей смеси	Работают дозирующие системы
Пуск холодного двигателя	$\alpha = 0,2-0,6$	Главная дозирующая система, система холостого хода и воздушная заслонка
Холостой ход	$\alpha = 0,7-0,8$	Система холостого хода
Малые и средние нагрузки	$\alpha = 1,05-1,15$	Главная дозирующая система
Большие нагрузки	$\alpha = 0,8-0,9$	Главная дозирующая система и экономайзер
Резкое увеличение нагрузки	Кратковременное обогащение смеси	Ускорительный насос, главная дозирующая система и экономайзер

7. Разобрать карбюратор. Измерить в поплавковых камерах уровень топлива с помощью контрольных линий. Измерение стоит

проводить сразу после снятия крышки карбюратора, пока не испарился бензин.

8. С помощью схем и плакатов изучить работу главной дозирующей системы, системы холостого хода, экономайзера, ускорительного насоса и системы пуска холодного двигателя. Определить диаметры малого и большого диффузоров; диаметры главного жиклера и жиклера полной мощности.

9. Ознакомиться с назначением, устройством и принципом работы пневмоцентробежного ограничителя частоты вращения коленчатого вала двигателя, разобраться с устройством датчика и исполнительного механизма ограничителя.

10. Определить уровень топлива в поплавковой камере (табл. 8). Уточнить правила регулировки уровня топлива в поплавковой камере и частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу.

Таблица 8

Измеряемые параметры системы питания бензиновых ДВС

Параметр	Результаты измерения
Диаметры, мм:	
– малого диффузора	
– большого диффузора	
– узкой части большого диффузора	
– главного топливного жиклера	
– главного воздушного жиклера	
Уровень топлива в поплавковой камере, мм	

11. Изучить устройство глушителя и познакомиться со способами снижения токсичности отработавших газов.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы.

2. Вычертить принципиальную схему системы питания карбюраторного двигателя, указать путь топлива, воздуха и отработавших газов, а также обозначить на схеме основные приборы системы питания.

3. Начертить схему работы карбюратора в заданном режиме и указать основные его характеристики.

4. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Назвать основные характеристики бензинов.

2. Понятие и методы определения октанового числа бензинов.

3. Назначение агрегатов системы питания карбюраторных двигателей. Пояснить их взаимосвязь.

4. Конструкция агрегатов системы питания карбюраторного двигателя.

5. Особенности привода топливного насоса.

6. Составы горючей смеси, приготовляемой карбюратором на различных режимах работы двигателя.

7. Работа карбюратора при запуске холодного двигателя, на холостом ходу, при средних и полных нагрузках, в режиме ускорения.

8. Принцип действия пневмоцентробежного ограничителя частоты вращения коленчатого вала.

9. Токсичность продуктов сгорания и способы ее снижения.

Лабораторная работа № 6

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение и общее устройство системы питания дизельного двигателя, назначение, устройство и принцип работы основных приборов системы питания, а также топливного насоса высокого давления (ТНВД).

Применяемое оборудование и материалы: натурные макеты дизельных двигателей (ЯМЗ, ММЗ и СМД), макет топливного насоса высокого давления, приборы системы питания дизельного двигателя, подборка плакатов «Система питания дизельного двигателя. Приборы системы питания дизельного двигателя».

Подготовка к занятию: ознакомиться с применяемым в настоящее время дизельным топливом и его характеристиками. Рассмотреть конструкции камер сгорания, особенности распыливания топлива и протекания процесса горения.

Общие сведения

Условия смесеобразования у дизельных двигателей менее благоприятны, чем у карбюраторных. Это объясняется главным образом тем, что время, отводимое на распыливание и смесеобразование у дизельных двигателей, в десятки раз меньше времени, отводимого на смесеобразование у карбюраторных двигателей, и соответствует всего $20\text{--}40^\circ$ поворота коленчатого вала, а по времени $1\text{--}3$ мс.

Качественное приготовление топливно-воздушной смеси с равномерным распределением ее по объему камеры сгорания зависит от конструкции и технического состояния топливной аппаратуры, формы и конструкции камеры сгорания и впускных трубопроводов. Поэтому, несмотря на различные меры, предпринимаемые для улучшения смесеобразования, впрыскиваемое в камеру сгорания топливо распределяется недостаточно равномерно, что вызывает неполное сгорание. В целях более полного сгорания топлива дизельные двигатели работают при высоком коэффициенте

те избытка воздуха ($\alpha = 1,6$ и более), что приводит к понижению среднего эффективного давления. Крайне ограниченное время, отводимое на смесеобразование, требует условий для быстрого и наиболее совершенного распыливания топлива и распределения в камере сгорания.

Процесс распыливания представляет собой сложное явление и заключается в дроблении струи топлива на мелкие капли под действием ряда факторов, в том числе и аэродинамического сопротивления воздушной среды камеры сгорания. Качество распыливания характеризуется тонкостью распыливания, которая определяется величиной среднего диаметра большинства капель. Качество распыливания оценивается по характеристике, построенной на основании опытов.

Топливоподающая аппаратура дизельных двигателей должна обеспечивать:

- высокое давление впрыска, необходимое для тонкого распыливания топлива;

- равномерное распределение топлива в камере сгорания в соответствии с ее формой в целях образования равномерной смеси топлива и воздуха и эффективного использования воздуха, заполняющего камеру;

- точную дозировку порции впрыскиваемого топлива для подачи его в камеру сгорания, а также возможность изменения дозировки порции в зависимости от режима работы двигателя;

- впрыск топлива в камеру сгорания в определенный момент рабочего процесса с требуемой продолжительностью по наилучшему закону впрыска и под давлением, обеспечивающим тонкое распыливание и распределение топлива в камере;

- равные условия впрыска для всех цилиндров двигателя при различных режимах его работы (момент начала подачи, ее продолжительность и момент конца подачи, отсечка);

- длительную работоспособность без изменения начальных регулировок и без износов, влияющих на работу двигателя.

Топливоподающая аппаратура дизельных двигателей классифицируется на две основные разновидности: **разделенную** (преобладающее применение) и **неразделенную**.

В разделенных системах используются многосекционные насосы или насосы распределительного типа. Каждая секция

многосекционный насос обеспечивает нагнетание и дозирование топлива только в один цилиндр. Секция насоса распределительно-го типа нагнетает, дозирует и распределяет в определенной последовательности топливо по нескольким цилиндрам.

На лесотранспортных машинах применяют дизельные двигатели, имеющие разделенную систему питания, которая состоит из линии низкого и высокого давления (рис. 19). В линию низкого давления включают топливный бак *15*, фильтры грубой *10* и тонкой *9* очистки топлива, топливоподкачивающий насос *7* и соединительные топливопроводы. В линию высокого давления входит топливный насос высокого давления *4*, топливопровод высокого давления *2* и форсунка *1*.

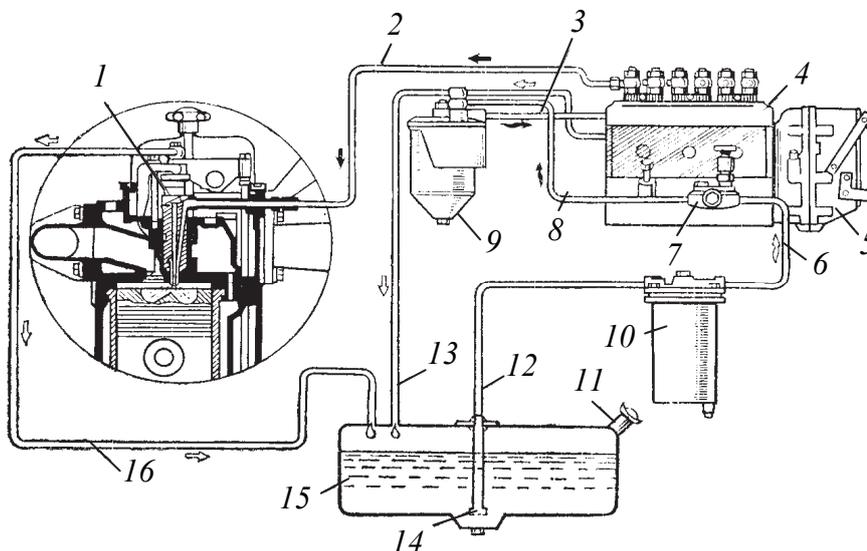


Рис. 19. Система питания дизельного двигателя:

- 1* – форсунка; *2* – топливопровод высокого давления;
3, 6, 8, 12 – подающие топливопроводы; *4* – топливный насос
 высокого давления; *5* – регулятор частоты вращения коленчатого вала;
7 – топливный насос низкого давления; *9* – фильтр тонкой очистки;
10 – фильтр грубой очистки; *11* – заливная горловина с фильтром;
13, 16 – сливные топливопроводы; *14* – приемный фильтр;
15 – топливный бак

Топливный насос низкого давления подает топлива больше, чем необходимо для работы двигателя, а избыток его вместе с попавшим в систему воздухом отводится в бак *15* по топливопроводу *13*. В бак также по топливопроводу *16* перепускается топливо, просочившееся в полости пружин форсунок. Отвод топлива может

осуществляться к фильтру грубой очистки или к топливоподкачивающему насосу.

Топливные насосы высокого давления (ТНВД) обычно классифицируются по конструктивному исполнению (золотниковые и клапанные), регулированию количества подаваемого топлива и числу секций. Наиболее широко применяются золотниковые многоплунжерные насосы, регулирование количества подаваемого топлива в которых достигается поворотом плунжера.

Число секций насосов может или соответствовать числу цилиндров двигателя (такие насосы называют многоплунжерными), или быть кратным числу цилиндров (такие насосы бывают одно- или двухплунжерными). Шире распространены многоплунжерные насосы.

Заметные преимущества по сравнению с многоплунжерными имеют одноплунжерные насосы высокого давления, сочетающие в одном агрегате секцию высокого давления и распределитель. Сравнительно с многоплунжерными одноплунжерные насосы обеспечивают более равномерную дозировку топлива по цилиндрам двигателя на всех режимах работы, имеют меньшие габариты и вес, меньше прецизионных деталей. Они значительно проще и доступнее для обслуживания и регулировок. Недостатком таких насосов является более быстрый износ основных деталей и ограниченные возможности применения на многоцилиндровых дизельных двигателях.

Для подкачки топлива при неработающем двигателе и удаления воздуха из системы питания устанавливают насос с ручным приводом (топливоподающий насос).

Топливоподающий насос предназначен для подачи топлива к топливному насосу высокого давления. Конструктивно его изготавливают шестеренным, поршневым и коловратным. У большинства дизельных двигателей применяют топливоподающий насос поршневого типа. Привод осуществляют от одного из кулачков вала ТНВД.

Форсунки служат для распыливания топлива и распределения его частиц по объему камеры сгорания. Количество впрыска топлива форсункой оценивается следующими основными показателями: тонкостью и однородностью распыливания топлива, равномерным распределением частиц распыленного топлива в камере сгорания, своевременным началом и окончанием впрыска, четкой отсечкой, поддержанием требуемого давления впрыска при различных режимах работы двигателя. По конструктивному исполнению

форсунки разделяются на две группы: открытые и закрытые. Наиболее ответственным элементом форсунки является распылитель. Количество и направление сопловых отверстий распылителя выбирается в зависимости от формы камеры сгорания и способа смесеобразования.

На дизельных двигателях лесотранспортных машин применяются форсунки закрытого типа с гидравлическим подъемом запорной иглы распылителя. Топливо подается к форсунке по **трубопроводу высокого давления**, соединенному со штуцером. Внутри штуцера установлен сетчатый фильтр. Пройдя фильтр, топливо попадает во внутренние каналы корпуса форсунки и корпуса распылителя, а также в кольцевую полость вокруг иглы форсунки.

Впрыск происходит, когда давление топлива, создаваемое насосом, возрастет и превысит давление пружины, в результате игла поднимется и откроет проход для топлива к сопловым отверстиям распылителя. После прекращения подачи топлива насосом давление в кольцевой полости упадет, и под действием пружины игла опустится и плотно закроет доступ топлива к сопловым отверстиям распылителя. Этот момент соответствует окончанию впрыска топлива.

По сравнению с открытыми закрытые форсунки имеют ряд преимуществ: меньше период впрыска, лучше распыливание топлива на пониженных оборотах и малых нагрузках, меньше подтекание топлива, проще регулировка давления. Хотя конструктивное исполнение закрытых форсунок сложнее, у автотракторных двигателей они применяются особенно часто. При фиксирующих положениях регулирующего органа (рейка топливного насоса в дизелях и дроссельная заслонка в карбюраторных двигателях) изменение внешней нагрузки может приводить к значительному изменению скоростного режима двигателя. Для снижения отрицательного влияния подобных явлений используют регулирующийся орган – регулятор частоты вращения, который поддерживает рабочие режимы двигателя в допустимых пределах.

Регуляторы дизельных двигателей классифицируются по принципу действия (гидравлические, электрические, пневматические, центробежные и комбинированные) и числу регулируемых режимов работы (одно-, двух- и всережимные). На дизельных двигателях лесотранспортных машин применяются центробежные всережимные регуляторы.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить компоновку агрегатов и приборов системы питания рассматриваемых дизельных двигателей, используя рис. 19 (см. на с. 66).

2. Ознакомиться с устройством и принципом работы фильтров грубой и тонкой очистки.

3. Изучить назначение, устройство и особенности рабочего процесса топливopодкачивающего насоса.

4. Рассмотреть устройство и принцип работы отдельных секций топливного насоса высокого давления. Выяснить, каким образом производится изменение цикловой подачи топлива. Провести измерения диаметра и хода плунжера.

5. Ознакомиться с устройством и работой нагнетательного клапана.

6. Разобрать форсунку (рис. 20) в следующем порядке:

– зажать форсунку в тисках распылителем вверх;

– отвернуть гайку 4 распылителя;

– снять распылитель 3, проставку 5, штангу 7, пружину 15, регулировочные прокладки 13;

– вывернуть штуцер подвода топлива 10, вынуть сетчатый фильтр 11.

7. Изучить устройство и принцип работы форсунок дизельных двигателей и регулировку давления начала срабатывания форсунки. Собрать форсунку в последовательности, обратной разборке.

8. Ознакомиться с устройством, назначением и принципом работы центробежного регулятора.

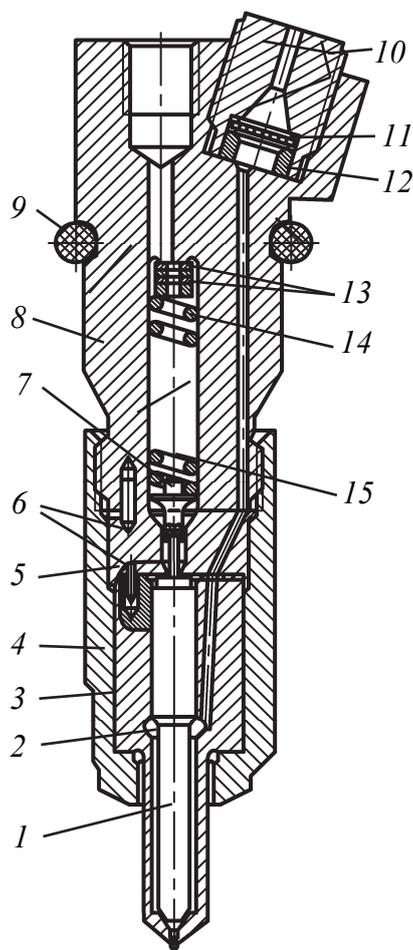


Рис. 20. Форсунка:

- 1 – игла распылителя;
 2 – кольцевая полость;
 3 – распылитель; 4 – накидная гайка; 5 – проставка;
 6 – штифты; 7 – штанга;
 8 – корпус; 9 – уплотнительное кольцо; 10 – штуцер;
 11 – сетчатый фильтр;
 12 – втулка;
 13 – регулировочные шайбы;
 14 – опорная шайба;
 15 – пружина

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы (табл. 9).

Таблица 9

Определяемые параметры в системе питания дизельного ДВС

Параметр	Результаты измерения
Диаметр плунжера, мм	
Ход плунжера, мм	
Цикловая подача топлива при номинальной частоте вращения, мм ³ /цикл	
Давление в головке топливного насоса при номинальной частоте вращения кулачкового вала, МПа	
Тип форсунки	

2. Вычертить принципиальную схему системы питания дизельного двигателя, указать путь топлива и воздуха, а также обозначить на схеме основные приборы системы питания.

3. Начертить схему работы плунжерной пары в трех положениях – впуск, начало и конец подачи топлива.

4. Вычертить схемы распылителей форсунок изучаемых двигателей и указать давление начала впрыска топлива.

Контрольные вопросы

1. Назвать основные характеристики дизельных топлив.

2. Основные функции составных частей системы питания дизельного двигателя.

3. Назначение и особенности рабочего процесса топливоподкачивающего насоса.

4. Принцип работы плунжерной пары. Смазка плунжера и гильзы, а также иглы форсунки.

5. Назначение ТНВД и его нагнетательного клапана.

6. Токсичность продуктов сгорания дизельного двигателя.

7. Принцип действия регулятора частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Лабораторная работа № 7

АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ТРАКТОРНЫЕ СЦЕПЛЕНИЯ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство, принцип действия, управление и регулировку автомобильных и тракторных сцеплений, ознакомиться с принципом работы гидротрансформатора.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автомобиль МАЗ-5434, трелевочные тракторы «Беларус» ТТР-401, ЛТ-171А, ТБ-1М, лесозаготовительные машины ЛП-17А, МЛПТ-354, МЛХ-1221, натурные макеты узлов и агрегатов трансмиссий лесных машин, подборка плакатов «Автомобильные и тракторные сцепления».

Подготовка к занятию: изучить назначение и классификацию автомобильных и тракторных сцеплений. Ознакомиться со схемами одно-, двух- и многодисковых фрикционных сцеплений постоянно замкнутого типа, а также гидротрансформатора.

Общие сведения

Сцепления тракторов и автомобилей служат для передачи крутящего момента двигателя, временного отсоединения двигателя от трансмиссии и плавного их соединения. Такая необходимость возникает при трогании с места, переключении передач, кратковременной остановке машины, а также при получении малых скоростей. Сцепления устанавливают между двигателем и коробкой передач.

Конструкция сцеплений должна обеспечивать следующие основные требования: надежно передавать крутящий момент двигателя ведущему валу трансмиссии; обеспечивать полное (чистое) включение и выключение сцепления; ведомая часть сцепления должна обладать возможно меньшим моментом инерции, чтобы максимально снижать ударные нагрузки на зубья шестерен; поддерживать допустимый тепловой режим работы во избежание перегрева и обгорания поверхностей трения; надежно предохранять детали трансмиссии от перегрузок; обеспечивать гашение высоко-

частотных крутильных колебаний, вызываемых работой двигателя; быть легкими и удобными в управлении.

В зависимости от способа передачи крутящего момента сцепления делятся на **фрикционные, гидравлические и электрические**. В практике современного автотракторостроения распространение получили первые два типа сцеплений. Электрические муфты не нашли применения, так как из-за остаточного магнетизма в них трудно обеспечить чистоту выключения. Механические дисковые сцепления тракторов и автомобилей классифицируются по некоторым основным признакам.

По роду трения дисковые сцепления подразделяют на «сухие» и «мокрые». Диски первых работают в сухих корпусах без смазки, а диски «мокрых» сцеплений работают в масле. Они сложнее, но имеют больший моторесурс. Для тракторов с мощностью двигателя до 100 кВт целесообразно использовать «сухие» сцепления, а свыше 100 кВт – «мокрые», так как для них муфты сухого трения получают значительных размеров.

В зависимости от числа ведомых дисков сцепления различают одно-, двух- и многодисковые. На сухих муфтах применяют не более двух дисков, а на мокрых – не более пяти. Это объясняется неравномерностью распределения давления по поверхности дисков.

По типу нажимного устройства выделяют сцепления постоянно замкнутые, если нажимной механизм пружинного типа, и непостоянно замкнутые, когда нажимной механизм рычажно-пружинного типа. В первых давление создается пружинами, постоянно прижимающими диски друг к другу. В рычажно-пружинных сцеплениях давление на диски создается нажимным механизмом и сохраняется за счет сил упругих деформаций рычажной системы механизма включения.

На ряде тракторов возможен вариант компоновки главной муфты сцепления с муфтой сцепления вала отбора мощности (ВОМ). При этом различают полунезависимый ВОМ (одна педаль управления) и независимый ВОМ (две педали управления). Выбор сцепления определяется типом и назначением машины в целом и условиями ее эксплуатации. Важным фактором надежности работы сцепления является тепловой режим. Для отвода и рассеивания тепла применяют массивные ведущие диски, вентиляционные отверстия, оребрение поверхностей, предохранение трущихся деталей от попадания абразива.

На лесовозных автомобилях и трелевочных тракторах используются постоянно замкнутые сцепления. Сцепление (рис. 21) устанавливают на маховике *1* (традиционная компоновка). К ведущей части сцепления относится маховик, кожух *12* и соединенный с ними нажимной диск *3*. Возможны варианты соединения паз – шпонка, паз – шип, палец – цилиндрическое отверстие, тангенциальные пластинки и т. д. Ведомая часть состоит из ведомого диска *2* и вала *5*. Ведомый и нажимной диски прижимаются к маховику пружинами *4*, упирающимися в кожух *12*. Пружины от 9 до 19 штук создают нажимное усилие, равное 8–10 кН. При отпущенной педали управления *9* пружины прижимают поверхности трения друг к другу, поэтому сцепление называется постоянно замкнутым.

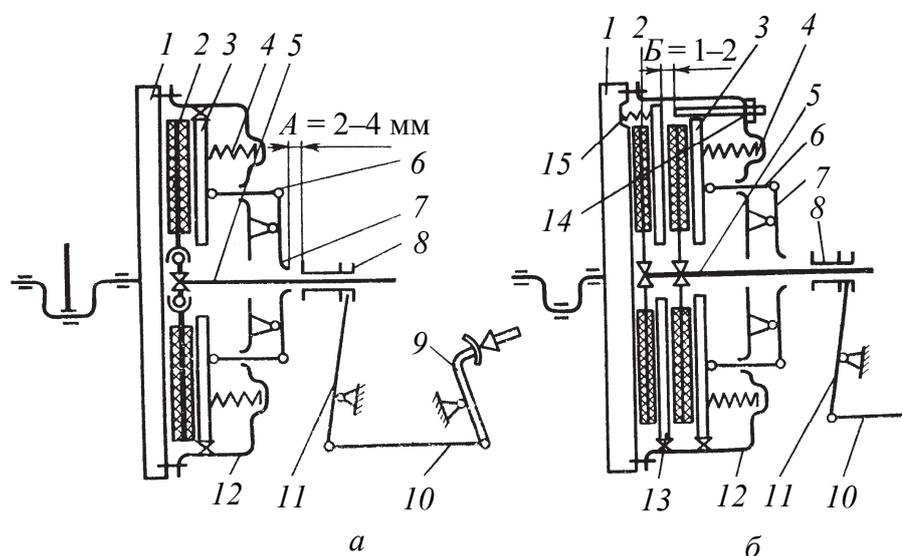


Рис. 21. Схемы муфт сцепления:

а – однодисковые; *б* – двухдисковые:

- 1* – маховик; *2* – ведомый диск; *3* – нажимной диск; *4* – пружины;
5 – вал сцепления; *6* – тяга; *7* – выжимные рычаги; *8* – выжимная муфта;
9 – педаль сцепления; *10* – тяга; *11* – рычаг управления; *12* – кожух;
13 – ведомый диск; *14* – ограничительный винт; *15* – пружина

Диски разъединяются механизмом управления. В него входят педаль *9*, тяга *10*, рычаг управления *11*, выжимная муфта *8* с подшипником, выжимные рычаги *7*, закрепленные шарнирно на стойках, и тяги *6*, соединенные с нажимным диском. При нажатии на педаль выжимная муфта поворачивает рычаги *7* и нажимной диск *3* отводится от маховика, преодолевая силу нажимных пружин. Сцепление выключено.

Однодисковые муфты отличаются высокой «чистотой» выключения (зазор между поверхностями дисков составляет 0,8–1,0 мм). Их использование, как правило, ограничено до $M_e = 700\text{--}800 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Зазор A необходим для компенсации износа трущихся поверхностей. В случае их износа рычаги 7 не должны упираться в выжимную муфту 8. Это вызовет снижение сжатия нажимных дисков и, соответственно, момента трения муфты, а также быстрый износ выжимного подшипника.

Двухдисковое «сухое» постоянно замкнутое сцепление устанавливаются на тракторах и автомобилях с более мощными двигателями, когда одного ведомого диска недостаточно для передачи крутящего момента. Двухдисковые сцепления обеспечивают более плавное включение, но в них труднее осуществить необходимую «чистоту» отключения. Принцип действия двухдискового сцепления ясен из схемы (рис. 21, б). Возможные перекосы и заклинивание дисков 2 и 13 на валу могут привести к неполному выключению сцепления. Чтобы этого не произошло, ведущий диск 13 от маховика отжимается пружинами 15, а его перемещение вправо ограничено винтом 14. Таким образом, оба ведомых диска оказываются незажатыми и сцепление при правильной регулировке достаточно чисто разъединяет двигатель и трансмиссию.

До последнего времени практически всюду на главных сцеплениях в качестве фрикционных элементов применялись накладки на основе асбеста, для тяжелонагруженных сцеплений – металлокерамика. В настоящее время асбест, как вредное для здоровья человека вещество, заменяется на полиамидные, углеродные волокна и стекловолокно.

Управление сцеплением осуществляется механической или гидравлической системой привода. Гидравлический привод имеет главный и рабочий цилиндры. Давление в главном цилиндре, создаваемое при нажатии водителем на педаль, передается по трубкам в рабочий цилиндр. Под давлением жидкости поршень рабочего цилиндра перемещается и своим штоком воздействует на вилку выключения.

Усилие на педали сцепления лесных машин ограничивается величиной, равной 120 Н. Если механической или гидравлической системой невозможно получить требуемое передаточное число от педали до вилки выключения, то в приводе сцепления устанавли-

вается усилитель. Усилители бывают механические (пружинные), гидравлические, пневматические, пневмогидравлические. Гусеничные трелевочные тракторы ТТ-4 и ТДТ-55А имеют гидравлические усилители в приводе сцепления. На колесных трелевочных тракторах и лесовозных автомобилях серии МАЗ механическая система привода оснащена пневматическим усилителем со следящим устройством.

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с назначением, классификацией, устройством и предъявляемыми требованиями к сцеплениям лесных машин.
2. Изучить материалы основных деталей сцепления.
3. Рассмотреть устройство и работу приводов включения сцеплений.
4. Определить размеры и массы фрикционных накладок ведомых и ведущих дисков. Рассчитать рабочую площадь. Провести исследования влияния вида фрикционного материала на диаметр дисков сцепления.
5. Подсчитать количество нажимных пружин сцеплений изучаемых лесных машин.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.
2. В соответствии с рис. 21 (см. на с. 73) вычертить принципиальную схему сцепления автомобиля или трактора с указанием основных деталей и параметров.
3. Определить величину крутящего момента, который может передать заданное сцепление:

$$M_{\text{сц}} = P\mu i R_{\text{ср}},$$

где P – сила сжатия дисков (поверхностей трения), Н; μ – коэффициент трения дисков ($\mu = 0,25-0,35$); i – число поверхностей трения (для современных лесных машин и тракторов $i = 4$ при $N_e \geq 132,5$ кВт и $i = 2$ при $N_e \leq 132,5$ кВт); $R_{\text{ср}}$ – средний радиус дисков, равный

$$R_{\text{cp}} = \frac{R_{\text{max}} + R_{\text{min}}}{2},$$

где R_{max} , R_{min} – соответственно максимальный и минимальный радиусы дисков, выбираемые исходя из конструктивных размеров маховика, внутри которого, как правило, размещаются диски:

$$R_{\text{max}} = \sqrt{\frac{M_{\text{сц}}}{p_0 \mu i (1 + c - c^2 - c^3)}},$$

$$R_{\text{min}} = (0,5 - 0,7) R_{\text{max}},$$

где p_0 – давление поверхности трения, МПа ($p_0 = 0,12 - 0,30$ МПа); c – отношение внутреннего радиуса фрикционной накладки к внешнему ($c = 0,52 - 0,62$).

Как правило, величина p_0 определяется в результате расчета и сравнивается с нормативной:

$$p_0 = \frac{M_{\text{дв}}^{\text{max}} \beta}{\mu i R_{\text{cp}} 2\pi b},$$

где $M_{\text{дв}}^{\text{max}}$ – максимальный крутящий момент двигателя, Н · м, β – коэффициент запаса фрикциона, задаваемый исходя из условия обеспечения передачи максимального крутящего момента (табл. 10); b – ширина фрикционных накладок, рассчитываемая по формуле

$$b = 0,35 R_{\text{cp}}.$$

Таблица 10

Значения коэффициента запаса фрикциона

Передаваемый крутящий момент двигателя, Н · м	Коэффициент запаса фрикциона β
14,7–39,2	2,0
69,7–137	2,6
168–196	2,8
208–245	2,8
253–284	2,8
294–441	2,8–3,2
466–589	3,2
716–1100	3,5

Сила сжатия дисков находится из следующего соотношения:

$$P = \frac{M_{дв}^{\max} \beta}{\mu i R_{ср}}$$

4. Указать величину свободного хода педали изучаемых сцеплений.

5. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов (табл. 11), сформулировать вывод.

Таблица 11

Установленные параметры сцепления

Параметр	Измеряемая величина
Величина передаваемого крутящего момента, Н · м	
Свободный ход, мм	
Внешний диаметр фрикционных накладок ведомых дисков, $D_{вн}$, мм	
Внутренний диаметр фрикционных накладок ведомых дисков, $D_{в}$, мм	
Число ведомых дисков z_d	
Количество прижимающих пружин	

Контрольные вопросы

1. Назначение и классификационные признаки сцеплений.
2. Перечислить ведущие и ведомые детали сцепления.
3. Особенности включения и выключения двухдискового сцепления.
4. Назвать детали механизма выключения сцепления.
5. Порядок проверки и регулировки свободного хода педали сцепления.
6. Принцип работы гидромуфты и гидротрансформатора.

Лабораторная работа № 8

КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Цель работы: изучить назначение, кинематическую схему и взаимодействие деталей коробки передач гусеничных и колесных тракторов.

Применяемое оборудование и материалы: лесозаготовительные машины ЛП-17А, ТБ-1М, ЛТ-171, ТТР-401, ТТ-320, МЛХ-1221, натурные макеты узлов и агрегатов трансмиссий лесных гусеничных и колесных машин, подборка плакатов «Коробка передач гусеничного трелевочного трактора», «Коробка передач колесного трелевочного трактора».

Подготовка к занятию: изучить назначение и классификацию коробок передач тракторов, ознакомиться с их кинематическими схемами и способами переключения передач.

Общие сведения

Коробка передач (КП) является агрегатом трансмиссий автомобилей и тракторов и служит для изменения передаваемого крутящего момента и частоты вращения в заданном диапазоне, реверсирования выходного вала, длительного отсоединения двигателя от ведущих колес.

Изменение величины крутящего момента и частоты вращения выходного вала коробки передач осуществляется включением соответствующей пары шестерен, чем устанавливается определенное значение передаточного числа трансмиссии.

Реверсирование вращения выходного вала КП производится при помощи дополнительной шестерни, которая изменяет направление вращения ведомого вала. Длительное отсоединение двигателя от ведущих колес получается за счет нейтрального положения КП, когда вообще отсутствует передача крутящего момента от ведущего вала к ведомому.

Коробка передач должна обеспечивать максимальную загрузку двигателя на всех режимах работы, иметь высокие значения

КПД, быть удобной в управлении, обеспечивать быстрое и безударное включение и выключение передач. Рассмотрим механические шестеренчатые коробки передач, ступенчато изменяющие передаточное число трансмиссии. Основными их достоинствами являются высокий КПД (0,96–0,98), малые размеры и масса, высокая надежность и простота в эксплуатации, невысокая стоимость. Благодаря этим качествам механические КП широко применяются на различных типах автомобилей и тракторов.

Шестеренчатые ступенчатые механические КП могут быть с неподвижными в пространстве осями валов и планетарные. Первые принято называть вальными. **Вальные коробки передач** широко применяют как в механических, так и в гидромеханических трансмиссиях, а **планетарные** чаще используют как механический ступенчатый преобразователь крутящего момента в гидромеханических трансмиссиях. Первый тип КП, как правило, имеет принудительное управление. Планетарные КП иногда оснащают частичным или полностью автоматизированным управлением. Получившие широкое распространение вальные коробки передач с фрикционным включением при необходимости также могут иметь автоматизированные системы управления.

Несмотря на то, что кинематические схемы и конструкции ступенчатых механических тракторных и автомобильных коробок передач имеют свои особенности, их можно классифицировать по ряду общих признаков: количеству передач переднего хода, способу зацепления шестерен, способу включения передач, взаимному расположению осей входного и выходного валов, числу ветвей, передающих энергию двигателя ведущим колесам.

Автотракторные коробки передач имеют число ступеней от 5 до 16. В редких случаях на многоцелевых колесных тракторах устанавливаются коробки передач с 24 ступенями. Диапазон скоростей движения современного колесного трактора находится в пределах от 0,03 до 9,5 м/с (0,1–34,0 км/ч). Для получения большего числа ступеней применяют составные и многовальные коробки передач, которые называются многоступенчатыми.

По способу зацепления шестерен различают коробки с подвижными шестернями и с шестернями постоянного зацепления. Отсюда деление по способу включения: перемещением подвижных шестерен, зубчатыми муфтами или синхронизаторами. Отдельную группу образуют коробки передач с фрикционным

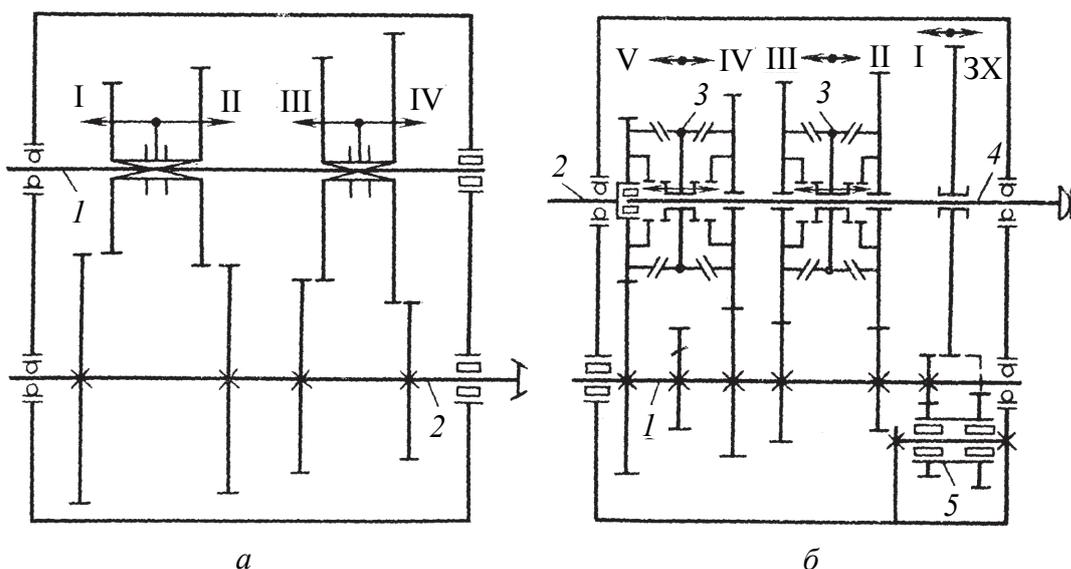
включением, их называют коробками передач с переключением на ходу. В зависимости от взаимного расположения ведущего и ведомого валов коробки разделяют на соосные и несоосные. Соосными являются трехвальные коробки, имеющие прямую передачу, несоосными – двухвальные. Большинство коробок передач механических трансмиссий устроены так, что каждая работающая зубчатая пара передает весь крутящий момент, идущий от двигателя.

Наиболее простая схема у **двухвальной коробки** (рис. 22, а), выполненной по несоосной схеме и получившей наибольшее распространение на тракторах (эти коробки часто называют тракторными). Передача подводимой мощности в такой КП производится одной парой шестерен переднего хода. Существенным отличием двухвальной коробки передач от трехвальной является отсутствие в ней прямой передачи.

В **трехвальной автомобильной КП** (рис. 22, б) силовой поток проходит последовательно через два зубчатых зацепления. Такая коробка передач объединяет три основных вала: первичный (входной), вторичный (выходной) и промежуточный. Входной и выходной валы соосны. Шестерня первичного вала находится в постоянном зацеплении с шестерней промежуточного вала. Таким образом, промежуточный вал вращается постоянно. На втором валу свободно на подшипниках установлены шестерни, находящиеся в постоянном зацеплении с соответствующими шестернями промежуточного вала. С помощью синхронизаторов и зубчатых муфт включается в работу та или иная пара шестерен. Перемещением влево каретки синхронизатора V передачи и соединением кулачковой муфты получают прямую передачу, и мощность от двигателя напрямую передается на выходной вал КП. Это режим наибольшего КПД коробки передач. Данная схема сложнее тракторной, однако она получила повсеместное распространение на автомобилях.

В современных конструкциях автомобильных коробок передач зубчатые колеса находятся в постоянном зацеплении. Исключение составляют только шестерни первой передачи и заднего хода. На машинах, часто работающих на первой передаче и заднем ходу, устанавливаются коробки передач с постоянным зацеплением всех зубчатых колес. Процесс переключения передач в автомобильных коробках такого типа производится с помощью синхро-

низаторов. При включении в работу шестерен, находящихся в постоянном зацеплении, ударную нагрузку воспринимают сразу все торцевые зубья или кулачки муфт включения, предотвращая тем самым сколы и смятие торцов зубьев шестерен, являющихся основной причиной выхода из строя коробок передач с подвижными шестернями. Кроме того, при постоянном зацеплении можно применять косозубые шестерни, что в сравнении с прямозубыми снижает шум и увеличивает срок службы коробок передач.



Как было отмечено, автомобили повышенной грузоподъемности и проходимости и тракторы, которым приходится работать в тяжелых дорожных условиях, что особенно свойственно лесным машинам, должны иметь расширенный диапазон передаточных чисел коробок передач. Многоступенчатые автотракторные коробки передач образуют присоединением к базовой коробке дополнительного редуктора. В основном это двухступенчатые редукторы с прямой и замедленной передачами, обеспечивающие удвоенное число ступеней трансмиссии. В результате получается составная коробка передач с тремя степенями свободы. Чтобы

получить требуемую ступень трансмиссии, нужно на систему валов КП наложить две связи. Это осуществляется включением двух элементов управления: одного – в базовой коробке, другого – в дополнительном редукторе.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить расположение валов, шестерен, подшипников, механизмов переключения передач и блокировки замков КП гусеничных и колесных тракторов.
2. Ознакомиться со схемой передачи крутящего момента на всех ступенях КП и работой вала отбора мощности.
3. Разобраться, каким образом производится реверсирование выходного вала КП и осуществляется включение нейтрального положения.
4. Определить, шестерни каких передач имеют наибольший износ.
5. Рассчитать количество зубьев всех шестерен и передаточные числа каждой ступени коробки передач.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.
2. Ознакомиться с конструкцией: опор для валов: ведущего, ведомого и отбора мощности; соединений валов с зубчатыми колесами и муфтами; механизма для переключения передач (с переключением передач передвижением зубчатых колес и использованием муфт).
3. Вычертить кинематические схемы коробок передач гусеничных (ЛП-17А, ТБ-1М) и колесных (ЛТ-171, ТТР-401, ТТ-320, МЛХ-1221) тракторов, указав последовательность передачи крутящего момента на каждой передаче.
4. Измерить межосевые расстояния, ширину зубчатого венца, диаметр делительной окружности зубчатого колеса d .
5. Определить основные параметры рассматриваемой коробки передач, заполнить табл. 12.

Таблица 12

Результаты измерений и расчетов параметров коробки передач

Показатель	Номер передачи					
	I	II	III	IV	V	<i>i</i>
Число зубьев ведущего колеса						
Число зубьев ведомого колеса						
Передаточное число						
Межосевое расстояние, мм						
Ширина зубчатого венца, мм						

6. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Классификационные признаки изучаемой коробки передач.
2. Причины торцевого износа зубьев коробок передач гусеничных тракторов.
3. Схемы смазки подшипников и шестерен при работе коробки передач.
4. Достоинства и недостатки различных способов переключения передач.
5. Смазочные материалы, применяемые для смазки тракторных коробок передач.

Лабораторная работа № 9

КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучить назначение, кинематическую схему и взаимодействие деталей автомобильных коробок передач.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автопоезд МАЗ-5434, натурные макеты узлов и агрегатов трансмиссий лесовозных автопоездов МАЗ и ЗИЛ, подборка плакатов «Автомобильные коробки передач».

Подготовка к занятию: изучить назначение и классификацию автомобильных коробок передач, ознакомиться с их кинематическими схемами и способами переключения передач. Уяснить отличительные особенности автомобильных коробок передач от тракторных.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить расположение валов, шестерен, подшипников, механизмов переключения передач и блокировки замков КП лесовозных автомобилей.
2. Ознакомиться с назначением и принципом работы синхронизаторов и зубчатых муфт.
3. Изучить схему передачи крутящего момента на всех передачах.
4. Разобраться, каким образом производится реверсирование выходного вала КП и осуществляется нейтральное положение.
5. По технической характеристике определить сорт смазочного масла для изучаемой коробки передач и изучить схему подвода масла к подшипникам шестерен вторичного вала.
6. Определить передаточные числа каждой ступени коробки передач.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.

2. Ознакомиться с конструкцией: опор для валов: ведущего, промежуточного и ведомого; синхронизаторов; механизмов переключения передач.

3. Вычертить кинематические схемы коробок передач автомобилей МАЗ и ЗИЛ, указав последовательность передачи крутящего момента на каждой передаче.

4. Измерить межосевые расстояния, ширину зубчатого венца, диаметр делительной окружности зубчатого колеса d , угол наклона зубьев β .

5. Привести расчеты передаточных чисел z изучаемых коробок передач.

6. Определить основные параметры рассматриваемой коробки передач, заполнить табл. 13.

Таблица 13

**Результаты измерений и расчетов параметров
автомобильной коробки передач**

Показатель	Номер передачи					
	I	II	III	IV	V	i
Число зубьев ведущего колеса						
Число зубьев ведомого колеса						
Передаточное число						
Межосевое расстояние, мм						
Угол наклона зубьев, град						
Ширина зубчатого венца, мм						

7. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Классификационные признаки автомобильных коробок передач.

2. Пути снижения торцевого износа зубчатых муфт и шестерен в автомобильных коробках передач.

3. Конструкция и принцип действия синхронизаторов.

4. Материалы для изготовления зубчатых колес в коробках передач.

5. Смазочные материалы, применяемые для смазки автомобильных коробок передач.

Лабораторная работа № 10

РАЗДАТОЧНЫЕ КОРОБКИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, кинематическую схему, устройство, используемые материалы и взаимодействие деталей раздаточных коробок лесовозных автомобилей.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автопоезд МАЗ-5434, натурные макеты узлов и агрегатов трансмиссий лесовозных автопоездов МАЗ и ЗИЛ, подборка плакатов «Раздаточные коробки».

Подготовка к занятию: изучить назначение и классификацию раздаточных коробок с дифференциальным и блокированным приводом, ознакомиться с их кинематическими схемами.

Общие сведения

Автомобили и колесные тракторы, предназначенные для работы в лесных условиях, выполняются, как правило, полноприводными. Это необходимо для использования в качестве сцепного всего веса машины. Устройство, обеспечивающее передачу крутящего момента ко всем ведущим мостам, называется **раздаточной коробкой (РК)**. Обычно РК бывают двухступенчатые. Одна передача может быть прямой, другая – понижающей, или обе передачи понижающие.

Кроме основной функции – раздачи момента по ведущим мостам, раздаточные коробки выполняют роль дополнительного редуктора, расширяя диапазон изменения крутящего момента и увеличивая вдвое число передач. Раздаточные коробки разделяются на коробки с блокированным и дифференциальным приводом к ведущим мостам.

Рассмотрим кинематические схемы двух основных типов раздаточных коробок. **Раздаточная коробка (по типу ЗИЛ-131) с блокированным приводом** (рис. 23) имеет две передачи, шестерни находятся в постоянном зацеплении. Первая передача пониженная, вторая – прямая. Крутящий момент от коробки передач (КП)

передается на первичный вал 1, который передает крутящий момент к среднему и заднему ведущим мостам (С и ЗМ). Привод к переднему мосту (ПМ) осуществляется с вала 4. Прямая передача включается зубчатой муфтой 2, которая непосредственно соединяет первичный (входной) 1 и выходной 3 валы. Шестерни 8 и 6 сидят на втулках промежуточного вала 4. Передаточное число между шестерней 6 и вал-шестерней 3 равно единице. Включением муфты 5 получается пониженная передача. Системой управления раздаточной коробки предусмотрена блокировка от одновременного включения двух передач, а также электромагнитное устройство, предотвращающее включение пониженной передачи при отключенном переднем мосте.

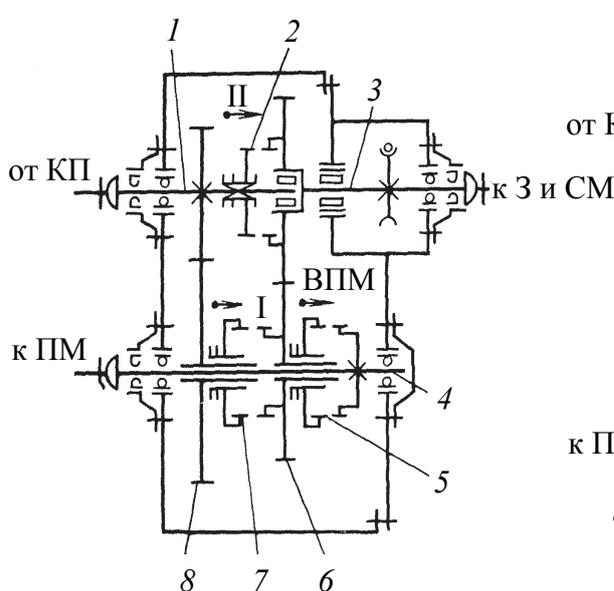


Рис. 23. Схема раздаточной коробки с блокированным приводом:

1 – первичный вал; 2, 7 – зубчатые муфты; 3 – вал-шестерня; 4 – промежуточный вал; 5 – муфта; 6, 8 – шестерни

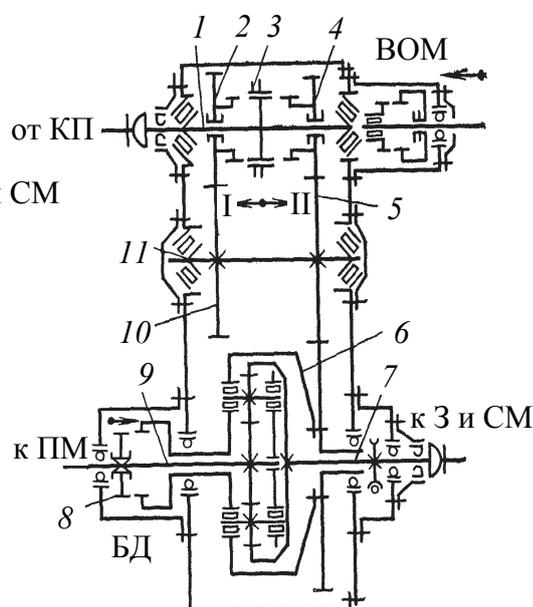


Рис. 24. Схема раздаточной коробки с дифференциальным приводом:

1 – первичный вал; 2, 4, 5, 10 – зубчатые колеса; 3, 8 – зубчатые муфты; 6 – дифференциал; 7, 9 – выходные валы; 11 – промежуточный вал

Раздаточные коробки с дифференциальным приводом (рис. 24) применяются на автомобилях с колесными формулами 6×6 и 4×4. Двухступенчатая коробка с двумя понижающими передачами включается зубчатой муфтой 3. Зубчатые колеса 2 и 10 высшей, 4 и 5 низшей передач находятся в постоянном зацеплении. Момент

от ведущего вала I передается через промежуточный вал II к несимметричному дифференциалу $б$. Дифференциал делит момент между валом 9 солнечной шестерни и валом 7 эпицикла в отношении $1 : 2$.

Таким образом, одна треть подводимого к дифференциалу момента передается переднему, а две трети – среднему и заднему мостам. При необходимости дифференциал может быть заблокирован зубчатой муфтой 8 . Наличие дифференциала не исключает у автомобилей с колесной формулой 6×6 и средним проходным мостом циркуляции мощности между средним и задним ведущими мостами.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить конструкцию раздаточной коробки с заблокированным приводом мостов лесовозного автомобиля ЗИЛ-131.
2. Ознакомиться с конструкцией раздаточной коробки с дифференциальным приводом мостов лесовозного автомобиля МАЗ-5434.
3. Изучить кинематику работы межосевого дифференциала.
4. Разобраться в последовательности передачи крутящего момента на различных передачах при заблокированном и разблокированном межосевом дифференциале.
5. Провести измерения количества шестерен, передающих крутящий момент на первой и второй передачах раздаточной коробки.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.
2. Вычертить кинематические схемы раздаточных коробок с дифференциальным и заблокированным приводом, указав последовательность передачи крутящего момента на каждой передаче.
3. Измерить межосевые расстояния, ширину зубчатого венца, диаметр делительной окружности зубчатого колеса d , угол наклона зубьев β .
4. Привести расчеты передаточных чисел изучаемых раздаточных коробок.
5. Определить основные параметры рассматриваемой раздаточной коробки, заполнить табл. 14.

Таблица 14

Результаты измерений и расчетов параметров раздаточной коробки

Показатель	Номер передачи		
	I	II	III
Число зубьев ведущей шестерни			
Число зубьев ведомого колеса			
Передаточное число			
Межосевое расстояние, мм			
Угол наклона зубьев, град			
Ширина зубчатого венца, мм			

6. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Классификационные признаки изучаемых раздаточных коробок.

2. Перечислить конструктивные особенности и свойства межосевых дифференциалов различного типа.

3. Характер распределения крутящего момента между ведущими мостами при заблокированном и разблокированном межосевом дифференциале.

ВЕДУЩИЕ МОСТЫ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, кинематическую схему, устройство, работу, используемые материалы и взаимодействие деталей ведущих мостов лесовозных автомобилей.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автопоезд МАЗ-5434, натурные макеты узлов и агрегатов трансмиссий лесовозных автопоездов МАЗ и ЗИЛ, макеты ведущих мостов лесотранспортных машин, подборка плакатов «Ведущие мосты автомобилей повышенной проходимости».

Подготовка к занятию: изучить назначение, классификацию и кинематические схемы задних, передних и средних ведущих мостов лесотранспортных машин.

Общие сведения

Ведущие мосты лесотранспортных машин и тракторов предназначены для изменения крутящего момента и передачи его к ведущим колесам. У полноприводных лесовозных автопоездов различают передний ведущий мост (ПМ), задний ведущий мост (ЗМ), в случае колесной формулы 6×6 – средний ведущий мост (СМ). В настоящее время на автомобилях с колесной формулой 6×6 используются проходные средние ведущие мосты, т. е. подводимый к нему крутящий момент распределяется между ведущими колесами самого моста и задним ведущим мостом.

Ведущий мост полноприводной машины включает следующие агрегаты (рис. 25): главную передачу, дифференциал, полуоси, бортовую передачу и шарнир равных угловых скоростей (ШРУС). ШРУС устанавливается только на переднем ведущем мосту.

Главная передача предназначена для постоянного увеличения крутящего момента, передаваемого от двигателя к ведущим колесам, и поворота на 90° плоскости передачи крутящего момента. Главная передача расположена между коробкой передач и дифференциалом и связывает продольный и поперечный валы

трансмиссии. Чаще всего применяются шестеренчатые главные передачи. Червячные передачи встречаются редко, а цепные практически не используются.

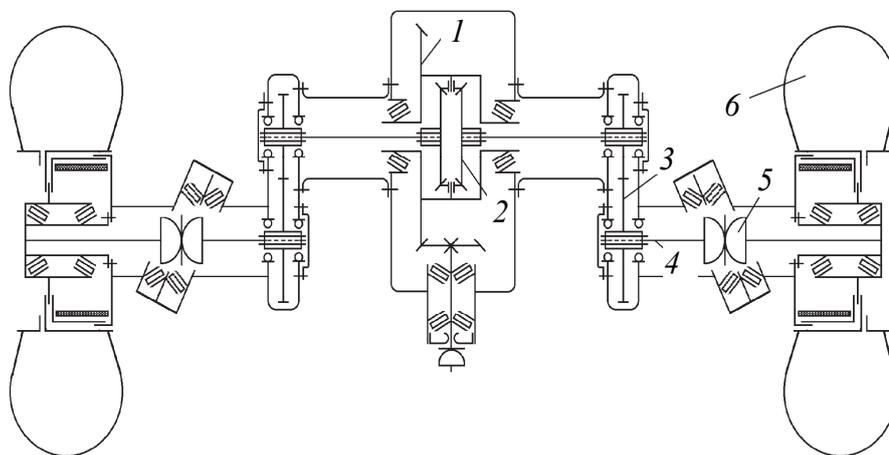


Рис. 25. Передний ведущий мост автомобиля:
1 – главная передача; 2 – дифференциал; 3 – бортовая передача;
4 – полуось; 5 – ШРУС; 6 – ведущее колесо

Ввиду того, что оси вращения вала двигателя и ведущих колес перпендикулярны, для главной передачи применяют конические и гипоидные зубчатые пары (рис. 26, а). На автомобилях малой грузоподъемности широкое распространение получили гипоидные передачи. Их основные преимущества: повышенная несущая способность по контактным напряжениям, большая плавность работы и бесшумность. В этой передаче оси валов не пересекаются, а скрещиваются, что расширяет компоновочные возможности. Недостатком такой передачи является наличие скольжения зубьев вдоль линии контакта, что снижает КПД. Скольжение тем выше, чем больше смещение осей E (гипоидное смещение). Поэтому величину E ограничивают для легковых автомобилей $E < 0,20d$, для грузовых – $E = 0,125d$. С этой же целью необходимо применять для смазки передачи специальное гипоидное масло.

Конические пары главных передач лесных машин имеют круговые зубья обычно с нулевым углом спирали (зерольное зацепление).

Главные передачи с цилиндрическими шестернями применяются на тракторах и автомобилях, у которых валы коробок передач расположены перпендикулярно продольной оси машины.

По числу и расположению зубчатых колес главные передачи подразделяют на одинарные, двойные, центральные, двойные

разнесенные, проходные и двухступенчатые. Одинарная главная передача (рис. 26, *а*) наиболее распространенная, отличается компактностью, минимальными размерами и массой, простотой в изготовлении и эксплуатации. Ее применяют при передаточном отношении $i_{г.п} \leq 7$. При больших значениях передаточного числа и передаваемого момента необходимо увеличивать модуль зуба и диаметр зубчатого колеса, что снижает дорожный просвет и ограничивает проходимость машины.

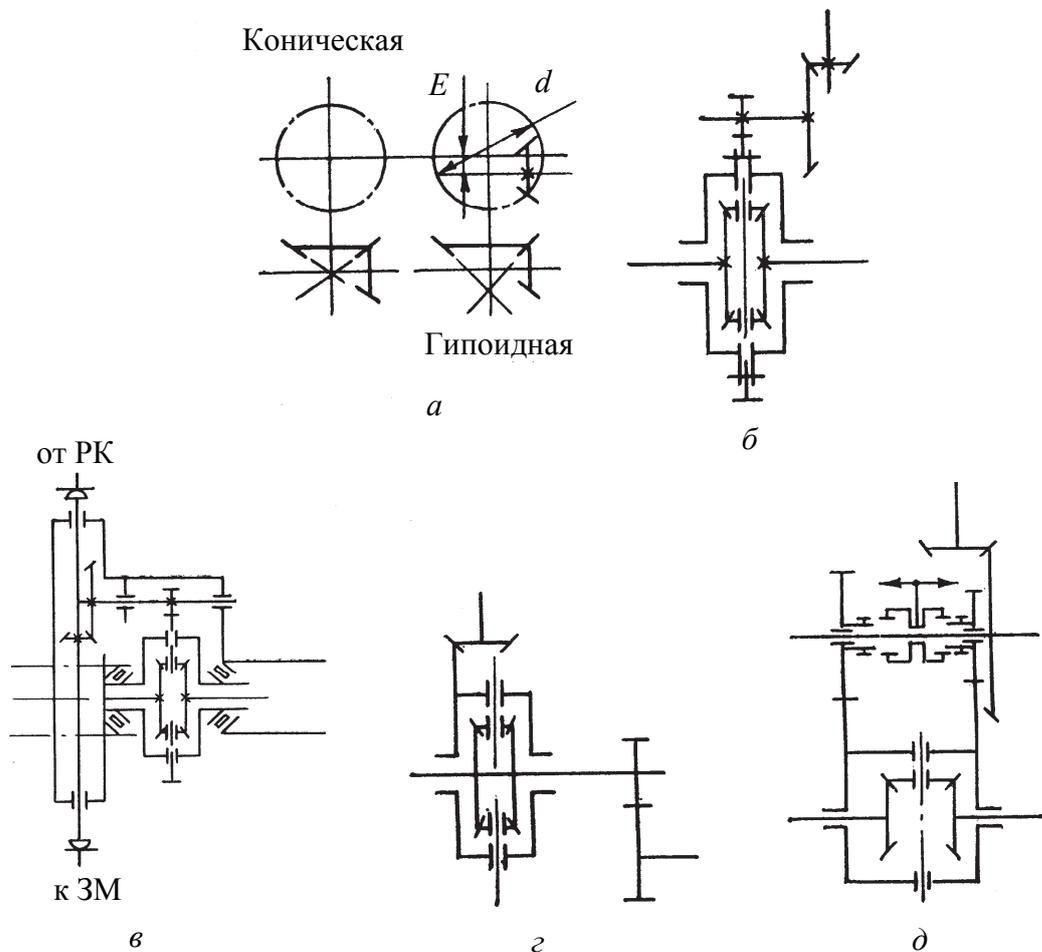


Рис. 26. Схемы главных передач:

а – одинарные; *б* – двойная центральная; *в* – проходная;
г – двойная разнесенная; *д* – двухступенчатая

Двойная главная передача с проходным валом (рис. 26, *в*) применяется на автомобилях с колесной формулой 6×6 или 6×4. Ее устанавливают в среднем ведущем мосту. Г-образное расположение валов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях позво-

ляет получить наиболее компактный промежуточный мост тележки трехосного автомобиля и без дополнительного карданного вала обеспечить подвод крутящего момента к заднему мосту.

Двойная разнесенная передача (рис. 26, з) включает три самостоятельных редуктора: центральный с коническими колесами и два конечных редуктора, которые располагают у ведущих колес (бортовой редуктор) или встраивают в ступицу колеса (колесный редуктор). Разнесенные главные передачи с многосателлитными планетарными цилиндрическими передачами вследствие повышенной нагрузочной способности и компактности конструкции получили наиболее широкое применение.

Передаточное число принимается $i_{г.п} = 2-6$. При такой схеме главной передачи центральный редуктор получается компактным, уменьшаются нагрузки на дифференциал и полуоси. Сложность конструкции этих передач обуславливает применение их для машин с нагрузкой на ось не менее 60–120 кН.

Двухступенчатая главная передача (рис. 26, д) отличается от двойной возможностью изменения передаточного числа цилиндрической пары. Ее целесообразно применять для тягачей. Увеличение вдвое числа ступеней трансмиссии приводит к улучшению тяговых свойств и топливной экономичности автопоездов, работающих в различных условиях движения. Недостатками двухступенчатых передач являются сложность конструкции и невозможность осуществления переключения ступеней при движении автопоезда. Наличие в настоящее время многоступенчатых коробок передач с делителями обусловило ограниченное применение двухступенчатых главных передач.

Главная передача относится к наиболее нагруженным узлам автомобилей и тракторов, работающим в условиях динамического нагружения. Срок службы, КПД, бесшумность в работе передачи обеспечиваются следующими условиями: правильным зацеплением конических шестерен, при этом отпечаток контакта между рабочими поверхностями зубьев должен соответствовать заводским рекомендациям; считается хорошим отпечаток по длине и высоте не менее 60% длины зуба, расположенный в средней его части ближе к малому торцу; правильным взаимным расположением шестерни и колеса в картере, т. е. боковой зазор между зубьями не должен выходить за допустимые пределы (в тракторных главных передачах первоначальный зазор 0,25–0,85 мм); минимальным

осевым перемещением шестерни, чтобы не нарушать зацепление и не увеличивать величину бокового зазора.

При движении автомобиля по неровной дороге или при повороте колеса должны проходить различные по величине пути. Механизм, который осуществляет распределение крутящих моментов между колесами и мостами автомобиля в соответствующей пропорции и позволяет им вращаться с различной угловой частотой, называется **дифференциалом**. Если колеса или мосты заблокировать, превратив их в систему с одной степенью свободы, то угловые скорости колес будут равны. Разность путей, проходимых колесами, будет компенсироваться проскальзыванием или пробуксовыванием их относительно дороги, вызывая интенсивный износ шин. Такое явление возможно при движении по ровной дороге при разных по величине радиусах ведущих колес. Радиусы колес могут быть неодинаковыми вследствие неравномерного износа протекторов, различного давления или несимметричного приложения нагрузки. Это сопровождается не только износом шин, но и деталей, связывающих ведущие колеса и мосты, перерасходом топлива в связи с затратой дополнительной мощности двигателя на пробуксовку колес. При этом затрудняется поворот машины и снижается ее боковая устойчивость. Для устранения подобных явлений в трансмиссии автомобилей вводится симметричный дифференциал (рис. 27).

Большая коническая шестерня 8 главной передачи прикреплена к корпусу 3 дифференциала. На крестовине 7 непосредственно в корпусе сидит несколько сателлитов 6. Они входят в зацепление с полуосевыми шестернями 5. Таким образом, корпус 3, получив вращение, ведет закрепленную в нем крестовину и сидящие на ней сателлиты, а они ведут своими зубьями полуосевые шестерни 5 и, следовательно, полуоси 2 и 1. Сателлиты 6, вращающиеся совместно с корпусом 3 вокруг оси вращения, могут в то же время совершать движение относительно корпуса, вращаясь вокруг своей оси. Если условия движения не требуют различной угловой скорости, то сателлиты не проворачиваются относительно корпуса и полуоси, а значит, и колеса автомобиля вращаются с одинаковыми частотами вращения. Как только сопротивление качению у одного из колес станет больше, чем у другого, скорость его снизится, сателлит же начнет вращаться вокруг своей оси, увеличивая соответственно частоту вращения второго колеса. Следовательно, вве-

дение дифференциала позволяет ведущим колесам вращаться с различной угловой скоростью. Муфтой 4 осуществляется принудительная блокировка дифференциала.

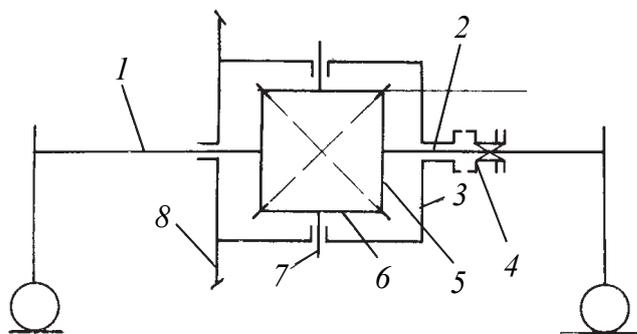


Рис. 27. Схема автомобильного межколесного дифференциала:
 1, 2 – полуоси; 3 – корпус;
 4 – муфта принудительной блокировки дифференциала; 5 – полуосевые шестерни;
 6 – сателлиты; 7 – крестовины;
 8 – коническая шестерня главной передачи

Различают дифференциалы с коническими и цилиндрическими шестернями. Наибольшее распространение, как более простые по конструкции, получили конические дифференциалы.

Крутящий момент от дифференциала передается к ведущим колесам с помощью валов, называемых **полуосями**.

Весь комплекс деталей от главной передачи и дифференциала до ступиц ведущих колес монтируется в полый балке, называемой ведущим мостом. Балки ведущих мостов могут быть штампованными и литыми, цельными и составными. Составные балки более прочны, чем цельные, при меньшей массе, но составные балки более трудоемки в изготовлении, и их жесткость зависит от надежности соединения. На балке крепят рессоры, толкающие и реактивные штанги. Балка ведущего моста является несущей, и через нее вес машины передается на колеса. При независимой подвеске балка ведущего моста делается разрезной, что дает возможность колесам перемещаться независимо одно от другого. В зависимости от того, управляемые или неуправляемые ведущие колеса, а также наличия колесного редуктора, крутящий момент может передаваться валом и шарниром равных угловых скоростей; валом

и колесным редуктором; полуосью, соединяющей ведущее колесо с дифференциалом. Конструкция подшипникового узла ведущего колеса определяется характером и степенью нагружения полуоси. Исходя из этого полуоси делят на полуразгруженные, разгруженные на три четверти и полностью разгруженные.

Полуоси могут быть нагружены вертикальной нагрузкой Z , продольной P_x и поперечной P_y силой, которая возникает при крене или при взаимодействии с неровностями. Кроме этого, полуось передает крутящий момент. На рис. 28 показаны схемы трех типов полуосей. Полуразгруженная полуось (рис. 28, а) работает на изгиб под действием сил Z , P_x и P_y и кручение от момента M_k . При этом моменты от сил Z и P_x невелики, так как плечо b выбирают минимальным, а момент от поперечной силы P_y может достичь значительной величины. По такой схеме выполняют полуоси легковых автомобилей. В конструкции полуоси, разгруженной на три четверти (рис. 28, б), ведущее колесо опирается через подшипник на балку заднего моста и одновременно на полуось, поэтому полуось работает на кручение и лишь частично на изгиб.

В автомобилях большой грузоподъемности обычно применяются полностью разгруженные полуоси (рис. 28, в). Ведущее колесо через подшипниковый узел опирается непосредственно на балку моста. Благодаря тому, что подшипникинесколько разнесены, изгибающие моменты от сил взаимодействия колеса с дорогой воспринимаются балкой моста, не нагружая полуось, которая работает только на кручение.

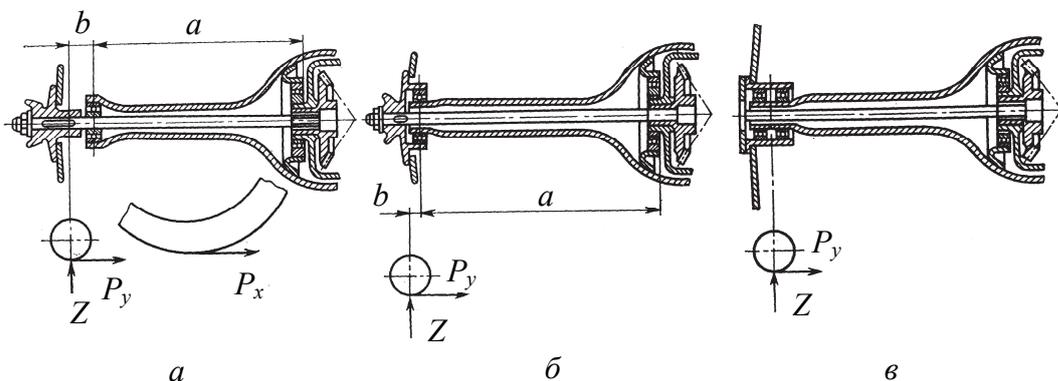


Рис. 28. Типы полуосей:
 а – полуразгруженная; б – разгруженная на три четверти;
 в – полностью разгруженная

У автомобилей высокой проходимости передние колеса одновременно являются ведущими и управляющими. В этом случае в привод вводятся карданы равных угловых скоростей или синхронные карданные передачи.

Последовательность выполнения работы

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.

2. Изучить конструкцию задних ведущих мостов лесовозных автомобилей МАЗ-5434 и ЗИЛ-131.

3. Ознакомиться с конструктивными особенностями передних ведущих мостов лесовозных автомобилей МАЗ-5434 и ЗИЛ-131 и шарниров равных угловых скоростей.

4. Изучить кинематику работы межколесного дифференциала.

5. Замерить количество зубьев шестерен главной передачи рассматриваемых ведущих мостов, определить передаточные числа.

6. Исследовать влияние дифференциала повышенного трения на проходимость машины, оценить целесообразность применения планетарных колесных редукторов.

7. Начертить кинематическую схему переднего моста, а также заднего ведущего моста. Вычислить передаточное число ведущего моста с разбивкой по ступеням (табл. 15).

8. Перечислить устройства для регулировки подшипников главной передачи.

Таблица 15

Определяемые параметры ведущих мостов автопоездов

Параметр	Результаты измерения
Количество зубьев шестерен главной передачи	
Осовой разбег (люфт) в подшипниках ведущей шестерни главной передачи, град	
Осовой разбег (люфт) в подшипниках ведомой шестерни главной передачи, град	
Зазор в зацеплении конических шестерен главной передачи, мм	
Величины преднатяга подшипников ведущей шестерни, Н	
Передаточное число ведущего моста с разбивкой по ступеням	

9. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.

2. Вычертить кинематические схемы ведущих мостов изучаемых лесовозных автомобилей, указав последовательность передачи крутящего момента и основных элементов ведущих мостов.

3. Привести расчеты передаточных чисел главных передач.

Контрольные вопросы

1. Достоинства и недостатки гипоидных главных передач.

2. Конструктивные особенности главных передач различных типов.

3. Принцип действия и конструкции межколесных дифференциалов.

4. Способы регулировки подшипников шестерен главной передачи у автомобилей разных моделей.

5. Конструкции шарниров равных угловых скоростей.

6. Классификация полуосей по характеру нагруженности.

Лабораторная работа № 12

ВЕДУЩИЕ МОСТЫ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, кинематическую схему, устройство, работу, используемые материалы и взаимодействие деталей ведущих мостов колесных и гусеничных тракторов.

Применяемое оборудование и материалы: лесозаготовительные машины ЛП-17А, ТБ-1М, ТТР-401, ЛТ-171, МЛХ-1221, Valmet-911, МЛПТ-354, ТТ-320, натурные макеты узлов и агрегатов ведущих мостов колесных и гусеничных тракторов ТДТ-55А, МТЗ-82, подборка плакатов «Ведущий мост гусеничного трелевочного трактора. Механизмы поворота».

Подготовка к занятию: изучить назначение, классификацию и кинематические схемы ведущих мостов колесных и гусеничных тракторов. Разобраться с назначением главной передачи, бортовых фрикционов и бортовых передач.

Общие сведения

Задний мост гусеничных тракторов крепится к раме. В нем размещаются главная передача и механизм поворота. К боковым поверхностям заднего моста крепятся корпуса бортовых (конечных) передач, которые предназначены для повышения общего передаточного числа трансмиссии и дорожного просвета трактора. Бортовая передача тракторов является тяжело нагруженной зубчатой передачей. Поэтому предъявляются повышенные требования к жесткости корпусов и точности выдерживания межцентровых расстояний шестерен, что оказывает большое влияние на срок службы передачи. Не меньшее значение имеет герметизация корпуса во избежание попадания грязи, пыли и воды.

Задний мост гусеничного трактора включает главную передачу, механизм поворота (фрикционный или планетарный) и конечную передачу.

На гусеничных трелевочных тракторах применяется центральная **главная передача**, которая предназначена для постоянного

увеличения крутящего момента, передаваемого от двигателя к ведущим звездочкам, и поворота на 90° плоскости передачи крутящего момента.

Механизмы поворота служат для изменения крутящего момента, подводимого к ведущим звездочкам, и обеспечения различных поступательных скоростей левой и правой гусениц.

Механизмы поворота классифицируются по следующим основным признакам:

- в зависимости от метода подвода мощности – однопоточные, двухпоточные и с отдельным подводом мощности к каждой гусенице. Трансмиссии с разделением потока мощности за главной передачей называют однопоточными. Если разделение потока мощности происходит в коробке передач, то трансмиссию называют двухпоточной. Применение двухпоточных трансмиссий позволяет, при прочих равных условиях, уменьшить массу трактора;

- исходя из числа фиксированных радиусов поворота – одно-, много- и бесступенчатые. В отечественных тракторах используются одно- и двухступенчатые механизмы поворота;

- по влиянию на среднюю скорость трактора при повороте – без уменьшения скорости, с уменьшающейся вдвое скоростью (при постоянной скорости забегающей гусеницы) и с переменной скоростью;

- в соответствии с механизмом поворота – многодисковые фрикционные муфты, планетарные механизмы поворота (ПМП), а также простые и двойные дифференциалы. Наибольшее применение в нашей стране получили многодисковые муфты и планетарные механизмы.

К механизмам поворота предъявляются следующие основные требования: обеспечение устойчивого прямолинейного движения трактора, возможно меньший радиус поворота, плавный переход от прямолинейного движения к повороту, минимальные внутренние потери в механизме, отсутствие дополнительной загрузки двигателя, хороший отвод тепла от поверхностей трения, надежное удержание трактора при его длительной стоянке на подъеме или спуске.

На гусеничных тракторах применение получили сухие многодисковые фрикционные муфты поворота, включенные в систему трансмиссии (рис. 29).

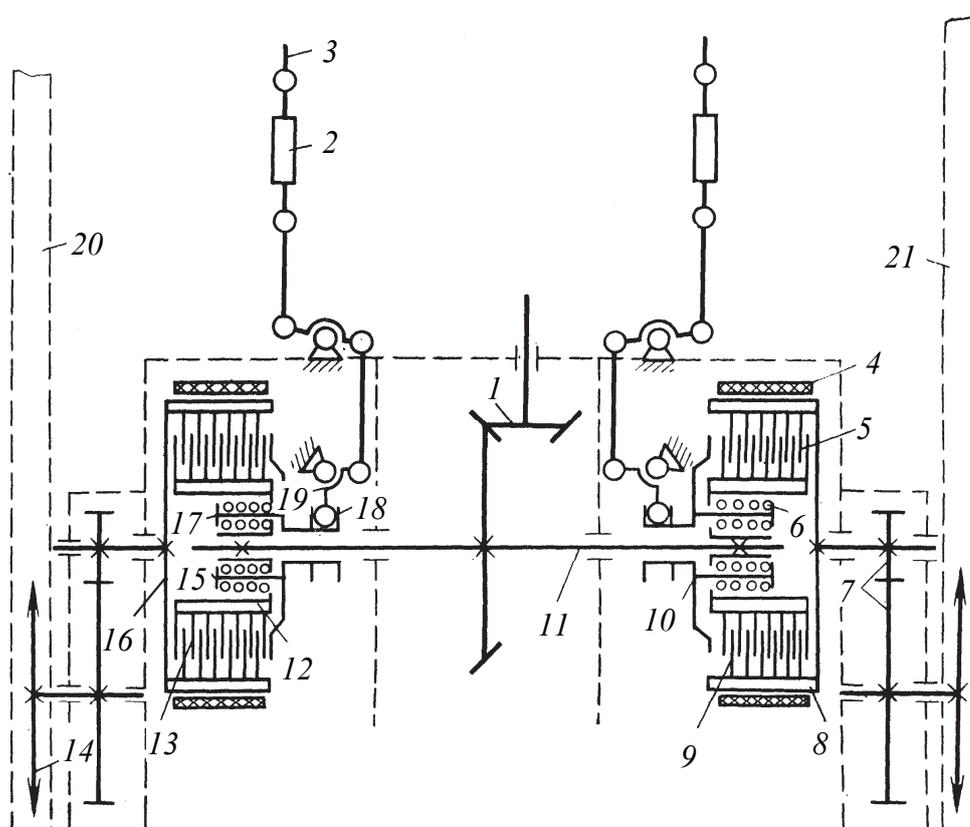


Рис. 29. Многодисковая муфта поворота:

- 1 – главная передача; 2 – гидроусилитель; 3 – тяга;
 4 – ленточный тормоз; 5 – опорный диск; 6 – пружина;
 7 – бортовая передача; 8 – ведомый барабан; 9 – ведомые диски;
 10 – нажимной диск; 11 – поперечный вал; 12 – ведущий барабан;
 13 – ведущие диски; 14 – ведущая звездочка; 15 – палец;
 16 – несущий диск; 17 – седло пружины; 18 – механизм выключения;
 19 – рычаг; 20 – левая гусеница; 21 – правая гусеница

Поперечный вал 11, получающий вращение от главной передачи 1, на обоих концах имеет шлицы, на которые устанавливаются ведущие барабаны 12. Ведущие барабаны на наружной поверхности по всей длине имеют зубья, на которые надеваются ведущие диски 13, чередующиеся с ведомыми 9, не имеющими связи с ведущими барабанами. Ведомые диски 9 своими наружными зубьями соединяются с ведомым барабаном 8. Таким образом устанавливается по 15 ведущих и ведомых дисков, которые сжимаются пружинами 6 между опорным 5 и нажимным 10 дисками. Предварительно сжатые пружины надеты на пальцы 15, связанные с нажимным диском и проходящие в отверстия ведущего

барабана. Пружины упираются в торец ведущего барабана 12 и торец седла 17. Ведомые барабаны соединены с несущими дисками 16 бортовых передач. На ступице нажимного диска смонтирован механизм выключения 18 с радиально-упорным подшипником. Корпус механизма выключения с обеих сторон уплотнен войлочными сальниками. На ведомых барабанах расположены ленточные тормоза 4, установленные в кронштейнах корпуса заднего моста. Лента тормоза стальная с фрикционной асбестовой накладкой для увеличения трения.

Управление муфтами поворота и тормозами заблокировано и осуществляется из кабины трактора через систему тяг и рычагов. При повороте трактора вначале выключается муфта, а затем включается тормоз. При прямолинейном движении трактора обе муфты поворота замкнуты, а тормоза выключены. Крутящий момент от поперечного вала главной передачи передается с помощью шлицев ведущим барабанам, от них с помощью зубьев – ведущим дискам, от которых за счет трения – ведомым дискам. Ведомые диски своими зубьями вращают ведомый барабан, соединенный болтами с несущим диском бортовой передачи, которая передает крутящий момент ведущей звездочке.

Для крутых поворотов необходимо при полностью выключенной муфте затянуть ленточный тормоз, охватывающий ведомый барабан выключенной муфты. Минимальный радиус поворота при полностью затянутом тормозе равен половине колеи трактора. Для выключения муфты поворота требуется усилие, равное 0,12–0,15 кН.

Достоинством рассматриваемого типа механизма поворота является то, что при прямолинейном движении, когда муфты включены, гусеницы трактора жестко связаны друг с другом. Это обеспечивает высокую проходимость машины, и при достаточном сцеплении с грунтом ее не уводит в сторону, как при некоторых других типах механизмов поворота.

Недостатками данного типа механизма поворота являются большие потери на трение между дисками при выключении муфты, быстрый износ дисков и необходимость частого выполнения регулировок.

На некоторых трелевочных тракторах, а также на большинстве сельскохозяйственных гусеничных тракторов используют планетарные механизмы поворота (ПМП). По кинематическому при-

знаку ПМП могут быть одноступенчатые и двухступенчатые. Двухступенчатые ПМП значительно сложнее и применяются в основном на тяжелых гусеничных тракторах промышленного назначения. По конструктивному исполнению планетарные механизмы поворота могут быть разнесенного типа (каждый на свой борт) и сведенного типа, размещаемого в одном узле с главной передачей.

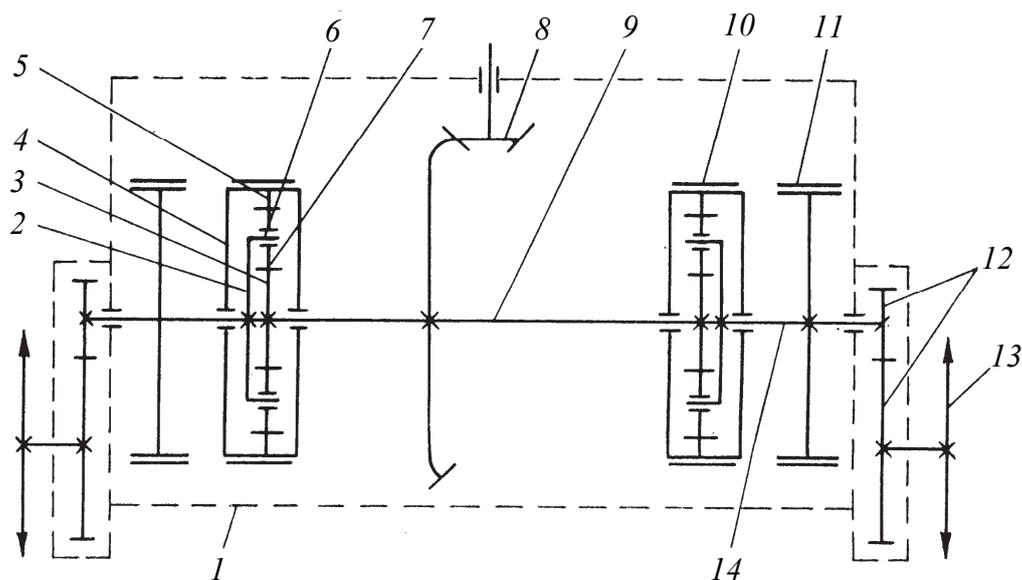


Рис. 30. Планетарный механизм поворота разнесенного типа:
 1 – корпус заднего моста; 2 – водило; 3 – солнечная шестерня;
 4 – корпус ПМП; 5 – коронная шестерня; 6 – ось сателлита; 7 – сателлит;
 8 – главная передача; 9 – поперечный вал; 10 – тормоз корпуса ПМП;
 11 – тормоз водила (остановочный тормоз); 12 – бортовая передача;
 13 – ведущая звездочка; 14 – соединительный вал

Планетарный механизм поворота разнесенного типа показан на рис. 30. Поперечный вал 9 главной передачи приводит в действие левый и правый одноступенчатые ПМП. На концах вала на шлицах установлены солнечные шестерни 3. Каждая солнечная шестерня ведет по три сателлита 7, которые находятся в зацеплении с коронной шестерней 5, жестко связанной с корпусом ПМП 4. Водило 2 состоит из ступицы, которая посажена на шлицы соединительного вала 14, корпуса сателлитов и их осей 6. ПМП в данном случае представляет собой понижающую планетарную передачу от солнечной шестерни к водилу при неподвижной коронной шестерне.

Для крутых поворотов и затормаживания трактора на стоянках на оба борта устанавливаются остановочные тормоза 11,

закрепленные на ступицах ведущих шестерен бортовых передач 12. Они состоят из тормозных барабанов и лент. Для плавных поворотов имеется ленточный тормоз 10 корпуса ПМП.

При прямолинейном движении трактора тормоза корпусов ПМП затянуты, а тормоза водила отпущены. Следовательно, коронные шестерни, жестко закрепленные в корпусах ПМП, неподвижны. Крутящий момент, подводимый к главной передаче, передается на поперечный вал заднего моста, распределяющего этот момент поровну между механизмами поворота, при равном сопротивлении перемещению гусениц. Солнечные шестерни, вращающиеся вместе с поперечным валом, заставляют обкатываться сателлиты по неподвижной коронной шестерне, при этом оси сателлитов заставляют вращаться водило, связанное соединительным валом с ведущей шестерней бортовой передачи. Далее вращение передается на ведущие звездочки гусениц.

Чтобы повернуть трактор, необходимо растормозить тормоз корпуса ПМП, приложив усилие к рычагу в кабине с той стороны, в которую производится поворот. Поскольку сопротивление вращению расторможенного корпуса ПМП всегда меньше сопротивления перемещению гусеничной цепи, корпус ПМП и жестко связанная с ним коронная шестерня начнут вращаться в сторону, противоположную солнечной шестерни. В результате скорость вращения водила этого борта уменьшается, и трактор начнет плавно поворачиваться.

Чтобы повернуть круто или развернуться на месте, необходимо после расторможения коронной шестерни затянуть тормоз водила (нажать на педаль в кабине). Поворот трактора возможен в трех режимах: при неполном выключении тормоза корпуса ПМП, при полном выключении тормоза корпуса ПМП, при полном выключении тормоза корпуса ПМП и включенном остановочном тормозе (тормозе водила).

Первый режим вызывает быстрый износ тормозной ленты корпуса ПМП и поэтому не рекомендуется. При повороте на втором режиме выключение одного из тормозов корпуса ПМП приводит к тому, как уже выше сказано, что коронная шестерня начинает вращаться под воздействием сателлитов, которые теперь вращаются на своих осях. Оси сателлитов и, следовательно, водило не останавливаются полностью, тогда как ПМП другого борта, работая как при прямолинейном движении, заставляет двигаться

трактор. Поворот будет плавный, так как гусеницы движутся, а радиус поворота в основном будет зависеть от разницы сил сопротивления качению гусениц.

На гусеничных трелевочных тракторах ТТ-4 и ТТ-4М применен размещенный в отсеке главной передачи сдвоенный планетарный механизм поворота (рис. 31). В отличие от ПМП разнесенного типа здесь ведущим звеном является не солнечная, а коронная шестерня, жестко связанная с корпусом ПМП. В данной конструкции ПМП представляет собой понижающую планетарную передачу от коронной шестерни к водилу при неподвижной солнечной шестерне.

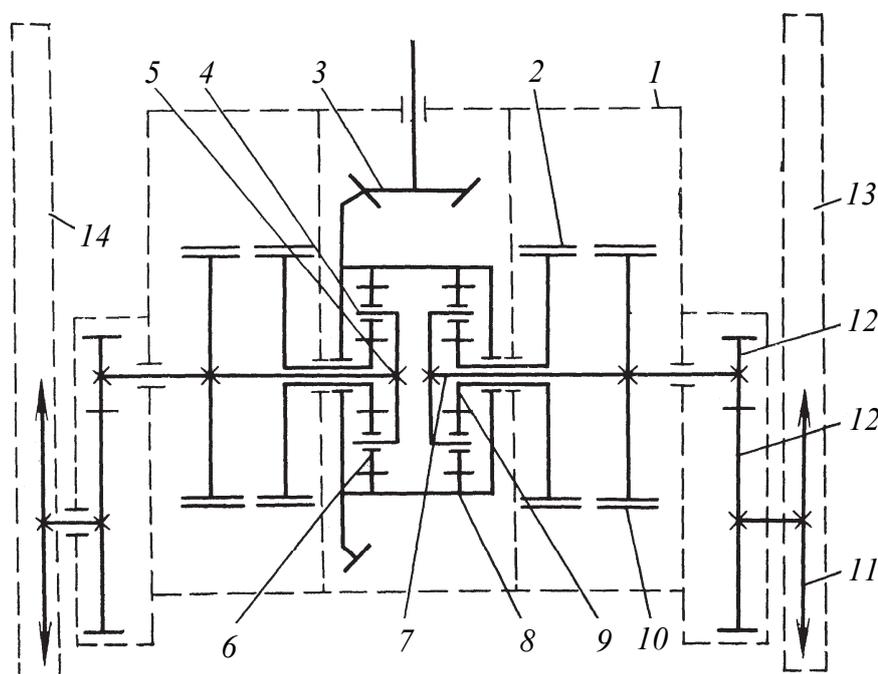


Рис. 31. Сдвоенный планетарный механизм поворота:

- 1 – корпус заднего моста; 2 – тормоз солнечной шестерни;
 3 – главная передача; 4 – ось сателлита; 5 – водило; 6 – сателлит;
 7 – соединительный вал; 8 – коронная шестерня; 9 – солнечная шестерня;
 10 – тормоз водила; 11 – ведущая звездочка; 12 – бортовая передача;
 13 – правая гусеница; 14 – левая гусеница

При крутом повороте (третий режим) ПМП отстающей гусеницы не передает крутящего момента, а затормаживание его водила приводит к тому, что гусеница не катится, а стремится скользить. Вторая гусеница, забегая вперед, заставляет поворачиваться трактор относительно заторможенной гусеницы.

При прямолинейном движении трактора тормоза 2 солнечных шестерен затянуты. Остановочные тормоза (тормоза водила) 10 отпущены. Крутящий момент от главной передачи поступает на корпус ПМП и, следовательно, на коронную шестерню 8, которая с ним жестко связана. Коронная шестерня ведет оба ряда сателлитов 6, которые, обкатываясь по неподвижным солнечным шестерням, увлекают водила 5 обоих бортов в сторону вращения коронной шестерни. Далее крутящий момент через шестерни бортовой передачи 12 поступает на ведущие звездочки 11.

Планетарные механизмы поворота имеют следующие преимущества по сравнению с многодисковыми фрикционными муфтами: большой срок службы, стабильность регулировок, меньшие усилия на рычагах управления, меньшие габариты и массу, обеспечение увеличения передаточного числа трансмиссии, что позволяет уменьшить передаточное число главной передачи и коробки передач и, таким образом, снизить нагрузки и повысить срок службы этих агрегатов.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить конструкцию главной передачи – тип зацепления шестерен, способ установки ведущих шестерен.
2. Ознакомиться с конструкцией и принципом работы фрикционных механизмов поворота.
3. Изучить назначение и конструкцию бортовых (конечных) передач.
4. Определить количество зубьев главной и бортовой передач.

Содержание отчета

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.
2. Вычертить кинематические схемы ведущих мостов гусеничных (ЛП-17А, ТБ-1М, ТЛТ-100) тракторов, указав последовательность передачи крутящего момента и основных элементов ведущего моста.
3. Привести расчеты передаточных чисел механизмов ведущего моста (табл. 16).

Таблица 16

Определяемые параметры ведущих мостов тракторов

Параметр	Результаты измерения
Количество зубьев главной и бортовой передач	
Осовой разбег (люфт) в подшипниках ведущей шестерни главной передачи, град	
Осовой разбег (люфт) в подшипниках ведомой шестерни главной передачи, град	
Зазор в зацеплении конических шестерен главной передачи, мм	
Величины преднатяга подшипников ведущей шестерни, Н	
Количество ведущих дисков планетарного механизма поворота	
Количество ведомых дисков планетарного механизма поворота	

4. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Ведущие мосты гусеничных тракторов. Назначение, устройство, конструктивные особенности.
2. Особенности конструкции главных передач гусеничных тракторов.
3. Преимущества и недостатки фрикционных и планетарных механизмов поворота.
4. Регулировки фрикционных механизмов поворота.
5. Особенности конструкции бортовых (конечных) передач.
6. Способы управления фрикционным и планетарным механизмами поворота гусеничного трактора.

ХОДОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию и устройство основных элементов ходовой системы – рам, подвесок, балок, мостов, колес и гусениц.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автомобиль МАЗ-5434, трелевочные тракторы ТТР-401, ТТ-320, ЛТ-171А, ТБ-1М, лесозаготовительные машины ЛП-17А, Valmet-911, МЛПТ-354, МЛХ-1221, натурные макеты узлов и агрегатов ходовых частей лесных машин, подборка плакатов «Ходовая часть автомобилей и тракторов».

Подготовка к занятию: уяснить назначение несущих систем, подвесок, движителей и их основных элементов. Уточнить особенности балансирных подвесок автомобилей и тракторов.

Общие сведения

Ходовая часть (рис. 32) состоит из остова, подвески и движителя (колес или гусениц). У колесных тракторов различают рамные, полурамные и безрамные остовы. **Остовом** называют основание, соединяющее части трактора в единое целое.

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

Полурамный остов – это объединенная конструкция отдельных корпусов трансмиссии и балок полурамы.

Безрамный остов представляет собой общую жесткую систему, состоящую из корпусов механизмов трансмиссии и двигателя. Полурамный и безрамный остовы применяют на пропашных тракторах.

Раму автомобиля (рис. 32, в) изготавливают из двух продольных балок (лонжеронов) швеллерного сечения и нескольких попереч-

ных балок, соединенных между собой заклепками. Для увеличения жесткости на раме приварены косынки и угольники, а для крепления агрегатов установлены кронштейны.

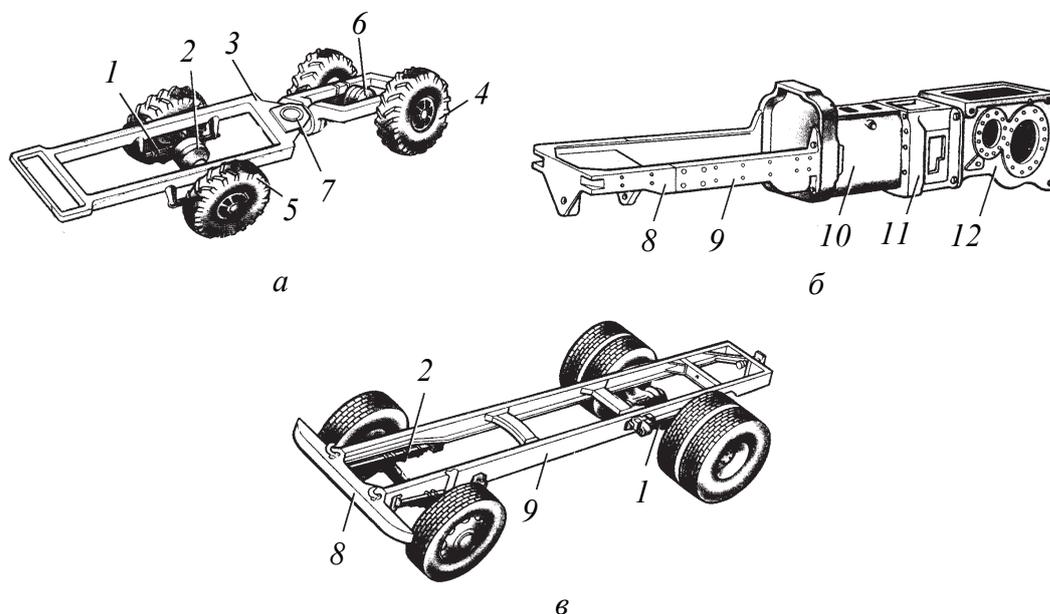


Рис. 32. Ходовая часть и осто́в:

- а* – осто́в трактора общего назначения;
- б* – осто́в трактора универсально-пропашного назначения;
- в* – ходовая часть грузового автомобиля:
- 1* – подвеска; *2* – передний мост; *3* – осто́в;
- 4, 5* – задние и передние колеса соответственно; *6* – задний мост;
- 7* – двойной шарнир; *8* – передняя балка;
- 9* – продольная балка (лонжерон); *10* – корпус сцепления;
- 11* – корпус коробки передач; *12* – корпус заднего моста

Рама колесного трактора общего назначения – шарнирно-сочлененная (рис. 32, *а*). Она состоит из двух полурам, соединенных между собой двойным шарниром, который позволяет поворачиваться полурамам друг относительно друга в горизонтальной (на $\pm 30^\circ$) и вертикальной (на $\pm 18^\circ$) плоскостях.

Подвеска – это система устройств для упругой связи осто́ва с колесами или гусеницами. Она смягчает удары от неровностей дороги.

В задней подвеске автомобилей, кроме основных задних рессор, имеются дополнительные рессоры. Они закреплены вместе с основной рессорой стремянками, а их концы находятся против полок опорных кронштейнов. В разгруженном автомобиле дополнительные

рессоры не работают, а при нагрузке они упираются концами в кронштейны и несут нагрузку вместе с основными рессорами.

На трехосных большегрузных автомобилях применяют заднюю балансирующую тележку с реактивными штангами, запрессованными в кронштейны, которые болтами крепятся к лонжеронам рамы. Упругость передней и задней подвесок совместно с автономной подвеской кабины и подрессоренным сиденьем водителя обеспечивает плавность хода автомобиля и изолирует водителя от вибраций и толчков.

Передняя ось на грузовых автомобилях изготовлена в виде двутавровой балки с отогнутыми вверх концами. Для крепления рессор на оси выполнены площадки. На концах оси расположены бобышки с проушинами, в которые вставлены шкворни, соединяющие переднюю ось с поворотными цапфами колес. Чтобы облегчить поворот колес, между проушиной цапфы и бобышками оси помещен опорный шариковый подшипник. На оси цапфы в двух конических роликовых подшипниках установлена ступица переднего управляемого колеса.

Шкворни поворотных цапф имеют продольные и поперечные наклоны, благодаря чему облегчается управление автомобилем, повышается безопасность движения, так как колеса стремятся занять положения, соответствующие движению по прямой.

Для уменьшения толчков, передаваемых на рулевой механизм, и разгрузки наружного подшипника ступицы колеса оси цапф наклонены концами вниз. Благодаря этому передние колеса устанавливаются с развалом.

Чтобы уменьшить проскальзывание покрышек и их износ, передние колеса устанавливают с некоторым схождением, т. е. расстояние между шинами колеса впереди должно быть меньше, чем сзади. Угол наклона шкворней и развал колес не регулируют, а схождение колес регулируют тягами.

Последовательность выполнения работы

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.
2. Изучить конструкцию несущих систем автомобилей, колесных и гусеничных тракторов.

3. Ознакомиться с конструктивными особенностями жесткой, полужесткой и упругой подвески гусеничных трелевочных тракторов.

4. Изучить конструктивные особенности подвесок ведущих мостов автомобилей с колесными формулами 4×4 и 6×6 и колесных тракторов.

5. Рассмотреть конструкцию опорных катков, натяжного и амортизирующего устройства, балансиров и рычагов подвески гусеничного трактора ТЛТ-100 (ТДТ-55А).

6. Изучить конструктивные особенности гусениц трелевочного трактора и устройство колеса лесовозного автомобиля.

7. На монтажных балках внимательно рассмотреть расположение и крепление рессор, амортизаторов и колес. Изучить устройство ходовой части на примере подвески автомобиля (рис. 33).

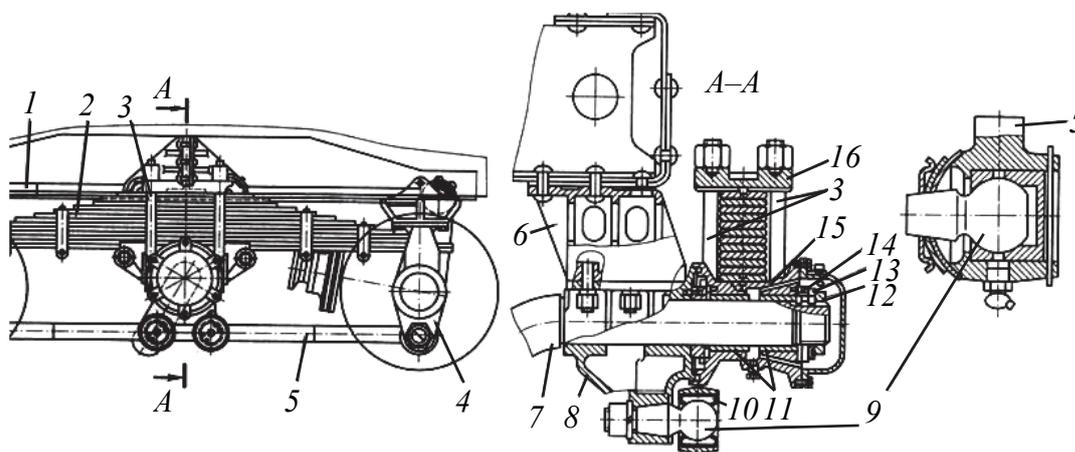


Рис. 33. Балансирная подвеска промежуточного и заднего мостов автомобиля:

- 1, 5 – штанги; 2 – рессора; 3 – стремянка; 4, 6, 8 – кронштейны; 7 – ось;
 9 – шаровой палец; 10 – сферический вкладыш; 11 – подшипник;
 12, 14 – гайки; 13 – шайба; 15 – башмак; 16 – накладка

8. Разобрать рессору ходовой части автомобиля, для чего отсоединить узлы крепления рессоры к раме и передней балке, разъединить листы рессоры. Уяснить, что для предотвращения взаимного перемещения листов рессоры предусмотрен специальный выштампованный профиль.

9. Собрать рессоры ходовой части автомобиля, выполняя операции в последовательности, обратной разборке.

10. Изучить устройство телескопического амортизатора, используя учебный плакат и рис. 34.

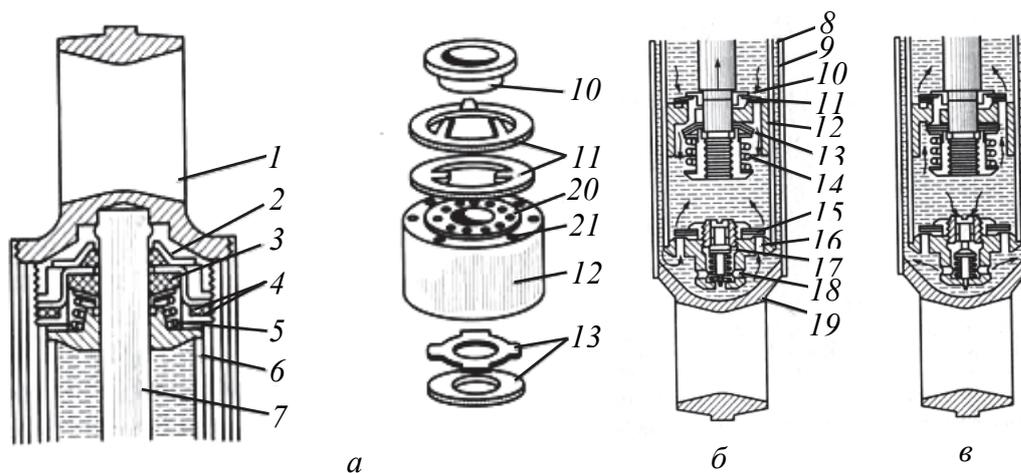


Рис. 34. Схема работы телескопического амортизатора:

а – устройство амортизатора; *б* – ход отдачи; *в* – ход сжатия:

- 1 – верхняя проушина; 2 – гайка резервуара; 3 – резиновый сальник штока;
 4 – резиновые кольца; 5 – отверстие для слива жидкости в резервуар;
 6 – рабочий цилиндр; 7 – шток поршня; 8 – масло; 9 – резервуар;
 10 – упорная шайба; 11 – перепускной клапан; 12 – поршень;
 13 – клапан отдачи; 14 – пружина клапана отдачи; 15 – впускной клапан;
 16 – отверстие впускного клапана; 17 – клапан сжатия; 18 – отверстие
 клапана сжатия; 19 – нижняя проушина; 20 – отверстие внутреннегоряда;
 21 – отверстие наружного ряда; → – движение жидкой смеси масел

11. Разобрать телескопический амортизатор следующим образом (рис. 34, 35):

- закрепить амортизатор в тисках за нижнюю проушину;
- вытянуть шток 7 (рис. 34, *а*) до отказа и специальным ключом отвернуть гайку 2;
- тонкой отверткой приподнять обойму вместе с резиновым сальником штока 3 и сальником обоймы (резиновое кольцо 4) на 35–40 мм;
- извлечь из рабочего цилиндра шток в сборе с поршнем, направляющей штока и кожухом резервуара;
- вынуть из резервуара 9 рабочий цилиндр в сборе с перепускным клапаном и клапаном сжатия;
- при помощи оправки выпрессовать из рабочего цилиндра корпус в сборе с перепускным клапаном и клапаном сжатия (рис. 35, *б*).

12. Собрать амортизатор, выполняя операции в последовательности, обратной разборке.

13. Изучить устройство колес, шин, регулировку подшипников ступицы колес автомобиля.

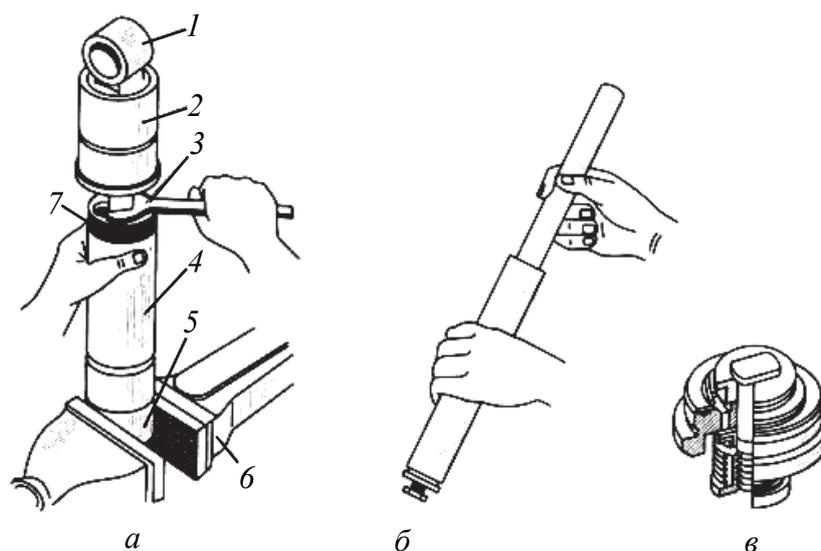


Рис. 35. Разборка телескопического амортизатора:

a – отвертывание гайки резервуара:

1 – верхняя проушина; *2* – кожух; *3* – гаечный ключ;

4 – резервуар; *5* – нижняя проушина; *6* – тиски; *7* – гайка;

б – выпрессовка корпуса в сборе с клапанами сжатия и впускным;

в – корпус в сборе с клапанами сжатия и выпускным

14. Выполнить замеры элементов пневматической шины (рис. 36) – ширину и высоту профиля шины, посадочный и наружный диаметры.

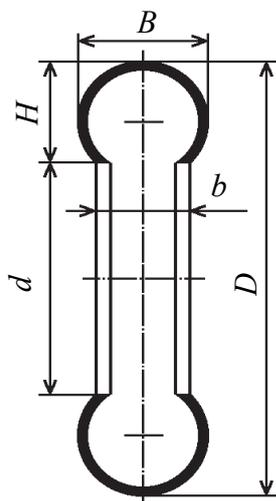


Рис. 36. Основные параметры

автомобильных и тракторных шин:

B – ширина профиля; *H* – высота профиля;

d – посадочный диаметр; *b* – расстояние между бортовыми закраинами; *D* – наружный диаметр

15. Определить параметры листов рессор передней или задней подвески лесовозного автомобиля – длину, ширину и толщину.

16. Замерить для гусеничного движителя шаг, ширину и длину опорной поверхности.

17. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов (табл. 17), сформулировать вывод.

Таблица 17

Определяемые параметры ходовых систем

Параметр	Результаты измерения
Замеры гусеничного движителя, мм:	
– шаг	
– ширина	
– длина опорной поверхности	
Замеры элементов пневматической шины, мм:	
– ширина	
– высота профиля шины	
– посадочный диаметр	
– наружный диаметр	
Замеры листов рессор передней и задней подвесок лесовозного тягача, мм:	
– длина	
– ширина	
– толщина	

Содержание отчета

1. Вычертить схему подвески гусеничного трелевочного трактора с указанием основных элементов и определенных размеров.

2. Начертить схему подвески лесовозного автомобиля, указав основные элементы и определенные размеры.

3. Вычертить схему пневматической шины колесного трактора и лесовозного автопоезда с обозначением основных размеров.

4. Определить площади контакта колес и гусениц с опорной поверхностью и средние удельные давления под колесами и гусеницами в случае порожних и груженых изучаемых автомобилей и тракторов.

Контрольные вопросы

1. Назначение ходовой части автомобиля и трактора.
2. Конструктивные особенности подвесок у автомобилей и тракторов.
3. Принцип работы натяжного механизма гусеничного движителя.
4. Метод контроля правильности натяжения гусениц.
5. Устройство колеса и шины.
6. Назначение и принцип работы рессор и гидравлического амортизатора.

РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ И КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и принцип работы рулевых управлений лесовозных автомобилей и колесных тракторов с шарнирно-сочлененной и жесткой рамой.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автомобиль МАЗ-5434, трелевочные тракторы ТТР-401 и ЛТ-171А, лесозаготовительные машины Valmet-911 и МЛПТ-354, натурные макеты узлов и агрегатов рулевого управления, подборка плакатов «Рулевое управление автомобилей и колесных тракторов».

Подготовка к занятию: уточнить такие понятия, как кинематическое передаточное число рулевого механизма, силовое передаточное число рулевого привода, минимальный радиус поворота машины, максимальные углы поворота управляемых колес, максимальный угол складывания полурам, углы установки управляемых колес.

Общие сведения

Рулевое управление без гидроусилителя. Рулевое управление предназначено для изменения направления движения автомобиля или колесного трактора посредством поворота передних колес или полурам. Рулевое управление (рис. 37) состоит из рулевого механизма (рулевое колесо, вал рулевого управления, рулевая колонка, картер с боковой, верхней и нижней крышками, рулевой редуктор, подшипники, регулировочный винт вала сошки) и рулевого привода (сошка, продольная рулевая тяга, верхний рычаг левой поворотной цапфы, правый и левый рычаги поворотных цапф, поперечная рулевая тяга).

Рулевой механизм осуществляет передачу усилия от водителя к рулевому приводу и облегчает поворот рулевого колеса. Различают несколько типов рулевого механизма: червяк – ролик, червяк – сектор и винт – гайка.

Рулевой механизм типа «червяк – ролик» применяют на некоторых автомобилях и колесных тракторах малого класса, имеющих механическое рулевое управление. Рулевой механизм (рис. 37, *a*) этого типа включает в себя трехгребневый ролик 6 и глобоидальный червяк 8, которые составляют червячную пару с большим передаточным отношением.

Червяк с помощью елочных шлицев насажен на рулевой вал 5. Червяк опирается на два конических подшипника, установленных в расточках корпуса. Подшипники не имеют внутреннего кольца, и их ролики катятся непосредственно по коническим поверхностям червяка. Наружные обоймы подшипников зажаты в осевом направлении крышками. Под фланец нижней крышки 1 установлены регулировочные прокладки, используемые для регулировки осевого зазора подшипников. Основание рулевой колонки 3 нижним концом входит в расточку крышки.

Внутри колонки помещен рулевой вал, который в верхней части опирается на радиально-упорный шариковый подшипник, установленный в колонку. На верхнем конусном конце рулевого вала шпонкой и гайкой закреплено рулевое колесо 4. В центральной части рулевого колеса находится кнопка звукового сигнала.

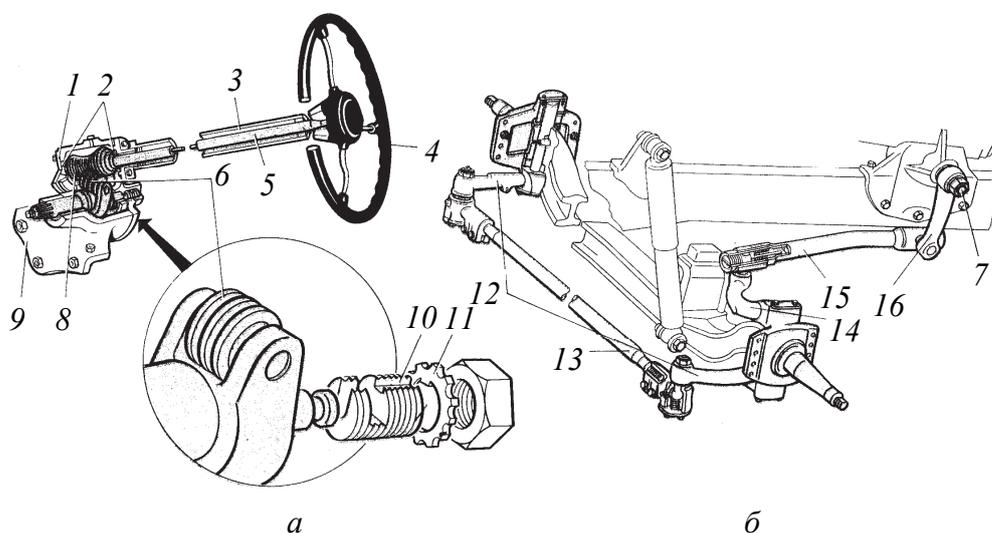


Рис. 37. Рулевой механизм (*a*) и рулевой привод (*б*) автомобиля:
 1 – нижняя крышка; 2 – конические подшипники; 3 – рулевая колонка;
 4 – рулевое колесо; 5 – рулевой вал; 6 – ролик; 7 – вал сошки;
 8 – червяк; 9 – корпус; 10 – регулировочный винт; 11 – шайба;
 12 – рычаги поворотных цапф; 13 – поперечная тяга;
 14 – верхний поворотный рычаг; 15 – продольная тяга; 16 – рулевая сошка

Трехребневый ролик *б* опирается на два игольчатых подшипника, которые помещены на оси, запрессованной в отверстиях прилива (головки) вала сошки.

Вал сошки *7* опирается с внешней стороны на втулку, запрессованную в корпус, а с внутренней стороны – на цилиндрический роликовый подшипник, установленный в боковую крышку. Внутренний конец вала сошки имеет кольцевую выточку, которая входит в паз регулировочного винта *10*. В торце винта с обратной стороны выполнено углубление для специального ключа.

Регулировочный винт ввертывается в боковую крышку корпуса рулевого механизма и удерживает вал сошки от осевых перемещений. Он стопорится шайбой *11*, которая усом входит в паз винта. На винт навертывается колпачковая гайка, которая прижимает шайбу к крышке.

Регулировочным винтом можно переместить вал сошки в осевом направлении и изменить зазор между червяком и роликом, что влияет на свободный ход рулевого колеса.

Наружный конец вала сошки имеет шлицы, на которые надевают сошку. Для правильной установки сошки на вал на их торцах выбиты риски. Гайкой закрепляют сошку на валу.

Для смазывания деталей корпус *9* рулевого механизма заправляют трансмиссионным маслом до уровня заливного отверстия, которое закрывается пробкой. Вытекание масла из корпуса предотвращается самоподжимным сальником, войлочным кольцом и картонными прокладками.

Рулевой привод (рис. 37, б) составляют детали, соединяющие сошку с поворотными цапфами. Конструкция рулевого привода выполнена так, чтобы при повороте движение всех колес автомобиля или трактора осуществлялось без бокового скольжения, что обеспечивает легкость управления и минимальный износ шин. Для этого необходимо, чтобы все колеса имели общий центр поворота, т. е. внутреннее управляемое колесо должно поворачиваться на больший угол, чем внешнее. Выполнение этого требования обеспечивает рулевая трапеция, где основаниями служат передняя ось автомобиля (трактора) и поперечная рулевая тяга *13*, а боковыми сторонами – рычаги *12* поворотных цапф. Рулевая трапеция соединена с сошкой *16* посредством верхнего поворотного рычага *14* и продольной тяги *15*. В наконечниках продольной и поперечной тяг размещены шаровые сочленения. На нижнем конце сошки в

коническом отверстии закреплен стержень шарового пальца, сфера которого размещена в продольной рулевой тяге 15.

Направление движения автомобиля (трактора) изменяют поворотом рулевого колеса. При повороте рулевого колеса по ходу часовой стрелки (вправо) червяк поворачивает через ролик нижний конец сошки назад. Сошка через продольную тягу и соединенную с ней рулевую трапецию поворачивает направляющие колеса направо.

При повороте рулевого колеса против хода часовой стрелки направляющие колеса поворачиваются налево. Для снижения усилия, которое должен прикладывать водитель к рулевому колесу, рулевое управление ряда тракторов и автомобилей снабжено гидроусилителем.

Рулевое управление с гидроусилителем. Гидроусилитель служит для снижения усилия водителя на рулевом колесе при повороте автомобиля или трактора. Гидроусилители монтируют обычно в рулевой механизм. Гидроусилитель включает в себя масляный резервуар, размещенный в корпусе, масляный насос, распределитель и силовой цилиндр. Гидроцилиндр двустороннего действия установлен в верхней части корпуса. Шток поршня соединен с рейкой, находящейся в зацеплении с зубчатым сектором вала сошки с противоположной от червяка стороны.

Распределитель, расположенный на пути потока масла из насоса в цилиндр, управляет работой цилиндра. Он состоит из корпуса с каналами и золотника 5 (рис. 38), закрепленного на хвостовике червяка рулевого механизма. С обеих сторон золотника находятся шайбы 7, в которые под давлением пружины упираются ползуны 8. Ползуны и пружины с помощью шайбы удерживают золотник в нейтральном (среднем) положении, когда водитель не поворачивает рулевое колесо, и автомобиль (трактор) движется в нужном направлении.

При этом золотник выточками соединяет нагнетательную магистраль 10 со сливной, и масло, нагнетаемое насосом, сливается в бак из сливной магистрали. Червяк 11 одновременно с вращательным может совершать поступательное движение вперед и назад от нейтрального положения, так как между упорными шайбами 7 и торцевыми расточками в корпусе распределителя с обеих сторон имеются зазоры. Поворотом рулевого колеса поворачивают червяк, который, упираясь в зубья сектора, смещается в осевом направлении вместе с золотником, и нагнетательная магистраль насоса соединяется с одной из полостей силового цилиндра.

Маслом, нагнетаемым насосом в эту полость цилиндра, перемещается поршень 1, а вместе с ним и шток с рейкой, поворачивая с помощью сектора вал, который через сошку 12, тяги и рычаги соединен с направляющими колесами. При этом другая полость цилиндра через трубку и золотник соединяется со сливной магистралью, масло из этой полости вытесняется поршнем в бак.

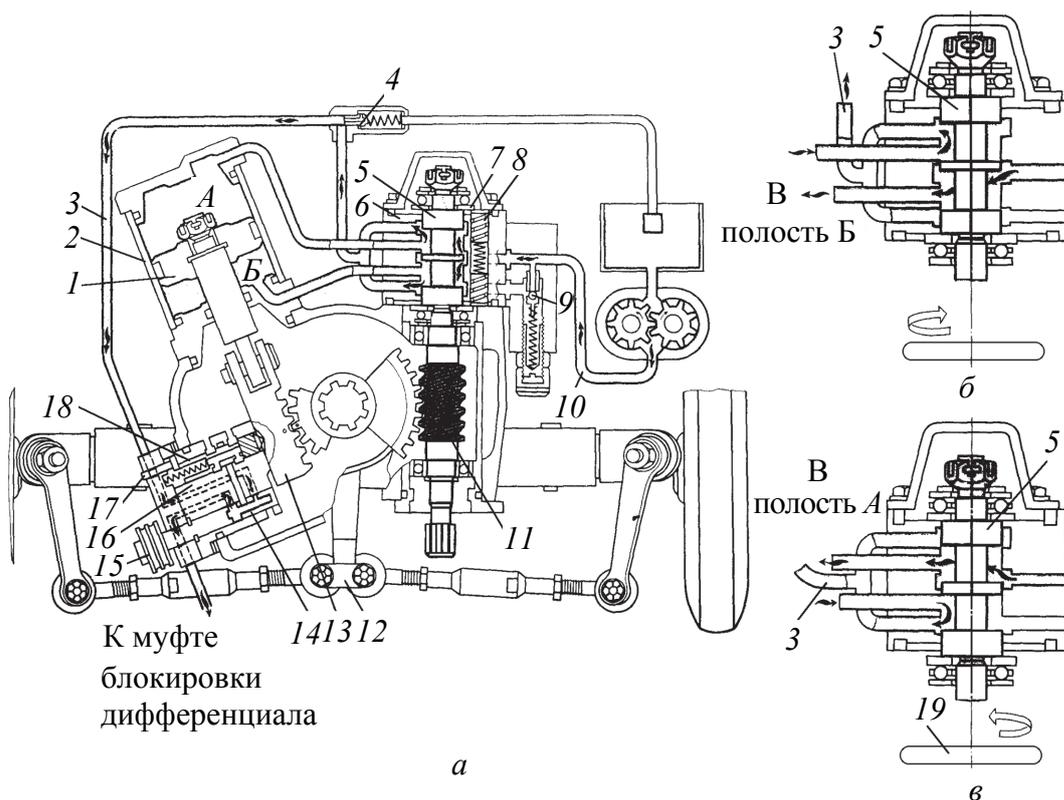


Рис. 38. Схема рулевого управления с гидроусилителем:

а – среднее положение золотника; *б* – положение золотника при повороте направо; *в* – положение золотника при повороте налево:

- 1 – поршень; 2 – цилиндр; 3 – нагнетательная магистраль к датчику блокировки дифференциала; 4 – редукционный клапан; 5 – золотник; 6 – корпус распределителя; 7 – шайба; 8 – ползун; 9 – предохранительный клапан; 10 – нагнетательная магистраль к гидроусилителю; 11 – червяк; 12 – сошка; 13 – рейка; 14 – кран управления блокировкой дифференциала; 15 – маховичок; 16 – упор рейки; 17 – щуп для установки рулевой сошки в среднее положение; 18 – золотник датчика блокировки дифференциала; 19 – рулевое колесо; А, Б – полости цилиндра

Если прекратить вращение рулевого колеса, то золотник возвращается в среднее (нейтральное) положение под действием

пружин, а автомобиль (трактор) продолжает движение в выбранном направлении.

Усилие водителя, прикладываемое к рулевому колесу, используется для перемещения золотника, т. е. для включения усилителя.

На колесных тракторах с шарнирно-сочлененной рамой силовые цилиндры *11* и *12* гидроусилителя рулевого управления выполнены отдельно (рис. 39). Они установлены по одному с каждой стороны и соединены с обеими полурамами. При повороте рулевого колеса *3* масло от золотника гидроусилителя *5* направляется в полости силовых цилиндров и они поворачивают заднюю полураму *13* относительно передней. Тяга *9*, соединяющая сошку *7* рулевого механизма с задней полурамой, дает ощущение связи водителя с полурамой при повороте трактора.

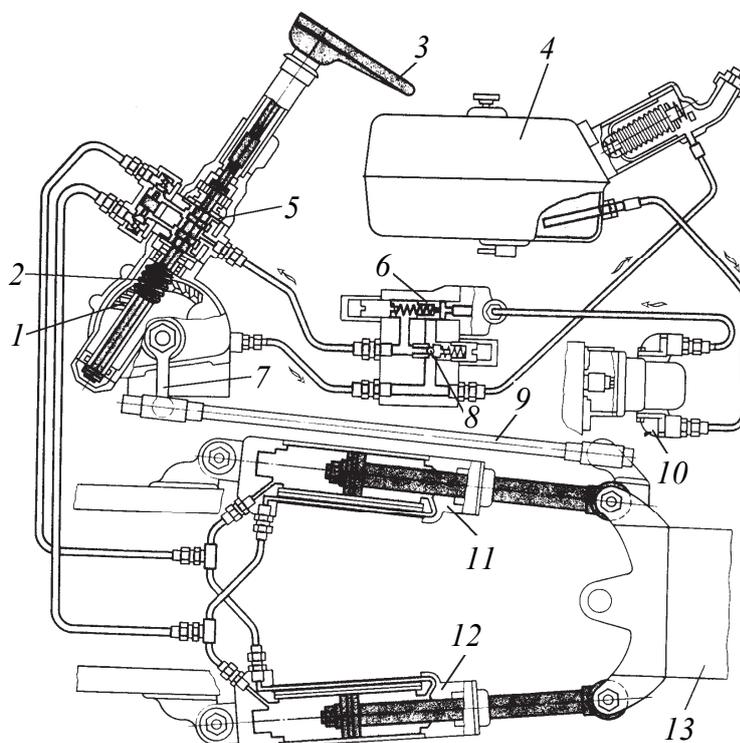


Рис. 39. Схема рулевого управления с выносными цилиндрами:

- 1* – зубчатый сектор; *2* – червяк; *3* – рулевое колесо; *4* – бак;
5 – гидроусилитель; *6* – клапан постоянного расхода; *7* – сошка;
8 – предохранитель; *9* – тяга обратной связи; *10* – масляный насос;
11, 12 – силовые гидроцилиндры; *13* – задняя полурама

Клапан *6* расхода обеспечивает подачу постоянного количества масла к распределителю рулевого механизма независимо от частоты

вращения коленчатого вала двигателя. Клапан состоит из подпружиненного золотника, перемещающегося в корпусе в осевом направлении. На боковой поверхности золотника имеются сливные отверстия, а в доньшке – отверстие малого диаметра, которое создает сопротивление протеканию масла. Поэтому давление перед отверстием больше, чем за ним. Сила избыточного давления перемещает золотник до уравнивания этой силы пружиной.

При этом сливные отверстия в золотнике сообщаются со сливным каналом в корпусе и избыточное масло направляется на слив в бак.

В одном корпусе с клапаном расхода находится предохранительный клапан 8, предназначенный для предохранения системы от разрушений при чрезмерном увеличении давления. Он состоит из шарикового клапана, седла, пружины и регулировочного винта.

Рулевой механизм типа «винт – гайка» применяют на некоторых автомобилях и универсально-пропашных тракторах. В таких механизмах силовым цилиндром служит корпус гидравлического усилителя.

В корпусе 1 (рис. 40) гидроусилителя размещен поршень 5 с зубьями на боковой поверхности (поршень-рейка). Зубьями поршень-рейка зацеплен с зубчатым сектором рулевого вала 4. Внутри поршня проходит винт 6 с трапецеидальной резьбой, соединенный через карданный вал с валом рулевого колеса. На винт накруты две гайки 9, которые штифтами удерживаются от поворота.

В отверстии поршня помещен золотник 7, поджимаемый пружинами с двух сторон. На тракторах с подобным рулевым механизмом гидравлическая часть усилителя рулевого управления объединена с навесной гидросистемой и имеет общий бак и масляный насос. Масляный насос гидросистемы через клапан деления потока и шланг высокого давления нагнетает масло к входному отверстию гидроусилителя. Если водитель не вращает рулевое колесо, поршень-рейка находится в нейтральном положении. В этом случае масло проходит свободно, по обе стороны поршня через открытые отверстия 3 в полость зубчатого сектора, а оттуда – в бак гидросистемы.

Поворачивая рулевое колесо, например, влево, винт 6 гидроусилителя вращают против хода часовой стрелки. Гайки 9, удерживаемые от поворота штифтами, перемещаются вдоль винта: левая подходит к поршню вплотную, закрывая сливной канал 3 из полости А, а правая отходит от поршня, открывая сливной канал.

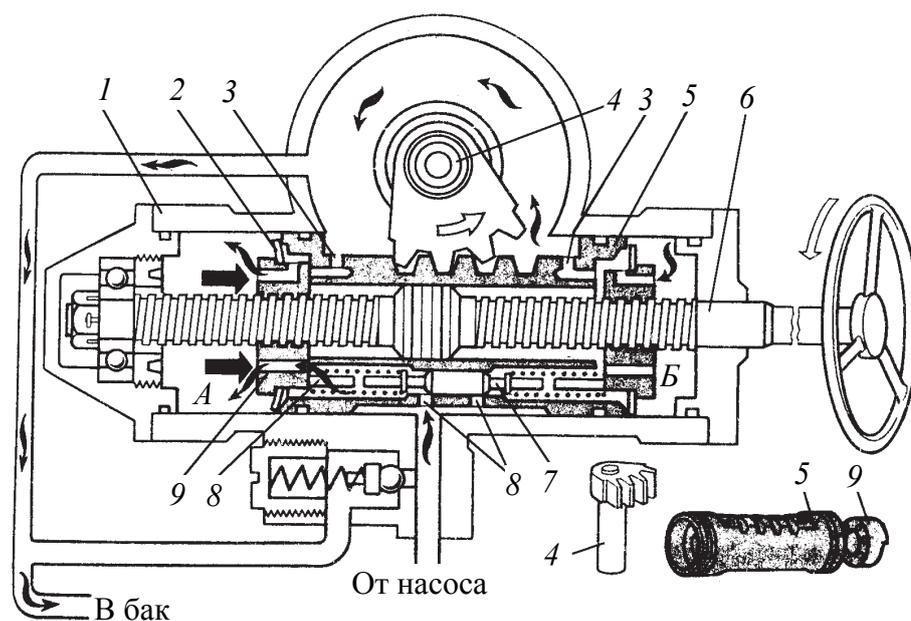


Рис. 40. Схема работы рулевого механизма типа «винт – гайка»:
 1 – корпус; 2 – пружинная шайба; 3 – сливной канал в поршне;
 4 – рулевой вал; 5 – поршень-рейка; 6 – винт гидросилителя;
 7 – золотник; 8 – шпилька (упор); 9 – гайка; А, В – полости цилиндра

При этом поток масла, который раньше проходил равными долями через обе полости, пойдет через полость В. За счет перепада давления в полостях А и В (со стороны полости А давление на золотник будет больше, чем полости В) золотник перемещается в сторону низкого давления и закрывает отверстие, через которое масло попадало в полость В. В результате масло будет поступать по отверстию в гайке только в полость А. Давление там повысится, и поршень под действием масла переместится назад (по рисунку – вправо), поворачивая зубчатый сектор, рулевой вал 4 и передние колеса влево. Поршень перемещается до тех пор, пока водитель вращает рулевое колесо и тем самым прижимает гайку 9 к торцу поршня, перекрывая сливное отверстие 3 со стороны полости А.

Когда водитель прекращает поворачивать рулевое колесо, винт и гайки останавливаются, поршень под давлением масла и пружинных шайб 2 отжимается от гайки и устанавливается в среднее положение. Направляющие колеса при этом устойчиво сохраняют заданное положение. Аналогично поворачивают трактор вправо.

На автомобилях насос гидросилителя рулевого управления расположен отдельно от рулевого механизма (рис. 41, а). Рулевой

механизм имеет рабочую пару, состоящую из вала с винтом и гайки, поршня-рейки и зубчатого сектора, заключенных в корпусе 2, вала 1 и рулевой сошки. Корпус рулевого механизма – одновременно цилиндр гидроусилителя. Он отлит из ковкого чугуна. Между рулевым механизмом и рулевой колонкой установлена карданная передача 10, которая компенсирует влияние колебаний кабины относительно рамы автомобиля.

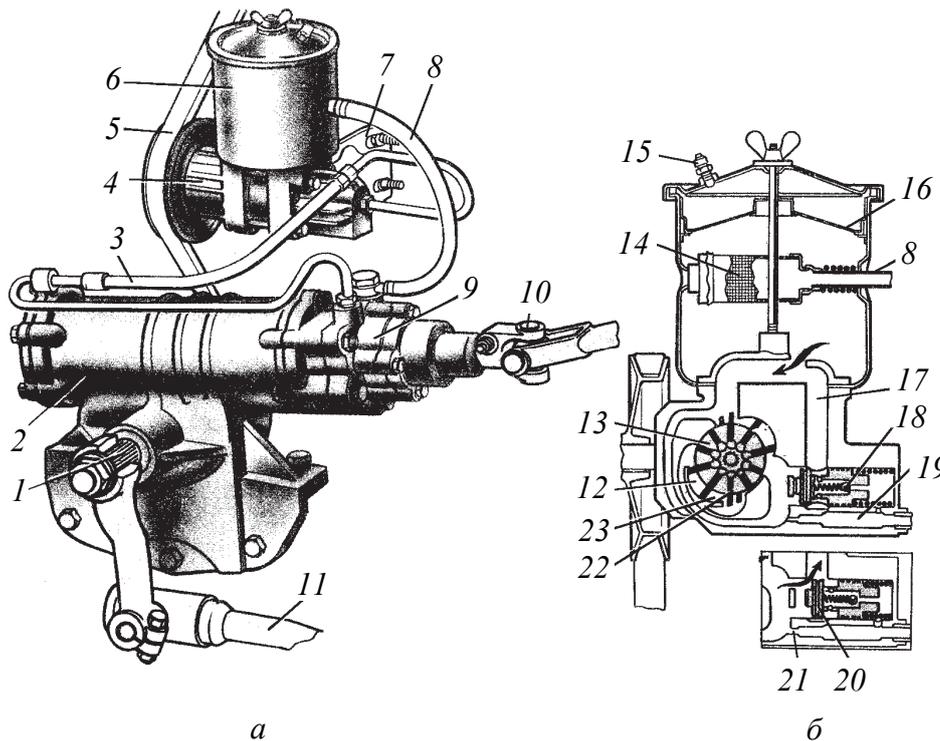


Рис. 41. Рулевой механизм автомобиля ЗИЛ-130:

а – устройство; *б* – схема работы насоса:

- 1 – вал сошки; 2 – корпус рулевого механизма и гидроусилителя;
 3 – трубка высокого давления; 4 – насос гидроусилителя;
 5 – ремень привода насоса; 6 – бачок насоса; 7 – кронштейн крепления насоса к двигателю; 8 – сливной шланг низкого давления;
 9 – корпус золотников управления; 10 – карданный вал;
 11 – рулевая тяга; 12 – полость нагнетания; 13 – ротор;
 14 – сетчатый фильтр; 15 – сапун; 16 – фильтрующая сетка;
 17 – канал для перепуска масла в насос; 18 – шариковый предохранительный клапан; 19 – канал для подачи масла в гидроусилитель; 20 – перепускной клапан; 21 – калиброванное отверстие; 22 – лопасть ротора; 23 – полость всасывания

Насос гидроусилителя рулевого управления лопастной двойного действия. В корпусе насоса установлен ротор 13 (рис. 41, б),

выдвижные лопасти 22 которого образуют в центральном несимметричном отверстии корпуса две полости 23 всасывания и две полости 12 нагнетания. За один оборот ротора совершается по два цикла всасывания и нагнетания, при этом лопасти перемещаются в пазах ротора. В корпусе насоса смонтирован перепускной клапан 20, который открывается при увеличении количества выходящего в нагнетательную полость масла. В результате подача насоса ограничивается. При достижении чрезмерного давления масла в нагнетательной полости срабатывает предохранительный клапан 18. Масло для гидроусилителя заливают в бак 6.

Последовательность выполнения работы

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы (табл. 18).

2. Изучить основные элементы рулевых управлений лесовозных автомобилей и колесных тракторов с жесткой и шарнирно-сочлененной рамой.

3. Ознакомиться с устройством и принципом работы рулевых механизмов рассматриваемых автомобилей и тракторов.

4. Изучить устройство и принцип работы рулевого усилителя лесовозного автомобиля МАЗ-5434.

5. Рассмотреть устройство механизма поворота тракторов с шарнирно-сочлененной рамой.

Таблица 18

Определяемые параметры рулевого управления

Параметр	Результаты измерения
Схождение колес, град	
Развал колес, град	
Максимальный угол поворота внутреннего/наружного управляемого колеса (угол складывания полурам), град	
Минимальный радиус поворота, м	
Усилие на рулевом колесе, Н	
Соотношение между углами поворота рулевого колеса и управляемых колес	

6. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Содержание отчета

1. Вычертить принципиальную схему рулевого управления лесовозного автомобиля МАЗ-5434.

2. Начертить принципиальную схему рулевого управления лесных машин ЛТ-171А, или Valmet-911, или МЛПТ-354 с шарнирно-сочлененной рамой.

Контрольные вопросы

1. Назначение, классификация и принцип работы рулевого управления.

2. Требования, предъявляемые к рулевому управлению.

3. Основные элементы рулевого привода и их назначение.

4. Устройство и принцип работы гидроусилителя рулевого управления.

5. Назначение развала и схождения управляемых колес.

6. Преимущества и недостатки рулевого управления колесных тракторов с шарнирно-сочлененной рамой.

ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и принцип работы тормозных систем лесовозных автомобилей, гусеничных и колесных тракторов.

Применяемое оборудование и материалы: лесовозный автомобиль МАЗ-5434, трелевочные тракторы ТТР-401, ЛТ-171А и ТБ-1М, лесозаготовительные машины Valmet-911, МЛПТ-354, ЛП-17А, натурные макеты узлов и агрегатов тормозных систем, подборка плакатов «Тормозные системы автомобилей и тракторов».

Подготовка к занятию: уточнить показатели тормозных свойств машин (максимальное замедление, время торможения, тормозной и остановочный путь), а также такие понятия, как тормозной момент удержания лесотранспортной системы на уклоне, тормозная мощность двигателя. Изучить требования к тормозным системам.

Общие сведения

Для снижения скорости движения, остановки и удержания в неподвижном состоянии тракторы и автомобили оборудуют тормозной системой. Различают следующие виды тормозных систем: рабочую, необходимую для регулирования скорости движения машины и ее плавной остановки; стояночную, которая служит для удержания машины на уклоне; вспомогательную, предназначенную для крутых поворотов трактора.

Вспомогательная тормозная система (тормоза) универсально-пропашного трактора действует на правую или левую полуось ведущих колес и тормозит ближнее к центру поворота ведущее колесо. При необходимости эти тормоза используют как рабочие и стояночные.

Тормозная система состоит из тормозного механизма и его привода.

Тормозной механизм служит для создания искусственного сопротивления движению трактора и автомобиля. Наибольшее

распространение получили фрикционные тормоза, принцип действия которых основан на использовании сил трения между неподвижными и вращающимися деталями. Фрикционные тормоза могут быть **барабанными**, **ленточными** и **дисковыми**. В барабанном тормозе силы трения создаются на внутренней, цилиндрической поверхности вращения, в ленточном – на наружной, а в дисковом – на боковых поверхностях вращающегося диска.

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

Привод тормозов предназначен для управления тормозными механизмами при торможении. В зависимости от принципа действия тормозные приводы разделяют на механические, пневматические и гидравлические.

Механический привод тормозов применяют на всех рассмотренных ранее тормозах тракторов. Этот привод используют и на стояночных тормозах, которыми оборудованы все автомобили и некоторые тракторы.

Стояночный тормоз. На автомобилях установлены стояночные тормоза барабанного типа (рис. 42, а). Неподвижный диск 3 закреплен на корпусе коробки передач. На диске симметрично установлены две тормозные колодки 5, которые размещены внутри барабана. Тормозной барабан 7 закреплен на ведомом (вторичном) валу коробки передач.

К тормозным колодкам снаружи прикреплены фрикционные накладки. Нижние концы колодок через пальцы 9 опираются на коническую головку регулировочного винта 10. Верхняя часть колодок опирается на толкатели 6 разжимного устройства, которое состоит из стержня 4 и двух шариков. Стержень соединен через приводной рычаг и тягу с рычагом 2 центрального (стояночного) тормоза.

Для затормаживания автомобиля (рис. 42, б) рычаг 2 тормоза рукой перемещают назад. В это время нижний конец рычага, перемещаясь вперед, через тягу и приводной рычаг 11 действует на разжимной стержень 4 с шариками. Под воздействием шариков 13 и толкателей 6 верхние концы колодок раздвигаются и их фрикционные накладки прижимаются к тормозному барабану, который затормаживается и препятствует вращению соединенного с ним

карданного вала трансмиссии. В заторможенном положении рычаг тормоза фиксируется на секторе защелкой. Чтобы выключить стояночный тормоз, необходимо освободить защелку, нажав на кнопку *1*, и переместить рычаг тормоза вперед. При этом разжимной стержень *4* тоже переместится вместе с шариками вперед и освободит толкатели *6*. Под действием стяжных пружин *8* колодки отойдут в исходное положение. Необходимый зазор между фрикционными накладками колодок и барабаном устанавливают регулировочным винтом *10*.

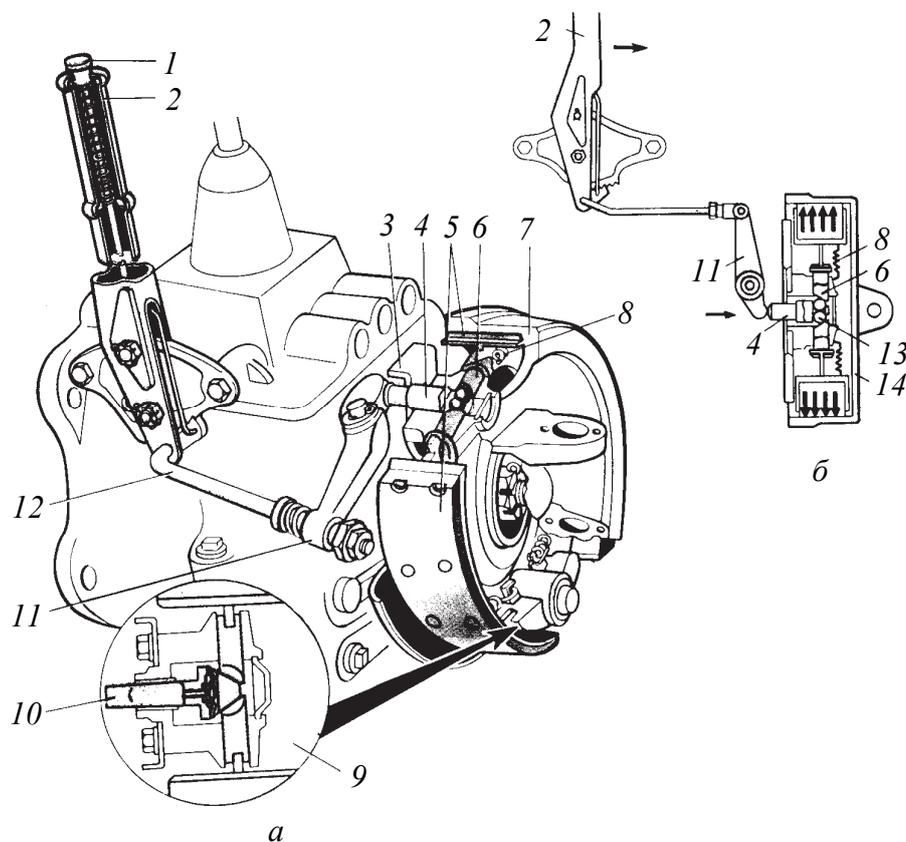


Рис. 42. Стояночный тормоз барабанного типа:
а – устройство; *б* – схема работы (тормоз включен):
1 – кнопка фиксатора; *2* – рычаг; *3* – неподвижный диск;
4 – разжимной стержень; *5* – тормозные колодки; *6* – толкатель;
7 – барабан; *8* – стяжная пружина; *9* – пальцы;
10 – регулировочный винт; *11* – приводной рычаг;
12 – тяга; *13* – шарик; *14* – тормозной барабан

На колесном тракторе общего назначения применяют стояночный тормоз ленточного типа (рис. 43). Торможение достигается

трением, возникающим между тормозной лентой и шкивом, который закреплен на валу привода переднего ведущего моста. Шкив 4 охватывает стальная лента 5 с чугунными накладками. Один конец ленты закреплен в кронштейне 9, перевернутом к корпусу раздаточной коробки, а другой соединен системой тяг с ручным рычагом 12 управления центрального тормоза, расположенным в кабине. Рычаг тормоза фиксируется храповиком.

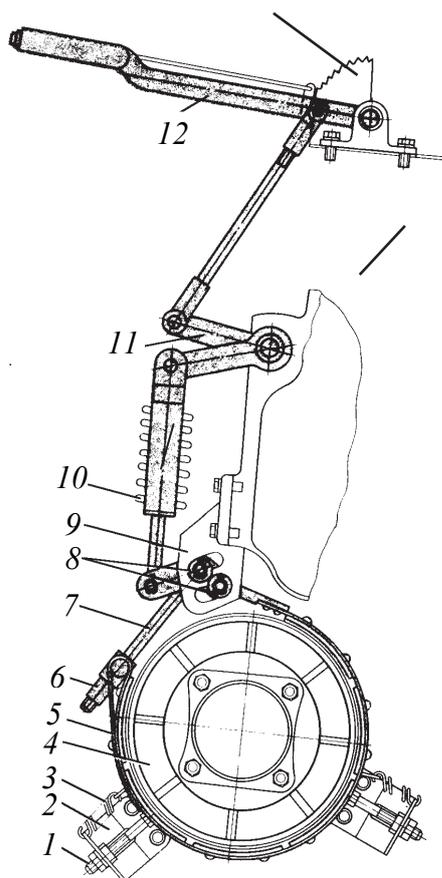


Рис. 43. Стояночный тормоз ленточного типа:

- 1 – регулировочный болт;
- 2 – опоры тормозной ленты;
- 3 – оттяжная пружина;
- 4 – шкив; 5 – тормозная лента;
- 6 – регулировочная гайка ленты; 7 – тяга; 8 – пальцы;
- 9 – кронштейн;
- 10 – компенсирующая пружина;
- 11 – двуплечий рычаг;
- 12 – рычаг управления тормозом

Равномерный зазор между тормозной лентой и шкивом обеспечивают оттяжные пружины 3 и регулировочный болт 1. При переводе рычага 12 на себя усилие передается через систему тяг на ленту, которая затягивается вокруг шкива и затормаживает его. В исходное положение ленту возвращают пружины после отведения рычага от себя.

Стояночно-запасной тормоз (рис. 44, а) дискового типа расположен с правой стороны заднего моста рядом с основным тормозом. Его приводят в действие ручным рычагом 1, установленным в кабине трактора. Тормоз – сухой дисковый, состоит из кожуха 7, двух стальных соединительных 10 и двух чугунных 8 нажимных дисков, тяг и рычагов. Кожух привернут болтами к корпусу заднего моста. Соединительные диски имеют внутри шлицевые отверстия, которыми они установлены на шлице хвостовика ведущей шестерни конечной передачи.

Соединительные диски снабжены с обеих сторон фрикционными накладками. Внутри нажимных дисков, соединенных между собой тремя пружинами 15, уложены пять шариков 14, которые входят в углубления дисков.

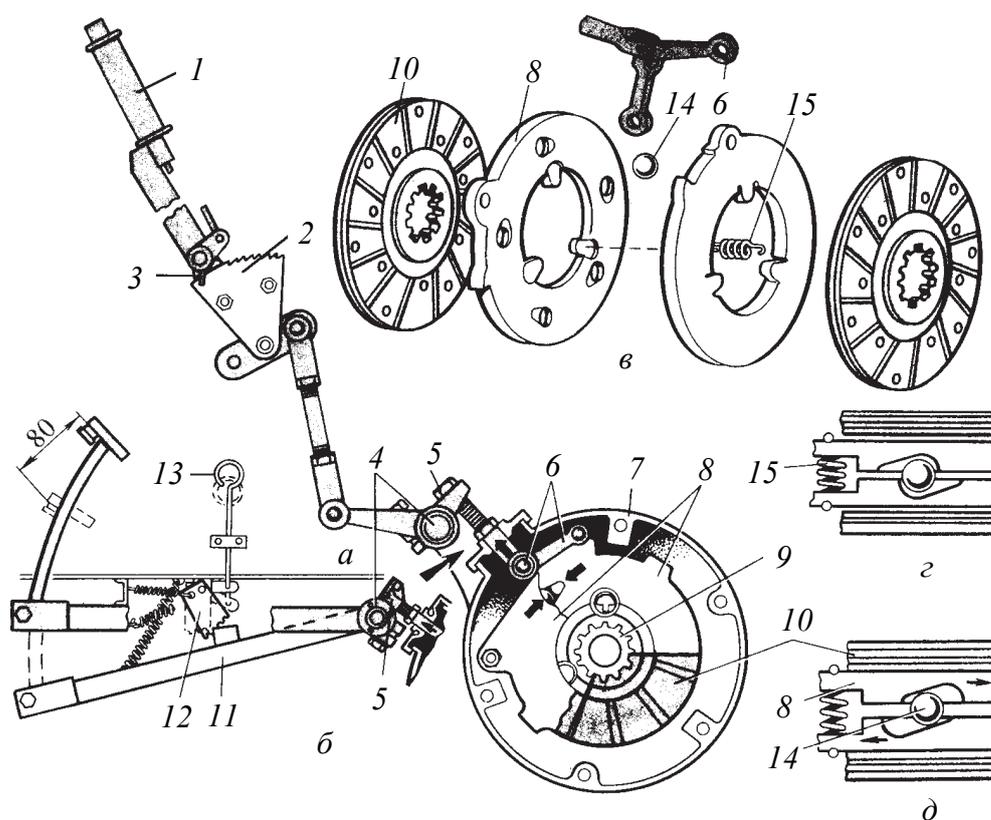


Рис. 44. Тормоз дискового типа трактора МТЗ:
а – стояночный; *б* – основной; *в* – составные части;
г – тормоз выключен; *д* – тормоз включен:
 1 – рычаг; 2 – зубчатый сектор; 3 – защелка; 4 – ось промежуточного рычага; 5 – регулировочный болт; 6 – тяги;
 7 – кожух; 8 – нажимные диски; 9 – хвостовик ведущей шестерни конечной передачи; 10 – соединительный диск; 11 – педаль; 12 – защелка педали; 13 – тяга включения защелки; 14 – шарик; 15 – пружина

Если переместить рычаг *1* на себя (по рисунку – вправо), то нажимные диски *8* поворачиваются тягами *б* в разные стороны, отходят один от другого и прижимают соединительные диски *10* к неподвижным плоскостям кожуха и крышке стакана подшипников. Под действием силы трения соединительные диски удерживают от вращения ведущую шестерню конечной передачи и колеса трактора. По конструкции стояночно-запасной и основные тормоза рассматриваемого трактора одинаковы.

Основные тормоза (рис. 44, *б*) служат для быстрой остановки трактора и для осуществления крутых поворотов.

При движении трактора соединительные диски вращаются вместе с ведущими шестернями. Если нажать на педаль *11* тормоза,

то нажимные диски прижмут вращающиеся соединительные диски к неподвижным стенкам кожуха. Под действием трения соединительные диски останавливаются вместе с ведущей шестерней конечной передачи, притормаживая соответствующее ведущее колесо. В этом положении педаль можно удерживать длительное время с помощью защелки 12 горного тормоза.

Барабанный тормозной механизм с гидравлическим приводом применяют на автомобилях. Он состоит из двух колодок 13 (рис. 45), установленных на опорном диске 2, колесного тормозного цилиндра 3, опорных пальцев и регулировочных эксцентриков. На наружные поверхности колодок наклепаны фрикционные накладки. Передняя накладка длиннее задней. При торможении она прижимается к тормозному барабану колеса с большой силой. Этим обеспечивается их равномерное изнашивание. Между собой колодки стянуты пружиной 4. Их нижние концы опираются на эксцентриковые шайбы, надетые на опорные пальцы 11, а верхние – на сухари поршней колесного тормозного цилиндра. Зазор между колодками и тормозным барабаном колеса регулируют с помощью эксцентриков 1, установленных под колодками в опорном диске.

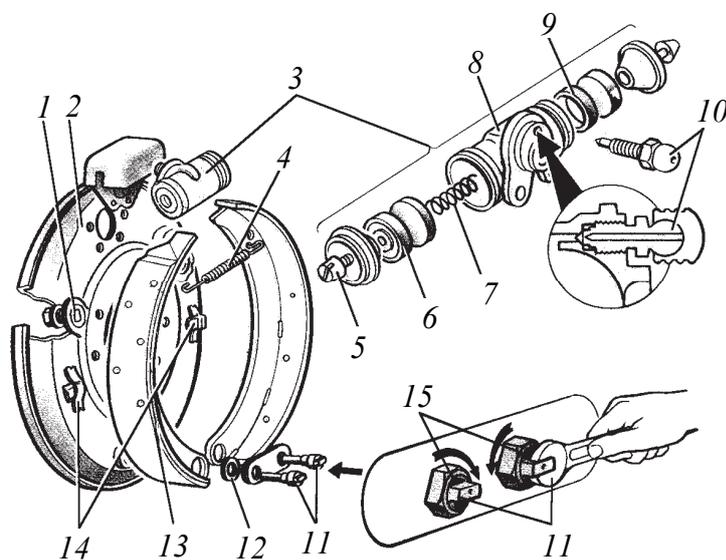


Рис. 45. Барабанный тормозной механизм:

- 1 – регулировочный эксцентрик; 2 – опорный диск;
- 3 – колесный цилиндр; 4 – стяжная пружина; 5 – сухарь;
- 6 – поршень; 7 – разжимная пружина; 8 – корпус; 9 – манжета;
- 10 – клапан; 11 – опорные пальцы; 12 – эксцентриковые шайбы;
- 13 – колодки; 14 – направляющие скобы; 15 – контргайки

Колесный тормозной цилиндр включает в себя корпус 8, прикрепленный к диску колеса, два поршня 6, установленных в корпусе, и сухари 5. Для уплотнения в поршни с помощью пружин 7 упираются резиновые манжеты 9. Чтобы в цилиндр не попадали пыль и грязь, он с обеих сторон закрыт резиновыми защитными колпачками.

В корпусе цилиндра имеются два канала. Через нижний канал поступает тормозная жидкость из главного тормозного цилиндра, а через верхний – удаляется воздух из тормозной системы. Выпускное отверстие этого канала закрыто клапаном 10 с резиновым колпачком.

Тормозная жидкость подается от главного тормозного цилиндра в колесный по металлическим трубкам и гибким шлангам из прорезиненной ткани.

Главный тормозной цилиндр (рис. 46) изготовлен в одной отливке с резервуаром 1 для тормозной жидкости. Его корпус закреплен на раме автомобиля. В полости цилиндра 11 помещены поршень 8, пружина 10 и обратный клапан 2. В поршне выполнены отверстия, которые закрыты лепестками пластинчатого клапана 13. Обратный клапан прижат к гнезду слабой пружиной. Цилиндр соединен с резервуаром перепускным 9 и компенсационным 5 отверстиями. Тормозную жидкость заливают в резервуар через отверстие в крышке, закрываемое пробкой 4. Вся система постоянно заполнена тормозной жидкостью.

При торможении автомобиля водитель нажимает ногой на педаль 6, перемещая через шток 7 поршень 8, который давит на тормозную жидкость. Жидкость вытесняется поршнем из главного цилиндра через обратный клапан в колесный тормозной цилиндр, поршни которого разводят тормозные колодки, прижимая их к барабанам колеса.

Когда водитель убирает ногу с педали, возвратные пружины колодок отводят их от тормозного барабана, а поршни тормозного цилиндра сближаются. Тормозная жидкость при этом выдавливается по трубкам в главный цилиндр, поршень которого также возвращается в исходное положение. При полностью отпущенной педали тормоза полость главного цилиндра перед поршнем сообщается с резервуаром через компенсационное отверстие 5, а благодаря обратному клапану 2 в системе гидравлического привода за цилиндром поддерживается небольшое избыточное давление и воздух не проникает внутрь системы.

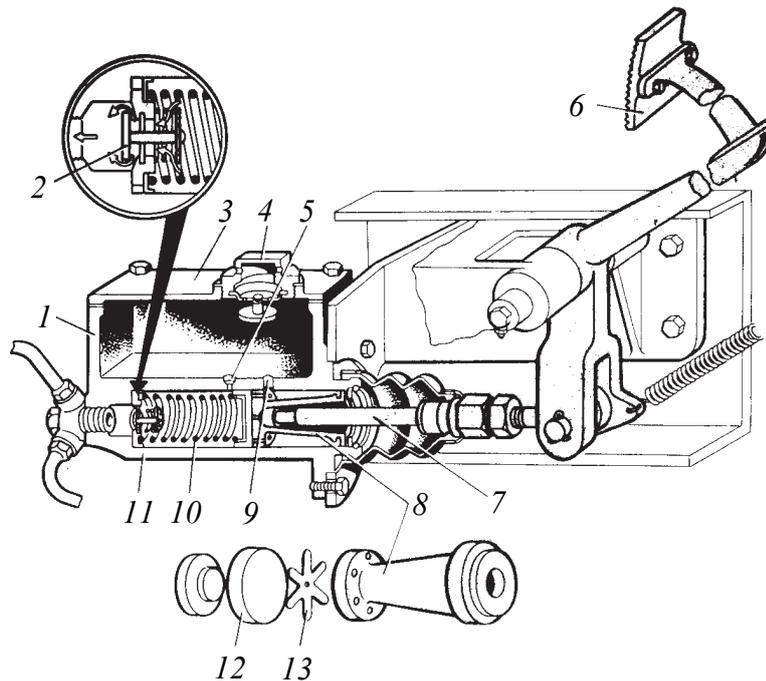


Рис. 46. Главный тормозной цилиндр:

- 1 – резервуар; 2 – обратный клапан; 3 – крышка; 4 – пробка;
 5 – компенсационное отверстие; 6 – педаль тормоза; 7 – шток;
 8 – поршень; 9 – перепускное отверстие; 10 – пружина;
 11 – цилиндр; 12 – резиновая манжета; 13 – пластинчатый клапан

В систему гидравлического привода между главным тормозным цилиндром и колесными цилиндрами включен гидровакуумный усилитель тормозов. Он облегчает управление тормозами автомобиля, используя разрежение (вакуум), возникающее во всасывающем трубопроводе двигателя. Усилитель при торможении увеличивает давление в системе на 4,5–5,0 МПа, что равносильно усилию на тормозной педали 650–700 Н.

Гидровакуумный усилитель (рис. 47) состоит из силовой камеры 4, цилиндра 9 и клапана управления. Корпус силовой камеры представляет собой две штампованные чашки, соединенные хомутами. Между чашками зажаты края диафрагмы, нагруженной пружиной. Диафрагма соединена через тарелку и толкатель 12 с поршнем 10, помещенным в цилиндр усилителя. Внутри поршня находится шариковый клапан с пружиной. Клапан управления включает поршень 11, диафрагму 7 с пружиной и два клапана: воздушный 5 и вакуумный 6, соединенные между собой штоком.

Гидروвакуумный усилитель работает следующим образом. При отпущенной педали тормоза воздушный клапан управления закрыт, а вакуумный клапан открыт и через него полости *A* и *B* силовой камеры сообщаются между собой. Следовательно, в полостях *A* и *B* устанавливается одинаковое давление.

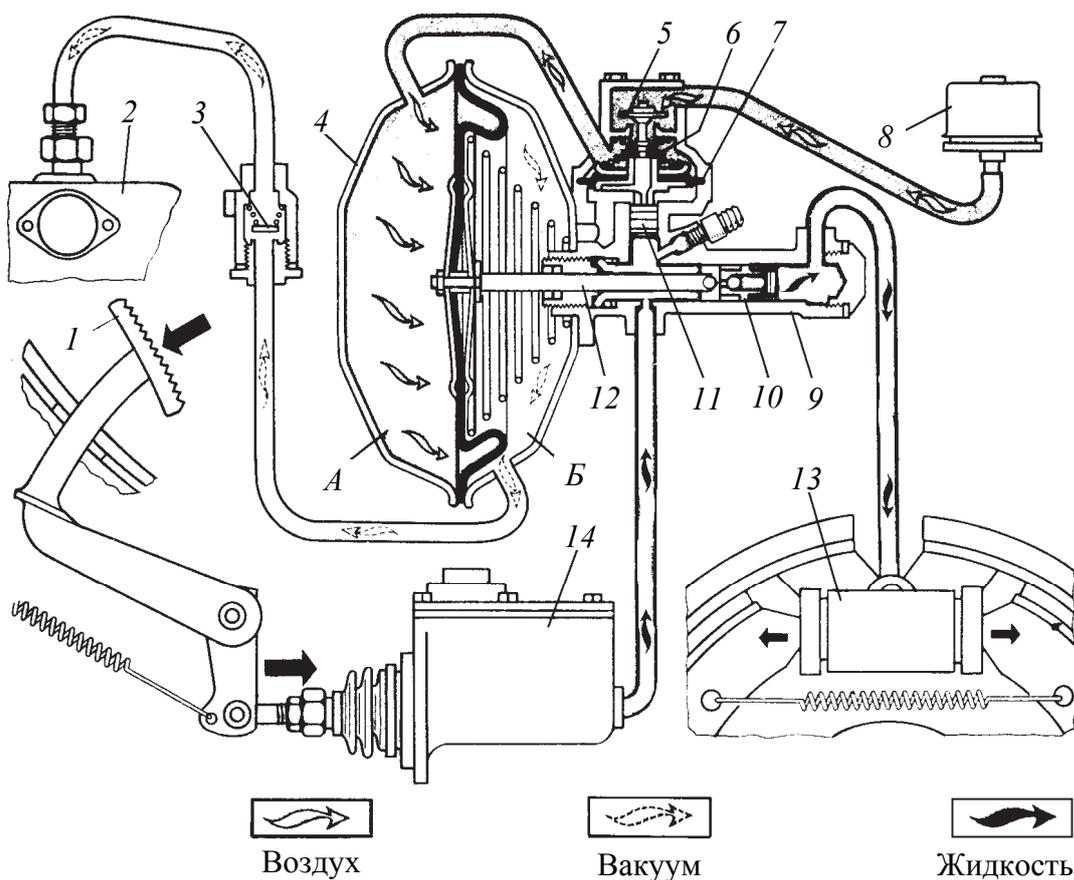


Рис. 47. Схема гидروвакуумного усилителя:

- 1 – педаль тормоза; 2 – впускной трубопровод; 3 – запорный клапан;
 4 – силовая камера; 5 – воздушный клапан; 6 – вакуумный клапан;
 7 – диафрагма клапана управления; 8 – воздушный фильтр;
 9 – цилиндр усилителя; 10 – поршень усилителя;
 11 – поршень клапана управления; 12 – толкатель;
 13 – колесный тормозной цилиндр; 14 – главный тормозной цилиндр;
A, B – полости силовой камеры

При нажатии на педаль *1* тормоза жидкость из главного тормозного цилиндра через открытый шариковый клапан поршня *10* усилителя поступает к колесным тормозам, приводя их в действие. По мере увеличения давления на педаль тормоза поршень *11* и

диафрагма 7 клапана управления перемещаются вверх. При этом вакуумный клапан 6 закрывается, разобщая между собой полости *A* и *B*, а воздушный клапан 5 открывается. В полости *B* создается разрежение, поскольку она соединена с впускным трубопроводом двигателя. Вследствие разницы давлений в полостях *A* и *B* силовой камеры диафрагма, толкатель и поршень 10 усилителя перемещаются вправо, шариковый клапан закрывается, и давление тормозной жидкости перед поршнем увеличивается благодаря дополнительному давлению, создаваемому гидровакуумным усилителем. Чем больше усилие, прикладываемое водителем на педаль тормоза, тем больше давление воздуха на диафрагму гидровакуумного усилителя. Соответственно, увеличивается давление жидкости в колесных тормозных цилиндрах.

Тормозную систему с **пневматическим приводом** применяют на ряде тракторов и автомобилей. Она состоит из колесных тормозных механизмов (тормозов) и пневматического привода. Колесные тормоза и пневматический привод грузового автомобиля и колесного трактора общего назначения подобны.

Колесный тормоз. Барабан колесного тормоза закреплен на ступице колеса и вращается вместе с колесом. В колесный тормоз входит диск 2 (рис. 48), неподвижно установленный на фланце корпуса ведущего моста. На диске смонтированы эксцентриковые пальцы 1, на которые помещены концы тормозных колодок 11. Другие концы колодок опираются на разжимной кулак 10, вал которого поворачивается во втулках, запрессованных в кронштейне 9, прикрепленном к диску. На шлицевом конце разжимного кулака расположен регулировочный рычаг 7, соединенный штоком с диафрагмой 4 тормозной камеры 5. Последняя жестко связана с диском 2 через кронштейны.

Необходимый зазор между колодками и барабаном обеспечивается эксцентриковыми пальцами 1, которые удерживаются от поворота гайками, и регулировочным устройством, смонтированным в рычаге 7.

В регулировочное устройство входят червяк 8 и червячная шестерня 14. При поворачивании червяка за квадратную головку червячная шестерня перемещается вместе с разжимным кулаком, в результате меняется зазор между колодками и барабаном. От самопроизвольного поворачивания червяк удерживается фиксатором 13.

Пневматический привод обеспечивает работу колесных тормозов. Для создания запаса сжатого воздуха служат воздушные баллоны. Во время торможения воздух из баллонов поступает в тормозные камеры и затормаживает колеса. На колесных тракторах пневматический привод позволяет создавать дополнительное усилие развиваемое механизмом выключения сцепления, использовать воздух для накачки шин.

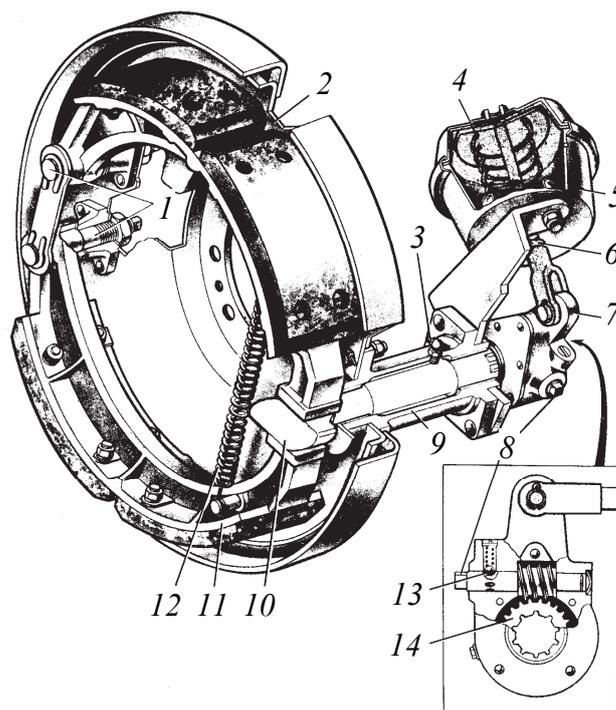


Рис. 48. Колесный тормоз:

- 1 – эксцентриковые пальцы; 2 – диск;
 3 – масленка; 4 – диафрагма; 5 – тормозная камера;
 6 – шток; 7 – регулировочный рычаг; 8 – червяк;
 9 – кронштейн; 10 – кулак; 11 – тормозная колодка;
 12 – пружина; 13 – шариковый фиксатор;
 14 – червячная шестерня

Тормозная камера 5 (рис. 48) приводит в действие колесный тормозной механизм за счет энергии сжатого воздуха. Между корпусом и крышкой камеры находится резиноканевая диафрагма 4 с диском.

В нерабочем положении тормоза диафрагма прижата к крышке пружиной. В центральное отверстие диска плотно входит шток 6, на другой конец которого накрута вилка с контргайкой.

В крышку камеры вмонтирован штуцер со шлангом, подводящим сжатый воздух из баллона через тормозной кран.

При нажатии на педаль тормоза под крышку тормозной камеры поступает сжатый воздух, который прогибает диафрагму к корпусу вместе с диском и перемещает шток. Последний через вилку передает усилие на рычаг 7, поворачивает его вместе с кулаком 10, в результате тормозные колодки 11 разводятся и прижимаются к барабану – колесо затормаживается. После отпущения педали тормоза колодки возвращаются в исходное положение пружиной 12, которая стягивает их.

Компрессор поршневого типа (двухцилиндровый) нагнетает воздух в воздушные баллоны. Он состоит из картера, блока цилиндров, головки, шатунно-поршневой группы, коленчатого вала, клапанного и разгрузочного устройств. На переднем конце коленчатого вала шпонкой и гайкой закреплен приводной шкив, который приводится во вращение от шкива коленчатого вала через клиноременную передачу. Клапанное устройство – это два нагнетательных и два впускных клапана с пружинами.

Под действием разрежения, создаваемого в цилиндре компрессора при ходе поршня вниз, открывается впускной клапан, и в цилиндр через воздушный фильтр двигателя поступает воздух. Во время движения поршня вверх впускной клапан закрывается, сжатый воздух в цилиндре открывает нагнетательный клапан, поступает в головку и в воздушные баллоны.

Регулятор давления автоматически поддерживает заданное давление воздуха в пневматической системе. Он состоит из корпуса и блока шариковых клапанов. При давлении воздуха в системе менее 0,6 МПа шариковые клапаны опущены, при этом нижний шарик закрывает отверстие, сообщающееся с воздушными баллонами, а через отверстие и наклонный канал штуцера в разгрузочное устройство компрессора попадает воздух из атмосферы.

Воздушные баллоны (ресиверы) – металлические цилиндрические резервуары, необходимые для хранения сжатого воздуха. Объем их хватает на 8–10 торможений. Баллоны закреплены на лонжеронах рамы. На каждом баллоне находится кран конденсата, на правом баллоне – кран отбора воздуха. Чтобы исключить повышение давления воздуха в системе пневматического привода тормозов при неисправном регуляторе, в одном из баллонов уста-

новлен предохранительный клапан, который автоматически открывается при давлении воздуха выше 0,95 МПа.

Тормозной кран (рис. 49) комбинированного типа служит для управления колесными тормозами трактора и прицепа. Он установлен на лонжероне рамы. В общем корпусе тормозного крана имеются две секции. Нижняя секция управляет тормозами трактора, а верхняя – тормозами прицепа. В каждой секции крана между корпусом и крышкой закреплена гибкая резинотканевая диафрагма 8 с гнездом выпускного клапана. Каждая крышка секций снабжена двойным клапаном, состоящим из впускного 10 и выпускного 11 клапанов, смонтированных на одном стержне и имеющих общую пружину. В корпусе тормозного крана расположены два штока 7 и 15 с пружинами.

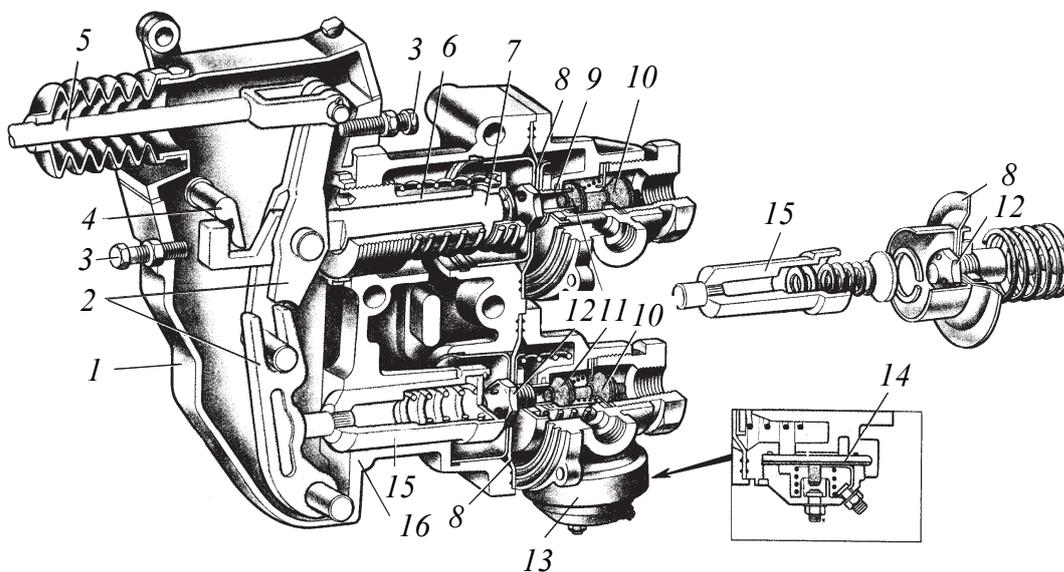


Рис. 49. Тормозной кран:

- 1 – корпус рычагов; 2 – двойной рычаг; 3 – болт; 4 – кулачок; 5 – тяга;
 6 – направляющая; 7 – шток секции торможения прицепа; 8 – диафрагма;
 9, 12 – седла клапанов; 10 – впускной клапан; 11 – выпускной клапан;
 13 – включатель стоп-сигнала; 14 – диафрагма стоп-сигнала;
 15 – шток секции торможения трактора; 16 – корпус

К корпусу 16 крана прикреплен корпус 1 рычагов, в котором находится двойной рычаг 2 и тяга 5 ножного привода. Двойной рычаг состоит из двух половин, шарнирно соединенных между собой подвижной осью. Нижняя половина рычага помещена на оси, закрепленной в корпусе.

Ход рычага ограничен регулировочными болтами 3. Если нажать на педаль тормоза, то тяга 5 смещается влево, увлекая за собой верхний конец рычага 2. Рычаг, поворачиваясь относительно неподвижной оси, перемещает шток 7 верхней секции влево. Когда шток упрется в левый ограничительный болт 3, нижний конец верхней половины рычага отводит нижнюю половину рычага вправо вместе со штоком нижней секции. Таким образом, двойной рычаг позволяет включать тормоза прицепа несколько раньше, чем тормоза трактора, что исключает «набег» прицепа на трактор.

Тормозная система тракторов отличается от вышеописанной тем, что она снабжена одним воздушным баллоном, компрессор имеет один цилиндр, а тормозной кран управляет только тормозами прицепа (рис. 50).

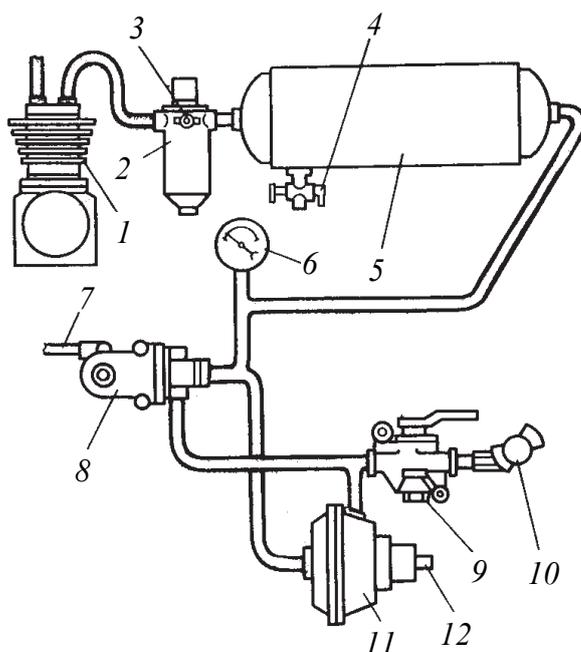


Рис. 50. Пневматический привод тормозов прицепа:
 1 – компрессор; 2 – регулятор давления;
 3 – кран отбора воздуха; 4 – выпускной кран конденсата;
 5 – воздушный баллон; 6 – манометр; 7 – тяга;
 8 – тормозной кран; 9 – разобщительный кран;
 10 – соединительная головка; 11 – переходник; 12 – шток

Тормозной кран 8 и регулятор 2 давления выполнены конструктивно несколько по-иному. Пневматический привод тор-

мозов прицепа этих тракторов снабжен пневматическим переходником 11, позволяющим агрегатировать с трактором прицеп, оборудованный гидравлическим приводом тормозов.

Переходник представляет собой тормозную камеру колеса, шток 12 которой воздействует на поршень главного цилиндра гидравлической системы тормозов прицепа. Когда трактор агрегатируют с прицепами, имеющими пневматические тормоза, на шток пневматического переходника надевают колпачок и управляют тормозами прицепа через соединительную головку 10.

Соединительная головка, связывающая воздухопроводы трактора и прицепа, состоит из корпуса, обратного клапана с пружиной и крышки. В случае отъединения прицепа от трактора на ходу соединительная головка разъединяет шланги, а обратный клапан закрывает выход воздуха из пневматической системы трактора.

В пневматическую тормозную систему тракторов и автомобилей входят также разобщительный кран 9, кран 3 отбора воздуха, манометр 6 и трубопроводы. Разобщительный кран отключает тормозную пневмомагистраль прицепа от пневматической системы трактора при работе без прицепа. Кран состоит из корпуса, конической пробки, пружины и рукоятки. Если рукоятка расположена вдоль корпуса, то кран открыт, а поперек корпуса – кран закрыт. Манометр 6, установленный на щитке приборов, необходим для проверки давления воздуха в пневматическом приводе.

Тормозная система трехосного лесовозного тягача для обеспечения высокой надежности имеет более сложное устройство. Помимо рабочей и стояночной, автомобиль оборудован вспомогательной и запасной тормозными системами.

Вспомогательная тормозная система служит для длительного поддержания постоянной скорости (на затяжных спусках) за счет торможения двигателем. Это достигается прекращением подачи топлива в двигатель цилиндром 3 (рис. 51) и перекрытием выпускных трубопроводов цилиндром 17.

Запасная тормозная система предназначена для остановки автомобиля при выходе из строя рабочей тормозной системы. При выходе воздуха из рабочей тормозной системы срабатывают пружинные энергоаккумуляторы в тормозных камерах 15 среднего и заднего мостов.

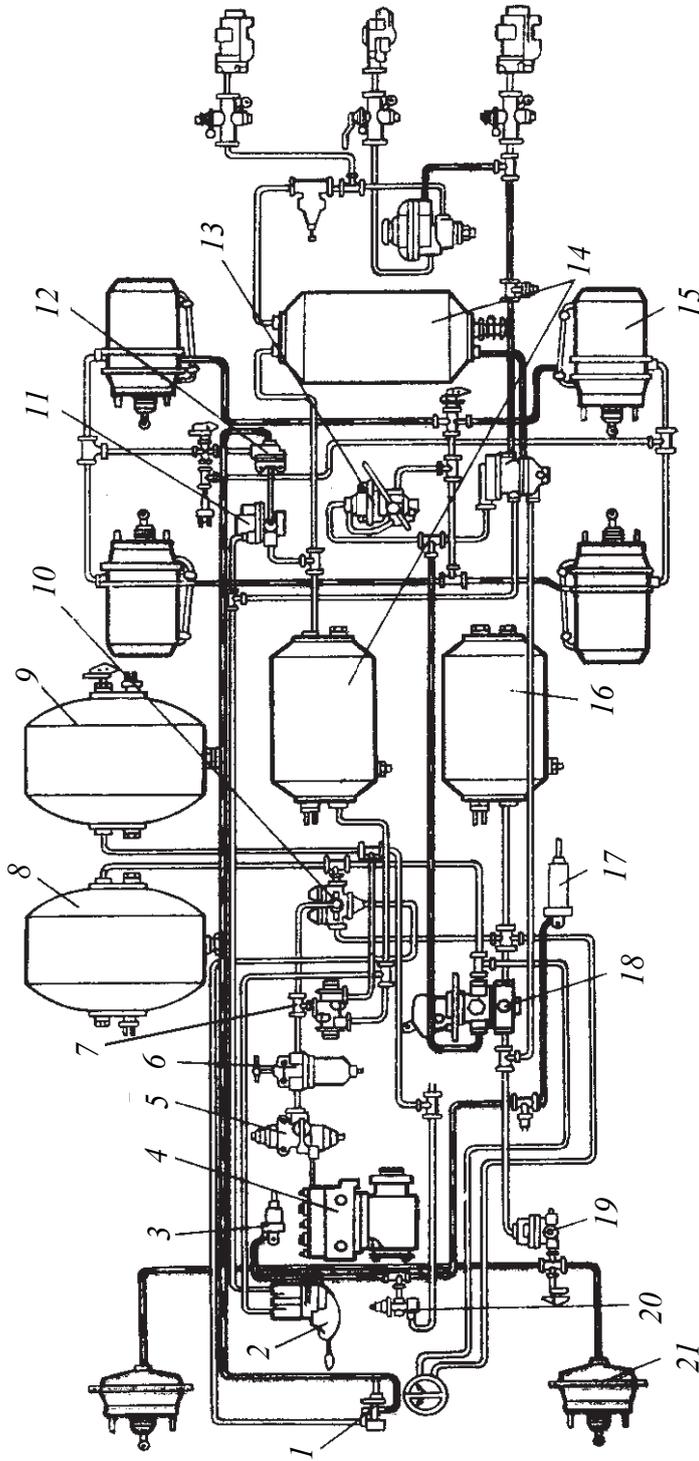


Рис. 51. Пневматический привод тормозного механизма большегрузного автомобиля:

- 1 – кран аварийного растормаживания; 2 – тормозной кран обратного действия;
 3 – цилиндр выключения подачи топлива; 4 – компрессор; 5 – регулятор давления;
 6 – предохранитель от замерзания; 7 – двойной защитный клапан; 8 – воздушный баллон второго контура;
 9 – воздушный баллон четвертого контура; 10 – тройной защитный клапан; 11 – ускорительный клапан;
 12 – двухмагистральный клапан; 13 – регулятор тормозных сил; 14 – воздушные баллоны третьего контура;
 15 – тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 16 – воздушный баллон первого контура;
 17 – цилиндр привода заслонки выпускного трубопровода; 18 – тормозной кран; 19 – кран ограничения давления;
 20 – пневматический кран управления; 21 – тормозная камера переднего колеса

Принципиальная схема действия тормозов большегрузного автомобиля следующая. Сжатый воздух из компрессора 4 подается в регулятор 5 давления, который автоматически поддерживает давление сжатого воздуха в пневматическом приводе.

Из регулятора давления воздух поступает в предохранитель 6 от замерзания конденсата. Воздух, проходящий через предохранитель, насыщается парами спирта, которые препятствуют замерзанию конденсата. Далее воздух поступает к двойному 7 и тройному 10 защитным клапанам, к которым присоединены пневмоприводы пяти независимых контуров.

Последовательность выполнения работы

1. Раскрыть цель, последовательность и методику выполнения лабораторной работы, привести расчетные материалы.

2. Ознакомиться с тормозной системой лесовозного автомобиля МАЗ-5434.

3. Изучить тормозные системы лесозаготовительных машин ТТР-401, ЛТ-171А, Valmet-911, МЛПТ-354, ТБ-1М и ЛП-17А.

4. Исследовать назначение и принцип работы основных элементов пневматического и комбинированного приводов тормозных механизмов.

5. Снять тормозную камеру с пружинным энергоаккумулятором следующим образом:

- затормозить автомобиль стояночным тормозом;
- вывернуть до упора болт механического растормаживания пружинного энергоаккумулятора. Убедиться при этом, что шток тормозной камеры втянут полностью;
- отсоединить подводящие трубопроводы, ослабить крепление тормозной камеры, отсоединить вилку штока от регулировочного рычага;

– снять тормозную камеру.

6. Разобрать колесный тормозной механизм следующим образом:

- снять ступицу колеса вместе с тормозным барабаном (рис. 52);
- отсоединить стягивающие пружины 8 от колодок при помощи длинного стержня;

– отвернуть гайки крепления осей 11 тормозных колодок, снять фиксирующие скобы и серьги, извлечь эксцентрикные оси и снять колодки.

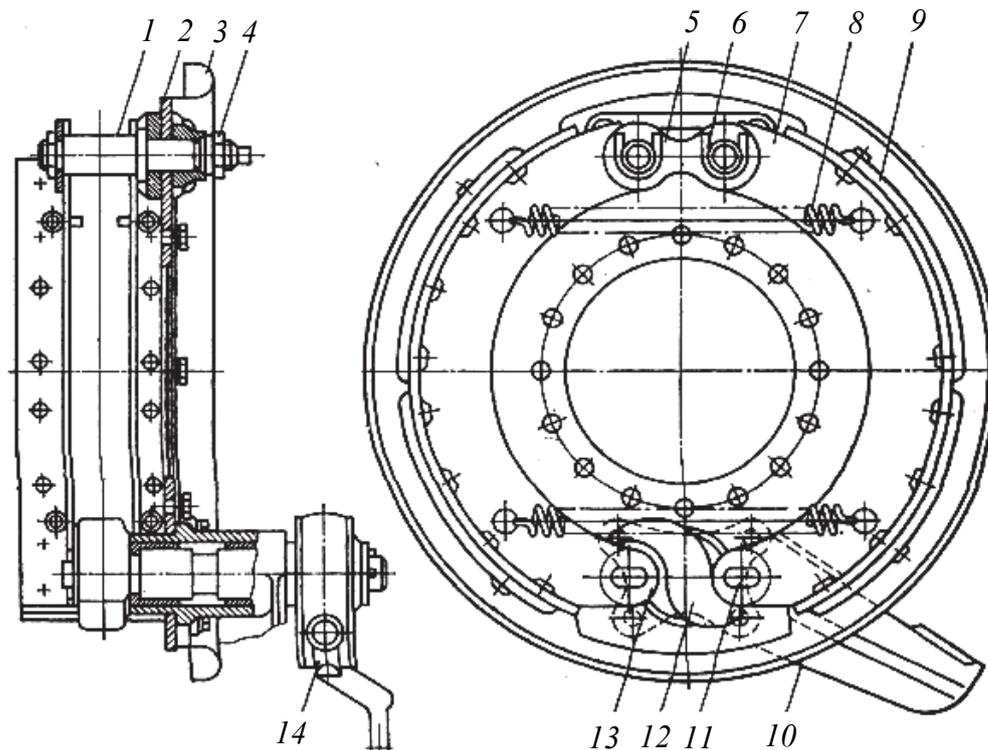


Рис. 52. Тормозной механизм:

- 1 – ось колодки; 2 – суппорт; 3 – щиток; 4 – гайка оси; 5 – накладка оси колодок; 6 – чека оси колодки; 7 – колодка тормоза; 8 – пружина; 9 – фрикционная накладка; 10 – тяга разжимного кулака; 11 – ось ролика; 12 – разжимный кулак; 13 – ролик; 14 – регулировочный рычаг

7. Выполнить необходимые замеры. Полученные результаты занести в табл. 19.

Таблица 19

Определяемые параметры тормозной системы

Параметр	Результаты измерения
Диаметр барабана, мм	
Ширина накладки, мм	
Угол охвата накладки, град	
Диаметр активной поверхности диафрагмы тормозной камеры, мм	
Активная длина тормозного рычага, мм	

8. Собрать колесный тормозной механизм, соблюдая последовательность операций, обратную разборке.

9. Изучить устройство комбинированного (двухсекционного) тормозного крана, определить места регулировки тормозного крана, рассмотреть взаимодействие деталей на разрезе агрегата.

В тормозном кране регулируется следующее:

– давление воздуха в секции, управляющей тормозами прицепа, должно быть 0,48–0,53 МПа. При наворачивании направляющей гайки штока разгрузочного клапана давление повышается;

– ход впускного клапана должен быть в пределах 2,5–3,0 мм. При полном ходе рычага тормозного крана проверяется глубиной мером штангенциркуля через отверстие отсоединенного штуцера подвода воздуха к секции;

– ход штока верхней секции – 5 мм. Регулируется винтом упора.

10. Изучить, используя учебный плакат, устройство регулятора давления. Уяснить, что регулировка давления в пневмосистеме по верхнему пределу (0,70–0,75 МПа) выполняется регулировочным винтом регулятора давления. При заворачивании винта давление возрастает, при отворачивании снижается.

11. Выполнить необходимые замеры снятых деталей, после чего установить их на место, выполняя операции в порядке, обратном разборке.

12. Разобрать тормозную камеру, в частности:

– снять крышку и мембрану;

– ослабить контргайку, отсоединить вилку штока от регулировочного рычага и вывернуть ее и контргайку;

– извлечь из корпуса камеры шток с пружиной и опорным диском.

13. Ознакомиться с конструкцией деталей и далее собрать тормозную камеру, выполняя операции в порядке, обратном разборке.

14. Изучить устройство и принцип работы усилителей тормозных систем.

15. Рассмотреть устройство и принцип работы стояночной тормозной системы и моторного тормоза.

16. Измерить параметры тормозного механизма (диаметр барабана, ширина накладки, угол охвата накладки), активной поверхности диафрагмы тормозной камеры, активных длин тормозных рычагов.

17. Выполнить анализ и обобщение полученных результатов, сформулировать вывод.

Содержание отчета

1. Вычертить принципиальную схему тормозной системы с пневматическим приводом лесовозного автомобиля МАЗ-5434.
2. Начертить принципиальную схему тормозного механизма автомобиля МАЗ-5434.
3. Вычертить принципиальную схему тормозного механизма трелевочного трактора ТТР-401.

Контрольные вопросы

1. Назначение и типы тормозных систем.
2. Назначение, устройство и принцип работы отдельных элементов тормозных систем с пневматическим приводом.
3. Конструктивные особенности, принцип работы стояночного тормоза автомобиля и колесного трактора.
4. Особенности тормозного крана автомобиля или трактора, работающего с прицепом.
5. Принцип работы следящих систем тормозного привода.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и принцип работы системы зажигания бензинового двигателя, ознакомиться с устройством и принципом работы основных потребителей и источников электрической энергии автомобилей и тракторов.

Применяемое оборудование и материалы: натурные макеты поршневых двигателей (ЗИЛ) и пускового двигателя, элементы и агрегаты батарейной системы зажигания и зажигания от магнето, электрооборудование лесовозного автомобиля МАЗ-5434, трелевочных тракторов ТТР-401, ЛТ-171А и ТБ-1М, лесозаготовительных машин Valmet-911, МЛПТ-354 и ЛП-17А, подборка плакатов «Система зажигания. Электрооборудование автомобилей и тракторов».

Подготовка к занятию: изучить основы теории батарейного зажигания и зажигания от магнето. Уточнить такие понятия, как угол опережения зажигания и угол абриса магнето. Ознакомиться с назначением источников (аккумуляторная батарея и генератор с реле-регулятором), потребителей (стартер, фары и подфарники, звуковой сигнал и сигнал поворота, электродвигатели вентилятора, отопителя, а также дополнительное электрооборудование) электрической энергии, контрольно-измерительных приборов (амперметр, термометр, манометр, сигнализаторы) и вспомогательных приборов (предохранители, выключатели и др.).

Общие сведения

Электрическая энергия на тракторах и автомобилях применяется для пуска двигателя (стартером), зажигания горючей смеси, звуковой и световой сигнализации, освещения пути движения и кабины, питания контрольно-измерительных приборов и дополнительного оборудования.

Приборы, преобразующие различные виды энергии в электрическую, называют **источниками электрического тока**, а потреб-

ляющие ее – **потребителями**. Источники электрического тока преобразуют механическую и химическую энергию в электрическую, потребители превращают энергию электрического тока в другой вид энергии (механическую, световую, звуковую, тепловую).

Электрооборудование тракторов и автомобилей можно подразделить на следующие группы:

1) источники электрической энергии (электроснабжение): аккумуляторная батарея и генератор с реле-регулятором;

2) потребители электрической энергии: стартер, фары и подфарники, звуковой сигнал и сигнал поворота, электродвигатели вентилятора, отопителя, дополнительное электрооборудование;

3) система зажигания (на карбюраторном двигателе): магнето, искровая свеча зажигания, прерыватель-распределитель;

4) контрольно-измерительные приборы: амперметр, термометр, манометр, сигнализаторы;

5) вспомогательные приборы: предохранители, выключатели и др.

Все группы объединены бортовой электрической сетью, которая выполняется по однопроводной схеме соединения потребителей с источниками электрического тока.

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

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

Простейший свинцовый аккумулятор состоит из пластмассовой банки, в которую залит электролит (раствор серной кислоты в дистиллированной воде), и двух свинцовых пластин. Поверхности пластин, находящиеся в электролите, покрываются тонким слоем сернистого свинца, иначе называемым сульфатом свинца.

Обязательное условие для работы аккумулятора – зарядка, т. е. через него пропускают электрический ток. При прохождении постоянного электрического тока от постороннего источника через аккумулятор в результате химической реакции на пластине, соединенной с положительным полюсом источника тока, образу-

ется перекись свинца, а на пластине, соединенной с отрицательным полюсом источника тока, – металлический свинец в виде рыхлой губчатой массы. При этом в электролит выделяется серная кислота, которая увеличивает его плотность.

Аккумуляторная батарея (рис. 53) состоит из бака 4, разделенного внутри перегородками на отделения. В каждом отделении (банке) помещается один аккумулятор. Бак изготавливают из кислотостойкой пластмассы или эбонита. Он имеет на дне ребра, на которые опираются пластины. В каждую банку помещен набор положительных 2 и отрицательных 1 пластин.

Пластины аккумулятора изготавливают в виде решеток, заполненных активной массой – порошкообразным свинцом. Для повышения запаса энергии число парных пластин увеличивают. Количество электричества, которое отдает полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде постоянной силой тока до определенного конечного напряжения, называют емкостью аккумулятора. Ее измеряют в ампер-часах.

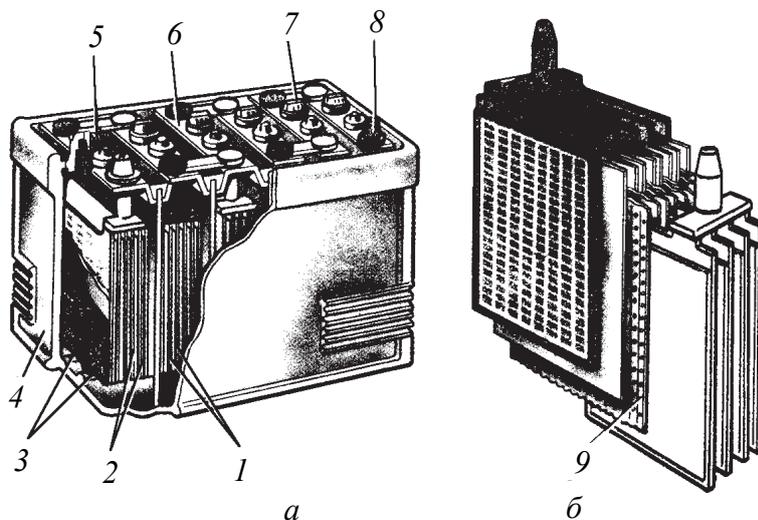


Рис. 53. Аккумуляторная батарея:

a – общий вид; *б* – блок пластин:

- 1 – отрицательные пластины; 2 – положительные пластины;
 3 – ребра; 4 – бак; 5 – пробка; 6 – крышка; 7 – соединительная
 перемычка; 8 – полюсный штырь; 9 – сепаратор

Положительные пластины соединены с полюсным штырем, имеющим знак «+», а отрицательные – с полюсным штырем со знаком «-». Положительная пластина расположена между

отрицательными, поэтому отрицательных пластин на одну больше, чем положительных. Пластины отделены друг от друга пористыми перегородками – сепараторами 9. Они изготовлены из специально обработанного дерева, микропористой пластмассы или стекловолокна. Сепараторы предупреждают короткое замыкание пластин и свободно пропускают через себя электролит. Банку закрывают крышкой 6, в которой предусмотрено отверстие для заполнения банки электролитом. Заливное отверстие закрывается пробкой 5. В пробке имеется вентиляционное отверстие, сообщающее полость аккумулятора с атмосферой, что необходимо для выхода газов, выделяющихся при химических реакциях. После сборки батареи края крышек аккумуляторов заливают специальной кислотостойкой мастикой.

Чтобы не допускать разрушения пластин, запрещается на продолжительное время и несколько раз подряд включать стартер.

Система зажигания бензиновых двигателей служит для принудительного воспламенения рабочей смеси, которое осуществляется в результате теплового воздействия электрического разряда между электродами свечей зажигания на молекулы смеси. Электрическое напряжение, при котором происходит искровой разряд, называют пробивным напряжением.

Принципиальная схема батарейной системы зажигания представлена на рис. 54. Сжатая рабочая смесь в цилиндрах карбюраторного двигателя воспламеняется от искры, образующейся в свече зажигания. Ток высокого напряжения, необходимый для создания искрового разряда, получают от приборов батарейного зажигания.

В системе батарейного зажигания имеются две цепи – низкого и высокого напряжений. В цепь тока низкого напряжения последовательно включены аккумуляторная батарея 1 (или генератор), включатель 2 зажигания, первичная обмотка катушки зажигания 4, добавочный резистор 3, прерыватель 8 и конденсатор 7. Цепь тока высокого напряжения состоит из вторичной обмотки катушки зажигания 4, распределителя 5, проводов высокого напряжения и искровых свечей зажигания.

При включенном замке зажигания и замкнутых контактах прерывателя электрический ток от аккумуляторной батареи или генератора поступает в первичную обмотку катушки зажигания, образуя вокруг нее магнитное поле. При размыкании контактами

прерывателя цепи низкого напряжения исчезает ток в первичной обмотке катушки зажигания и вместе с ним магнитное поле, окружающее его. Исчезающее магнитное поле пересекает витки вторичной обмотки катушки зажигания и наводит в ней ЭДС. Благодаря большому числу витков во вторичной обмотке напряжение на ее концах достигает 20–24 кВ.

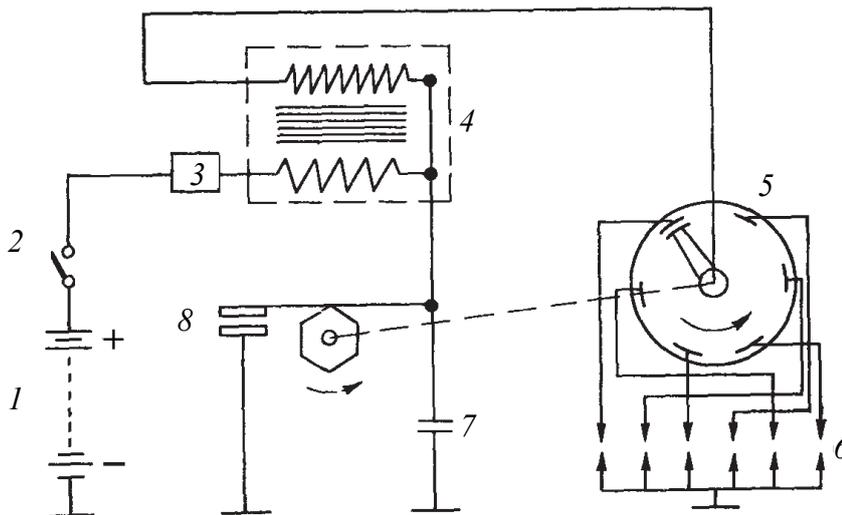


Рис. 54. Принципиальная схема батарейной системы зажигания:
 1 – аккумуляторная батарея; 2 – выключатель зажигания;
 3 – вариатор; 4 – индукционная катушка зажигания; 5 – распределитель;
 6 – свечи зажигания; 7 – конденсатор; 8 – механический прерыватель

От вторичной обмотки катушки зажигания через провод высокого напряжения, распределитель и провода ток высокого напряжения поступает к искровым свечам зажигания, где между электродами происходит искровой разряд, который зажигает рабочую смесь.

Индукционная катушка зажигания (рис. 55) имеет стальной корпус 6, в котором помещен кольцевой магнитопровод 5, концентрирующий магнитный поток, создаваемый первичной обмоткой. На сердечнике 2 намотана вторичная обмотка 4. Ряды провода при намотке изолируются друг от друга слоями конденсаторной бумаги. Сверху вторичную обмотку изолируют лакотканью и кабельной бумагой. С целью лучшего охлаждения первичная обмотка 3 намотана на вторичную. С одной стороны в корпус индукционной катушки завальцован фарфоровый изолятор 1, а с другой – карболитовая крышка 8. Снаружи к корпусу катушки прикреплен

вариатор 12. Все пустоты внутри корпуса заполнены изоляционной массой – битумным компаундом.

Свеча зажигания служит для получения искрового разряда в камере сгорания, тепловое воздействие которого воспламеняет рабочую смесь. Условия работы свечи зажигания характеризуются значительными термическими, электрическими и механическими нагрузками. Изолятор 1 свечи зажигания (рис. 56) изготовлен из кристаллокорунда, который обладает высокой электрической и механической прочностью. Поверхность изолятора покрывают глазурью для уменьшения отложений на нем загрязнений и влаги, что повышает поверхностное сопротивление материала.

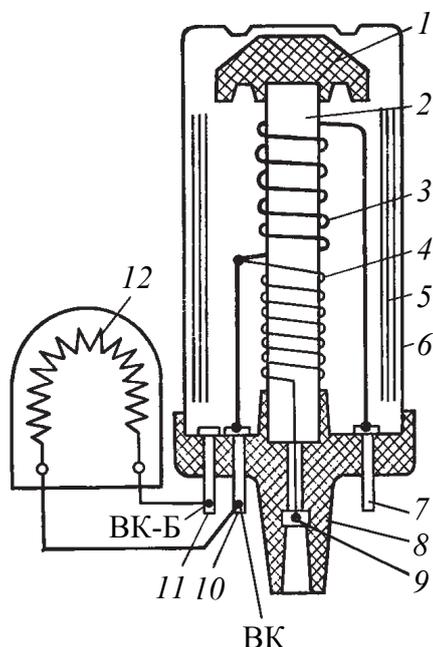


Рис. 55. Индукционная катушка зажигания:

1 – фарфоровый изолятор; 2 – сердечник;
3 – первичная обмотка; 4 – вторичная обмотка; 5 – кольцевой магнитопровод;
6 – корпус; 7, 9, 10, 11 – клеммы;
8 – карболитовая крышка;
12 – дополнительный резистор (вариатор)

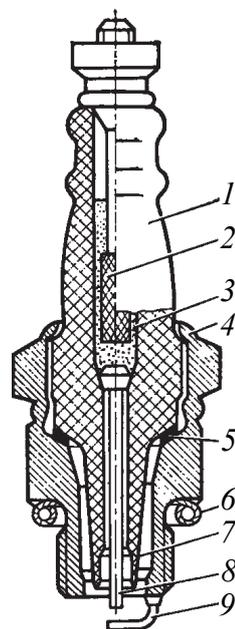


Рис. 56. Свеча зажигания:

1 – изолятор; 2 – контактная головка; 3 – токопроводящий стеклогерметик; 4 – корпус;
5, 6 – уплотнительные прокладки;
7 – тепловой конус;
8 – центральный электрод;
9 – боковой электрод («масса»)

Для обеспечения бесперебойной работы свечи зажигания необходимо поддерживать температуру ее теплового конуса 7 в пределах 700–800°C. При этой температуре нагар, отлагающийся на

конусе и электродах свечи, сгорает и происходит ее самоочищение. При температуре теплового конуса ниже 500°C изолятор нижней части свечи покрывается нагаром, что приводит к снижению пробивного напряжения и к перебоям в работе двигателя из-за возможных пропусков зажигания рабочей смеси. Если температура теплового конуса выше $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$, может возникнуть так называемое калильное зажигание, когда рабочая смесь воспламеняется не от электрической искры, а от нагретых до высокой температуры электродов и поверхности изолятора.

Для поддержания необходимой температуры теплового конуса выпускаются свечи зажигания с различной степенью теплоотдачи. В двигателях с невысокой степенью сжатия применяют свечи зажигания с малой теплоотдачей, называемые горячими, а для двигателей с повышенной степенью сжатия – холодные свечи с большой теплоотдачей.

Прерыватель-распределитель необходим для прерывания тока низкого напряжения и распределения тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя.

В **прерыватель** входят корпус, приводной валик, подвижный и неподвижный диски, кулачок и регуляторы опережения зажигания. На подвижном диске размещены изолированный рычажок с подвижным контактом и неподвижный контакт со стойкой. Контакты прерывателя наплавлены тугоплавким металлом – вольфрамом. Подвижный контакт прерывателя прижимается к неподвижному пластинчатой пружиной.

Сверху на корпусе прерывателя установлен распределитель. Он состоит из ротора и крышки. Ротор изготовлен из карболита, а сверху в него вмонтирована контактная пластина. Ротор закреплен на выступе кулачка. Крышка распределителя тоже изготовлена из карболита. На ее наружной части по окружности выполнены гнезда с зажимами для проводов высокого напряжения к искровым свечам зажигания. В центре крышки расположено центральное гнездо для крепления центрального провода высокого напряжения от катушки зажигания. Внутри крышки против центрального гнезда помещен угольный контакт с пружиной для соединения провода с пластиной ротора, а против каждого гнезда по окружности расположены боковые контакты. Ротор распределителя, вращаясь вместе с кулачком, соединяет центральный контакт поочередно с боковыми, подавая ток высокого напряжения в свечи зажигания.

Кулачок прерывателя соединен с приводным валом через центробежный регулятор. Валок приводится в действие от распределительного вала. Центробежный регулятор снабжен грузиками, на выступах которых размещается пластина с косыми прорезями. С увеличением частоты вращения коленчатого вала грузики регулятора расходятся, и штифты грузиков, перемещаясь в прорезях пластины, поворачивают ее и соединенный с ней кулачок в сторону вращения ведущего валика. В результате кулачок размыкает контакты прерывателя и угол опережения зажигания увеличивается.

В зависимости от условий работы должен быть выбран оптимальный угол опережения зажигания, который влияет на тепловой режим, мощность и экономичность двигателя.

В прерывателе-распределителе, кроме центробежного, установлен вакуумный регулятор. Он служит для изменения угла опережения зажигания в зависимости от нагрузки двигателя. Полость вакуумного регулятора, в которой находится пружина, соединена трубкой со смесительной камерой карбюратора над дроссельной заслонкой, полость с другой стороны сообщается с атмосферой. К диафрагме прикреплена тяга, которая связана с подвижным диском прерывателя.

Для изменения угла опережения зажигания вручную в зависимости от октанового числа топлива предназначен октанокорректор. Им изменяют угол опережения зажигания в пределах $\pm 12^\circ$ по углу поворота коленчатого вала.

Система зажигания от магнето отличается от батарейной системы зажигания автономностью, стабильностью работы при больших частотах вращения коленчатого вала, компактностью. Приборы системы, кроме проводов высокого напряжения и свечей зажигания, объединены в одном агрегате – **магнето**. Источник тока, трансформатор, прерыватель и распределитель конструктивно скомпонованы в одном корпусе. В зависимости от магнитной схемы применяются магнето с **вращающимся магнитом** или магнето с **вращающимся магнитным коммутатором**. Магнит и обмотки в этом случае неподвижны. В системах зажигания пусковых двухтактных карбюраторных двигателей, в двигателях различного мотоинструмента, как правило, используются магнето с вращающимся магнитом, так как они более просты по конструкции и надежны в эксплуатации ввиду отсутствия скользящих контактов.

Принципиальная схема зажигания от магнето с вращающимся магнитом приведена на рис. 57.

Якорь *1* представляет собой магнит, приводимый во вращение от коленчатого вала двигателя. На сердечнике *6* расположены первичная *4* и вторичная *3* обмотки. Один конец первичной обмотки припаян к сердечнику, а второй соединен с неподвижным контактом прерывателя *10*. Вторичная обмотка одним концом соединена с первичной, а другим – через контакт *8* с выводным контактом *9*, от которого по проводу высокого напряжения ток подводится к свече зажигания *7*. Кулачок *12* прерывателя вращается вместе с якорем. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор *13*. Выключатель *11* служит для замыкания на массу вторичной обмотки, минуя прерыватель, при выключении зажигания. Искровой разрядник *5* предохраняет изоляцию обмоток магнето от повреждения (пробоя) при значительном возрастании вторичного напряжения в случае отсоединения провода высокого напряжения от свечи зажигания или ее неисправности.

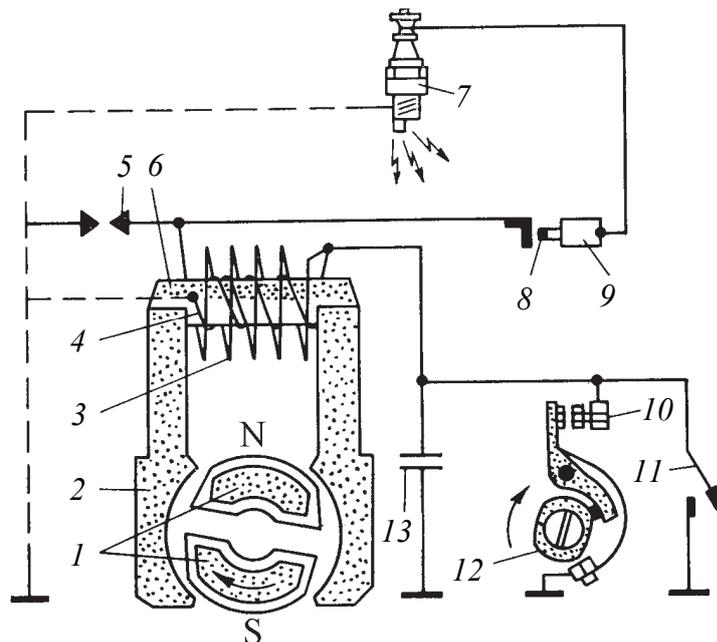


Рис. 57. Принципиальная схема системы зажигания от магнето:

- 1* – якорь; *2* – стойка; *3* – вторичная обмотка;
- 4* – первичная обмотка; *5* – искровой разрядник;
- 6* – сердечник; *7* – свеча зажигания; *8* – контакт;
- 9* – выводной контакт; *10* – неподвижный контакт прерывателя;
- 11* – выключатель; *12* – кулачок; *13* – конденсатор

При вращении якоря I изменяется магнитный поток, передаваемый от одного полюса постоянного магнита к другому через сердечник $б$. Число изменений магнитного потока за один оборот якоря будет равно числу пар полюсов магнита. Изменяющийся магнитный поток индуцирует в первичной и вторичной обмотках ток, максимальное значение которого соответствует моменту наибольшей скорости изменения магнитного потока, проходящего через сердечник (2 раза за один оборот двухполюсного магнита). При вращении магнита с большой скоростью индуцируемая во вторичной обмотке ЭДС составляет 2000–3000 В, что значительно ниже пробивного напряжения. Кроме того, влияние индуктивности первичной обмотки приводит к тому, что момент достижения максимального значения тока в первичной обмотке не совпадает с моментом достижения максимальной ЭДС во вторичной обмотке. Наибольшего значения ток в первичной цепи достигает в момент, когда якорь магнето поворачивается относительно своего нейтрального положения (90 и 270°) на угол 7 – 12° . С целью повышения вторичного напряжения и получения искрового разряда между электродами свечи зажигания в строго определенное время в первичную цепь магнето включен прерыватель.

Замыкание первичной цепи происходит в момент, когда ЭДС в первичной обмотке близка к нулю, а размыкание – когда ток в ней имеет максимальное значение. При размыкании контактов прерывателя энергия магнитного поля первичной обмотки превращается в электрическую энергию искры, образующейся между электродами свечи зажигания. Угол, на который поворачивается якорь магнето от своего центрального положения к моменту размыкания контактов прерывателя, называют **абрисом**. Значение этого угла зависит от типа магнето и определяется опытным путем. Для изменения угла опережения зажигания в зависимости от скоростного режима работы двигателя в приводе магнето предусматривается специальная центробежная муфта.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить устройство, принцип работы и порядок обслуживания и эксплуатации аккумуляторных батарей. По результатам замеров (табл. 20) определить степень разряженности и годности к эксплуатации аккумуляторной батареи.

Таблица 20

**Результаты определения основных параметров
аккумуляторной батареи**

Проверяемые величины	Результаты измерения			Нормативное значение	Заключение
	1	2	3		
Электродвижущая сила, В					
Напряжение при нагрузке, А, В					
Плотность электролита, г/см ³					
Уровень электролита, мм					
Емкость батареи, А · ч					
Требуемый зарядный ток для батареи, А					

2. Изучить назначение, устройство и принцип работы распределителя-прерывателя, вакуумного, центробежного регулятора и октан-корректора.

3. Ознакомиться с устройством и принципом работы магнето с вращающимся магнитом.

4. Изучить назначение, устройство, классификационные признаки и принцип работы свечей зажигания. Отрегулировать зазоры между контактами прерывателя и электродами свечей.

Содержание отчета

1. Вычертить принципиальную схему батарейной системы зажигания с обозначением основных приборов.

2. Начертить принципиальную схему системы зажигания от магнето пускового двигателя с обозначением основных приборов.

Контрольные вопросы

1. Перечислить приборы, входящие в цепь тока низкого и высокого напряжения.

2. Устройство катушки зажигания и прерывателя-распределителя.

3. Устройство и принцип работы генератора и реле-регулятора.

4. Назвать основные части свечи зажигания.

5. Возможные неисправности приборов системы зажигания, причины и способы устранения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Механизация лесохозяйственных работ. Тракторы и автомобили: учеб. пособие / М. К. Асмоловский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 256 с.
2. Гороновский, А. Р. Лесотранспортные машины: учеб.-метод. пособие / А. Р. Гороновский, В. Н. Лой, С. П. Мохов. – Минск: БГТУ, 2006. – 103 с.
3. Лесные машины / Г. М. Анисимов [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1989. – 512 с.
4. Вахламов, В. К. Автомобили: конструкция и элементы расчета / В. К. Вахламов. – М.: Академия, 2006. – 479 с.
5. Чижов, Ю. П. Электрооборудование автомобилей и тракторов / Ю. П. Чижов. – М.: Машиностроение, 2007. – 655 с.
6. Баженов, С. П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов / С. П. Баженов, Б. Н. Казьмин, С. В. Носов. – М.: Академия, 2005. – 329 с.
7. Тихонов, А. Ф. Лесные машины / А. Ф. Тихонов, А. В. Жуков. – Минск: Выш. шк., 1986. – 227 с.
8. Родичев, В. А. Тракторы и автомобили / В. А. Родичев, Г. И. Родичева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 365 с.
9. Скотников, В. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В. А. Скотников, А. А. Машенский, А. С. Солонский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
10. Особенности расчета и теории двигателей лесотранспортных машин: метод. указания / Г. М. Анисимов [и др.]. – Л.: ЛТА, 1989. – 44 с.
11. Лесные машины «Беларус» / А. В. Жуков [и др.]. – Минск: БГТУ, 2001. – 479 с.
12. Машины и оборудование лесозаготовок. Справочник / Е. И. Миронов [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 320 с.
13. Жуков, А. В. Теория лесных машин: учеб. пособие / А. В. Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
14. Валяжонков, В. Д. Трансмиссии лесной автотракторной техники: учеб. пособие / В. Д. Валяжонков. – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – 172 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Кривошипно-шатунный механизм поршневых двигателей внутреннего сгорания	4
Лабораторная работа № 2. Газораспределительный механизм поршневых двигателей внутреннего сгорания	20
Лабораторная работа № 3. Система охлаждения поршневых двигателей внутреннего сгорания	32
Лабораторная работа № 4. Смазочная система поршневых двигателей внутреннего сгорания	42
Лабораторная работа № 5. Система питания карбюраторного двигателя	52
Лабораторная работа № 6. Система питания дизельного двигателя	64
Лабораторная работа № 7. Автомобильные и тракторные сцепления	71
Лабораторная работа № 8. Коробки передач колесных и гусеничных тракторов.....	78
Лабораторная работа № 9. Коробки передач лесовозных автомобилей.....	84
Лабораторная работа № 10. Раздаточные коробки лесовозных автомобилей	86
Лабораторная работа № 11. Ведущие мосты лесовозных автомобилей.....	90
Лабораторная работа № 12. Ведущие мосты колесных и гусеничных тракторов.....	99
Лабораторная работа № 13. Ходовые системы автомобилей и тракторов	108
Лабораторная работа № 14. Рулевое управление автомобилей и колесных тракторов	116
Лабораторная работа № 15. Тормозные системы автомобилей и тракторов.....	127
Лабораторная работа № 16. Электрооборудование автомобилей и тракторов. Система зажигания	147
Список использованных источников	158

Учебное издание

Гороновский Андрей Романович

Лой Владимир Николаевич

Пищов Сергей Николаевич

Арико Сергей Евгеньевич

ЛЕСОТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. С. Ватеичкина*

Компьютерная верстка *О. Ю. Шантарович*

Корректор *Е. С. Ватеичкина*

Подписано в печать 07.04.2014. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,3. Уч.-изд. л. 9,6.

Тираж 100 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:

УО «Белорусский государственный технологический университет».

ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.

ЛП № 02330/12 от 30.12.2013.

Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.