

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок

ЛЕСОТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

**Программа, методические указания и контрольные задания
для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование
лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины
и оборудование лесной промышленности»
заочной формы обучения**

Минск 2010

УДК 630*37(075.4)

ББК 43.904я73

Л50

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составители:

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

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой транспорта леса БГТУ

М. Т. Насковец

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2010 год. Поз. 142.

Для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» заочной формы обучения.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2010

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Необходимым этапом подготовки инженера-механика по специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» является изучение дисциплины «Лесотранспортные машины», которая рассматривает вопросы, связанные с устройством лесотранспортных и лесозаготовительных машин, с процессами, происходящими в современных мобильных машинах, принципами действия их механизмов и агрегатов, особенностями взаимодействия двигателей с поверхностью движения.

В настоящее время тракторы и автомобили являются основными энергетическими средствами для выполнения механизированных работ в лесозаготовительном производстве и при перевозке различных грузов. Тракторы и автомобили – это результат кропотливой работы нескольких поколений талантливых инженеров и ученых.

В Республике Беларусь выпуском тракторов различных специальных, в том числе и лесных модификаций, занимаются такие предприятия, как РУП «Минский тракторный завод», ОАО «Амкодор», Сморгонский агрегатный завод и др.

Производство автомобилей и автопоездов общетранспортного и специализированного назначения осуществляется на РУП «Минский автомобильный завод», РУП «Могилевский автомобильный завод», РУП «Минский завод колесных тягачей», РУП «Белорусский автомобильный завод» и др.

Парк лесозаготовительных предприятий постоянно пополняется новыми видами транспортной техники, поэтому глубокое изучение конструкции применяемой на лесозаготовительных предприятиях лесотранспортной и лесозаготовительной техники является крайне необходимым для студентов высшего учебного заведения лесного профиля.

Курс «Лесотранспортные машины» состоит из двух частей. В I части рассматриваются основы теории и конструкция двигателей лесотранспортных машин (в седьмом семестре на IV курсе обучения). Во II – устройство трансмиссий, механизмов управления и ходовых систем, электрооборудования автомобилей и тракторов (в восьмом семестре на IV курсе обучения).

По курсу выполняются две контрольные работы, курсовой проект, сдаются зачет и два экзамена.

К сдаче зачета по «Лесотранспортным машинам» в зимнюю сессию на IV курсе студент допускается при условии выполнения

контрольной работы № 1 и лабораторных работ по I части курса; к экзамену – после получения зачета.

К сдаче экзамена в летнюю сессию на IV курсе студент допускается при условии выполнения контрольной работы № 2 и лабораторных работ по II части курса.

При самостоятельном изучении курса необходимо практически ознакомиться с различными видами лесных мобильных машин, их устройством и работой в ремонтно-механических мастерских, на ремонтных заводах, в автопарках, лесхозах и леспромхозах.

При работе над литературой рекомендуется вести конспект, в который необходимо вносить основные определения, расчетные формулы, принципиальные схемы. Это позволит глубже разобраться в изучаемом материале и получить прочные знания, необходимые для успешной подготовки к экзамену и практической работе.

При изучении курса студенту необходимо руководствоваться рабочей программой курса и настоящими методическими указаниями. Окончив проработку материалов одного раздела программы, следует ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в конце каждого раздела, и только после этого переходить к изучению следующего. К выполнению контрольных работ можно приступать после изучения соответствующих разделов курса. Только такой порядок самостоятельной работы по изучению курса обеспечит получение прочных знаний.

В случае возникновения затруднений при изучении курса или выполнении контрольной работы следует обратиться на кафедру лесных машин и технологии лесозаготовок за консультацией.

Выполненные контрольные работы студент высылает в университет в сроки, предусмотренные учебным графиком.

В период лабораторно-экзаменационной сессии студентам читаются лекции по отдельным темам курса, недостаточно освещенным в литературе, проводятся практические и лабораторные занятия, на которых студенты на практике углубляют свои знания по устройству лесотранспортных машин.

1. УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ КУРСА

Раздел 1. Общие сведения о лесотранспортных машинах

История развития автомобиле- и тракторостроения. Автомобиле- и тракторостроение в Республике Беларусь. Назначение, классификация и общее устройство лесосечных и лесотранспортных машин. Условия эксплуатации лесных машин. Требования, предъявляемые к лесотранспортным машинам, их технические характеристики.

Литература: [1, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14]

Приступая к изучению курса, необходимо уяснить роль лесных машин в решении задач по комплексной механизации лесоразработок и вывозке леса, ознакомиться с состоянием и перспективами развития и применения тяговых машин на трелевке и вывозке леса, уточнить назначение и задачи изучаемого курса.

Успешное изучение теории лесотранспортных машин базируется на глубоком знании конструкций современных лесовозных автомобилей МАЗ-5434, трелевочных тракторов ТЛТ-100, ТТР-401, МЛ-127, Амкодор 2243, погрузочно-транспортных машин МЛПТ-364, МЛ-131, МПТ-461, Амкодор 2661 и др.

Знакомиться с общим устройством отдельных марок лесотранспортных машин, с особенностями конструкций отдельных узлов и принципами их работы рекомендуется не только по заводским инструкциям и книгам, посвященным рассмотрению отдельных марок машин, но также посещая с этой целью лесозаготовительные предприятия, на которых они эксплуатируются и ремонтируются.

Вначале следует ознакомиться с кратким историческим обзором развития автомобилей и тракторов, их классификацией, марками и техническими характеристиками автомобилей и тракторов, применяемых в лесной промышленности и лесном хозяйстве.

Контрольные вопросы.

1. Автомобиле- и тракторостроение в Республике Беларусь.
2. Классификация автомобилей и тракторов.
3. Назначение, классификация и общее устройство лесосечных и лесотранспортных машин.
4. Условия эксплуатации лесных машин.
5. Требования, предъявляемые к лесотранспортным машинам, их технические характеристики.

Раздел 2. Основы теории поршневых двигателей внутреннего сгорания

Поршневые двигатели внутреннего сгорания. Классификация и общее устройство двигателя: механизмы и системы, их назначение. Основные понятия и определения параметров двигателя. Теоретические и рабочие циклы бензиновых и дизельных двигателей.

Рабочий цикл четырехтактного двигателя. Количество воздуха, необходимое для сгорания топлива. Процессы впуска, сжатия, сгорания, расширения и выпуска. Индикаторные диаграммы. Тепловой расчет двигателя.

Особенности рабочего цикла двухтактного двигателя. Способы продувки и наполнения цилиндров свежим зарядом. Сравнение эффективности двухтактного и четырехтактного двигателей. Сравнение дизельных и бензиновых двигателей.

Индикаторные и эффективные показатели двигателя. Среднее индикаторное давление. Индикаторные мощность и КПД. Среднее эффективное давление. Эффективная мощность, механический и эффективный КПД. Часовой и удельный расход топлива. Основные размеры двигателя. Тепловой баланс двигателя.

Рабочие тела и их свойства. Детонация. Октановое число бензина. Цетановое число дизельного топлива. Определение октанового и цетанового чисел. Токсичность продуктов сгорания. Мероприятия по охране окружающей среды. Альтернативные виды топлива: характеристики, достоинства и недостатки.

Литература: [1, 3, 4, 8, 9, 10]

Изучение теории автотракторных двигателей необходимо увязывать с одновременным изучением тех или иных особенностей конструкции современных двигателей лесотранспортных и лесосечных машин и в первую очередь следующих марок: Д-240, Д-243, Д-245, Д-260, Д-265, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, СМД-14, А-01Л, ЯМЗ-740 и др.

В начале темы следует ознакомиться с общим устройством поршневых двигателей, их классификацией, основными понятиями и определениями, рассмотреть рабочий процесс четырехтактных дизельных и карбюраторных двигателей.

При изучении вопросов теории двигателя особое внимание обратите на характер изменения эффективных показателей в зависимости от конструктивных параметров двигателя, частоты вращения коленчатого вала и нагрузки.

Контрольные вопросы.

1. Классификация и общее устройство поршневых ДВС: механизмы и системы, их назначение.
2. Основные понятия и определения параметров двигателя.
3. Теоретические и рабочие циклы бензиновых и дизельных двигателей.
4. Рабочий цикл четырехтактного двигателя. Количество воздуха, необходимое для сгорания топлива. Процессы впуска, сжатия, сгорания, расширения и выпуска.
5. Особенности рабочего цикла двухтактного двигателя. Способы продувки и наполнения цилиндров свежим зарядом.
6. Индикаторные диаграммы четырех- и двухтактных двигателей.
7. Сравнение эффективности двухтактного и четырехтактного двигателей.
8. Сравнение рабочих циклов дизельных и бензиновых двигателей.
9. Индикаторные и эффективные показатели двигателя.
10. Основные размеры поршневого двигателя внутреннего сгорания.
11. Тепловой баланс двигателя.
12. Рабочие тела и их свойства.
13. Автомобильный бензин: свойства, марки. Детонация. Октановое число бензина. Определение октанового числа.
14. Дизельное топливо: свойства, марки. Цетановое число дизельного топлива.
15. Токсичность продуктов сгорания. Мероприятия по охране окружающей среды.

Раздел 3. Механизмы автотракторных двигателей

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ). Назначение и общее устройство. Основы кинематики и динамики кривошипно-шатунного механизма. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме. Формы коленчатых валов. Порядок работы многоцилиндровых двигателей. Основы уравнивания двигателей.

Неподвижные детали КШМ: блок цилиндров, гильзы и головки цилиндров. Подвижные детали КШМ: поршни, поршневые кольца и пальцы, шатуны. Коренные и шатунные подшипники. Уплотнение концов коленчатого вала. Крепление двигателя. Условия работы деталей и применяемые материалы. Датчики систем двигателя в КШМ.

Газораспределительный механизм (ГРМ). Назначение, классификация и устройство механизмов газораспределения. Фазы и диаграмма

фаз газораспределения. Декомпрессионные устройства. Понятие теплового зазора, гидрокомпенсаторы. Перспективы развития ГРМ.

Литература: [3, 4, 6, 8, 9, 10]

При изучении кривошипно-шатунного механизма двигателя необходимо установить, под воздействием каких сил находятся его детали при работе, величину и характер изменения этих сил, способы уравновешивания возникающих при работе сил инерции. Особое внимание следует уделить изучению конструкций деталей кривошипно-шатунного механизма и определению основных геометрических параметров.

Изучая газораспределительный механизм, следует ознакомиться с фазами газораспределения современных двигателей внутреннего сгорания, типами механизмов распределения, их достоинствами и недостатками. Необходимо ознакомиться с конструктивными особенностями газораспределительных механизмов клапанного и золотникового типов, применяемых на двигателях лесозаготовительного оборудования и машин.

При изучении конструкций кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов необходимо обратить внимание на материалы, которые применяются при изготовлении основных деталей, и способы повышения срока их службы (долговечность, надежность).

Контрольные вопросы.

1. Назначение и общее устройство кривошипно-шатунного механизма.
2. Основы кинематики и динамики кривошипно-шатунного механизма.
3. Неподвижные детали КШМ: блок цилиндров, гильзы и головки цилиндров. Коренные и шатунные подшипники. Условия работы деталей.
4. Подвижные детали КШМ: поршни, поршневые кольца и пальцы, шатуны. Уплотнение концов коленчатого вала. Условия работы деталей.
5. Геометрические размеры деталей кривошипно-шатунного механизма.
6. Назначение, классификация и устройство механизмов газораспределения.
7. Принцип работы двух- и четырехтактных двигателей.
8. Детали газораспределительного механизма клапанного типа. Понятие теплового зазора, гидрокомпенсаторы.

9. Фазы и диаграмма фаз газораспределения. Перспективы развития ГРМ.

10. Устройство и принцип действия устройств, облегчающих пуск двигателя внутреннего сгорания.

11. Материалы, применяемые при изготовлении деталей кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов.

Раздел 4. Системы автотракторных двигателей

Система охлаждения. Назначение и классификация. Агрегаты и приборы жидкостной и воздушной систем охлаждения. Сопоставление систем жидкостного и воздушного охлаждения. Охлаждающие жидкости. Датчики системы охлаждения. Уход за системой охлаждения.

Смазочная система. Назначение и классификация. Смазочные масла двигателей и их характеристики. Устройство, элементы и приборы смазочной системы. Клапаны и датчики смазочной системы. Неисправности и уход за смазочной системой.

Система питания. Назначение и классификация. Устройство воздухоочистителей, топливных баков и фильтров, впускных и выпускных коллекторов, глушителей и каталитических нейтрализаторов. Способы смесеобразования в дизелях. Многотопливные двигатели. Типы камер сгорания. Топливоподкачивающие насосы. Топливные насосы высокого давления, классификация и устройство. Регулировка цикловой подачи топлива. Форсунки, классификация и устройство. Насос-форсунки. Системы регулирования частоты вращения и мощности.

Системы наддува свежего заряда. Двигатели с промежуточным охлаждением воздуха, повышенным запасом крутящего момента. Системы питания Common Rail дизельного двигателя: общее устройство и работа. Топливная рампа и насос высокого давления. Электронно-управляемые форсунки и датчики системы Common Rail. Неисправности, регулировки и уход за элементами системы питания дизеля.

Система питания бензиновых двигателей. Бензонасосы. Основы теории карбюрации топлива. Работа карбюратора при пуске холодного двигателя, на режимах холостого хода, средней нагрузки и максимальной мощности двигателя. Системы с впрыском бензина (моновпрыск и распределенный впрыск топлива), устройство и приборы. Датчики системы питания с впрыском бензина. Устройство и агрегаты системы питания сжатым и сжиженным газами. Ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Система зажигания, назначение и классификация. Батарейное зажигание: устройство элементов и принцип работы. Устройства регулирования угла опережения зажигания. Недостатки батарейного зажигания и способы их устранения. Контактнo-транзисторные и бесконтактные системы зажигания. Комбинированные системы электронного управления зажиганием и их датчики. Устройство и принцип работы зажигания от магнето. Неисправности, регулировки и уход за системой зажигания.

Система пуска. Основы теории пуска двигателя. Классификация способов и систем пуска. Способы облегчения пуска двигателей при отрицательной температуре. Подогреватели и свечи накаливания. Пусковые жидкости. Электрические стартеры, пусковые двигатели. Конструкция элементов пусковых устройств двигателей. Неисправности и уход за системой пуска.

Литература: [3, 4, 5, 6, 8, 9, 10]

При изучении систем охлаждения двигателя внутреннего сгорания необходимо ознакомиться с классификацией систем, достоинствами и недостатками жидкостной и воздушной систем охлаждения, устройством основных элементов и приборов жидкостной системы охлаждения. Уделить внимание знакомству со способами автоматического поддержания оптимального теплового режима двигателя.

Изучая смазочную систему, необходимо ознакомиться с маслами, применяемыми для двигателей, их эксплуатационными свойствами и маркировкой. Следует рассмотреть применяемые способы подачи масла к трущимся поверхностям, устройство основных элементов и приборов системы смазки, обращая особое внимание на места установки фильтров и защитных клапанов.

Изучение системы питания дизельных двигателей следует начать с ознакомления с требованиями к топливу, особенностями его сгорания и смесеобразования в дизелях, существующими способами приготовления смесей, конструктивными схемами камер сгорания. Необходимо изучить особенности устройства и принципа работы топливного насоса высокого давления, форсунок, всережимного регулятора. Изучая общую схему системы питания дизеля, необходимо рассмотреть устройство и работу вспомогательных приборов: топливного бака с топливозаборником, подкачивающего насоса, фильтров грубой и тонкой очистки топлива, воздухоочистителя.

Необходимо обратить внимание на конструктивные особенности двигателей с промежуточным охлаждением воздуха, повышенным за-

пасом крутящего момента. Также необходимо ознакомиться с общим устройством и принципом работы системы питания дизельного двигателя Common Rail. Особое внимание следует обратить на возможные неисправности системы питания дизельных двигателей, способы их устранения.

При изучении системы питания карбюраторных двигателей следует ознакомиться с основными физико-химическими свойствами топлива (бензина), составами горючих смесей, изучить процесс карбюрации (смесеобразования) на примере простейшего карбюратора. Уяснив недостатки простейшего карбюратора, следует разобраться в устройстве и работе современных мембранных и поплавковых карбюраторов. Особое внимание следует обратить на назначение и конструкцию систем пуска, холостого хода, главной дозирующей системы, экономайзера и ускорительного насоса. Следует ознакомиться с устройством и работой ограничителей частоты вращения коленчатого вала двигателя. При изучении теории смесеобразования и работы карбюраторов необходимо рассмотреть устройство остальных элементов и приборов системы питания.

При изучении систем зажигания необходимо ознакомиться с общим устройством и схемой батарейного зажигания, следует рассмотреть назначение и устройство всех элементов и приборов системы. Изучить механизм образования тока высокого напряжения в системе зажигания, ознакомиться с процессами, протекающими в цепях низкого и высокого напряжения при питании от аккумуляторной батареи или генератора.

Изучая систему зажигания от магнето, необходимо ознакомиться с принципом работы и рассмотреть особенности конструкции магнето. Также необходимо рассмотреть устройство контрольно-измерительных приборов, приборов освещения и сигнализации.

При изучении пусковых устройств двигателей необходимо рассмотреть классификацию, особенности устройства и работы пусковых средств карбюраторных и дизельных двигателей.

Контрольные вопросы.

1. Назначение, устройство и принцип действия воздушной системы охлаждения.
2. Жидкостная система охлаждения. Классификация, устройство, принцип действия.
3. Способы автоматического поддержания оптимального теплового режима двигателя.

4. Эксплуатационные свойства охлаждающих жидкостей.
5. Назначение смазочной системы двигателя внутреннего сгорания.
6. Устройство смазочной системы.
7. Способы подачи масла к трущимся поверхностям двигателя внутреннего сгорания.
8. Устройство основных элементов и приборов системы смазки.
9. Назначение системы питания двигателя внутреннего сгорания.
10. Способы смесеобразования двигателей внутреннего сгорания.
11. Устройство системы питания карбюраторного двигателя.
12. Назначение, классификация, устройство и принцип действия карбюраторов.
13. Система питания дизельных двигателей. Устройство, принцип работы.
14. Назначение, устройство и принцип действия топливного насоса высокого давления и форсунки.
15. Общее устройство и принцип работы системы питания Common Rail дизельного двигателя.
16. Общее устройство и схема системы батарейного зажигания.
17. Особенности системы зажигания от магнето.
18. Устройство контрольно-измерительных приборов, приборов освещения и сигнализации лесотранспортных машин.
19. Системы пуска двигателей внутреннего сгорания. Механизмы и устройства, облегчающие пуск.

Раздел 5. Совершенствование поршневых ДВС и перспективные типы двигателей

Характеристики двигателей (нагрузочные, регулировочные). Перспективы совершенствования двигателей лесных машин. Перспективы использования двигателей с воздушным охлаждением. Газотурбинные и роторно-поршневые двигатели. Двигатели внешнего сгорания. Двигатели Стирлинга. Газогенераторные и газодизельные двигатели.

Литература: [1, 3, 7, 10, 11]

При рассмотрении вопросов совершенствования поршневых двигателей внутреннего сгорания следует изучить нагрузочные и регулировочные характеристики двигателей. Установить направления совершенствования: повышения мощности, крутящего момента, снижения удельного и часового расходов топлива. Необходимо ознакомиться

с конструкциями и областями эффективного применения современных газотурбинных, роторно-поршневых, газогенераторных и газодизельных двигателей.

Контрольные вопросы.

1. Нагрузочные и регулировочные характеристики двигателей внутреннего сгорания.

2. Направления совершенствования бензиновых и дизельных двигателей внутреннего сгорания.

3. Конструкции газотурбинных и роторно-поршневых двигателей.

4. Конструктивные особенности и принцип работы двигателей внешнего сгорания и двигателей Стирлинга.

5. Перспективы применения газогенераторных и газодизельных двигателей.

Раздел 6. Трансмиссия лесотранспортных машин

Назначение и классификация трансмиссий лесных машин. Механическая, гидравлическая и электрическая передачи. Типовые схемы механической трансмиссии колесных и гусеничных лесных машин. Определение передаточных чисел трансмиссии лесотранспортных машин.

Сцепления: назначение, классификация и принцип действия. Устройство дисковых сцеплений, их разновидности. Коэффициент запаса. Приспособления для плавного включения и полного выключения сцепления. Приводы сцепления: механический и гидравлический; механизмы, облегчающие выключение сцепления (усилители). Регулировки и уход за сцеплением.

Коробки передач: назначение, классификация и принцип действия. Коробки передач с подвижными каретками. Коробки передач с постоянным зацеплением шестерен. Синхронизаторы. Прямая и повышающая передачи. Детали коробки передач. Механизмы управления коробкой передач. Коробки передач лесосечных машин и лесовозных автомобилей.

Гидрофицированные коробки передач с фрикционными муфтами. Коробки передач с подвижными валами. Раздаточные коробки, делители и ходоуменьшители. Назначение и типовые схемы. Механизм отбора мощности и вспомогательное оборудование тракторов. Уход за коробками передач.

Карданные передачи: назначение, классификация, устройство. Карданные шарниры неравных и равных угловых скоростей. Промежуточные опоры карданной передачи. Правила сборки карданных

передач и уход за ними. Главные передачи: назначение и классификация. Одинарные и двойные передачи. Разнесенные передачи. Центральная и колесная части главной передачи. Неисправности, регулировки и уход за главной передачей.

Дифференциалы, межколесные и межосевые. Назначение, классификация, устройство и принцип действия дифференциала. Дифференциалы повышенного трения, блокируемые и самоблокирующиеся. Передачи с муфтами свободного хода. Неисправности, регулировки и уход за дифференциалами. Приводы ведущих колес. Назначение полуосей, их классификация по нагрузкам. Тандемные тележки. Механизмы поворота гусеничных машин. Фрикционные и планетарные механизмы поворота. Бортовые передачи гусеничных машин. Неисправности, регулировки и уход за механизмами поворота.

Литература: [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 14]

При изучении конструктивных особенностей трансмиссий лесотранспортных машин необходимо знать назначение силовой передачи и ее основные функции. Следует уметь выполнять компоновку трансмиссии колесных и гусеничных машин в зависимости от числа ведущих осей, типа движителя, условий эксплуатации.

Особое внимание следует уделить изучению конструкций механической, гидромеханической и гидростатической трансмиссии и знать преимущества и недостатки данных силовых передач, а также область применения различных видов передач в современных лесотранспортных машинах. Следует детально рассмотреть назначение и особенности устройства отдельных узлов трансмиссии: сцепления, коробки передач, раздаточной коробки, карданной и главной передач, бортовой передачи, привода к ведущим колесам и звездочкам – на примерах современных моделей лесовозных автомобилей и трелевочных тракторов.

Необходимо ознакомиться с конструктивными особенностями узлов, входящих в состав трансмиссии. Изучение каждого узла трансмиссии необходимо производить в следующем порядке: назначение, классификация, принцип работы и особенности конструкции, действующие силы и пути совершенствования. При изучении конструкций муфты сцепления нужно рассмотреть особенности устройства и работы сцепления непостоянно и постоянно замкнутого типов.

При изучении конструкций коробок передач надо рассмотреть особенности устройства и работы автомобильных и тракторных коробок. При этом следует обратить особое внимание на устройства, об-

легчающие переключение передач (кулачковые муфты, синхронизаторы). Следует изучить назначение, устройство и работу фиксаторов, замков, тормозков, блокировочного механизма и др.

Далее следует ознакомиться с особенностями конструкции и областью применения раздаточных коробок блокированного и дифференциального типов. Необходимо уделить внимание изучению конструктивных схем главных передач машин с различной колесной формулой. Особое внимание надо уделить изучению устройства и свойств межколесного и межосевого дифференциалов.

При изучении кинематики дифференциала необходимо, пользуясь схемой сил и моментов, действующих на основные звенья симметричного дифференциала с коническими шестернями, вывести формулу, связывающую угловые скорости или числа оборотов правой и левой полуосей и корпуса дифференциала, выяснить, в каком соотношении подводимый к дифференциалу крутящий момент делится между полуосями и как изменяется распределение моментов при буксовании одного из колес. Следует рассмотреть варианты привода ведущих колес автомобиля и ведущих звездочек трактора, усвоить классификацию ведущих полуосей автомобилей в зависимости от характера передачи к ним крутящего момента, усилия от веса машины и боковых усилий. Также необходимо изучить особенности устройства и работы привода передних управляемых колес автомобилей повышенной проходимости.

Контрольные вопросы.

1. Назначение и классификация трансмиссий лесных машин.
2. Механическая, гидравлическая и электрическая передачи. Типовые схемы механической трансмиссии колесных и гусеничных лесных машин.
3. Сцепления: назначение, классификация и принцип действия.
4. Устройство дисковых сцеплений, их разновидности. Приспособления для плавного включения и полного выключения сцепления.
5. Приводы сцепления: механический и гидравлический; механизмы, облегчающие выключение сцепления (усилители).
6. Классификация и устройство автомобильных и тракторных коробок переключения передач. Прямая и повышающая передачи.
7. Механизмы переключения передач, применяемые на лесотранспортных машинах.
8. Гидрофицированные коробки передач с фрикционными муфтами.
9. Коробки передач с подвижными валами.
10. Раздаточные коробки блокированного и дифференциального типов. Назначение, конструкция, область применения.

11. Карданные передачи: назначение, классификация, устройство.

12. Карданные шарниры неравных и равных угловых скоростей.

13. Конструктивные особенности главных передач автомобилей и тракторов.

14. Конструкции одинарных и двойных главных передач. Разнесенные главные передачи.

15. Межколесные и межосевые дифференциалы. Назначение, классификация, устройство и принцип действия.

16. Дифференциалы повышенного трения, блокируемые и самоблокирующиеся.

17. Приводы ведущих колес. Назначение полуосей, их классификация по нагрузкам. Тандемные тележки лесотранспортных машин.

18. Фрикционные и планетарные механизмы поворота гусеничных машин. Бортовые передачи гусеничных машин.

Раздел 7. Гидромеханическая и гидрообъемная передача лесных машин

Гидромеханическая трансмиссия. Гидромуфта и гидротрансформатор. Коэффициент трансформации и КПД. Прозрачные и непрозрачные, комплексные гидротрансформаторы. Дополнительные коробки передач. Особенности тяговых характеристик машин с гидромеханическими передачами.

Гидрообъемные передачи. Регулируемые гидронасосы и гидродвигатели. Типовые схемы гидрообъемных передач лесных машин. Преимущества использования гидродинамической и гидрообъемной трансмиссий для лесосечных машин.

Литература: [1, 3, 4, 14]

При изучении гидромеханических и гидрообъемных передач лесных машин необходимо установить область их применения и преимущества перед механическими передачами. Необходимо ознакомиться с конструкциями гидротрансформаторов и гидромуфт, знать их основные кинематические и силовые характеристики (передаточное отношение, КПД, коэффициент трансформации). Следует детально изучить варианты конструкции гидрообъемных передач, применяемых на лесотранспортных машинах, к которым относятся регулируемые гидронасосы и гидродвигатели.

Необходимо знать особенности тяговых и тягово-динамических характеристик лесных машин с гидромеханической и гидростатической трансмиссиями.

Контрольные вопросы.

1. Гидромуфта и гидротрансформатор. Коэффициент трансформации и КПД.
2. Конструктивные особенности прозрачных, непрозрачных и комплексных гидротрансформаторов.
3. Гидрообъемные передачи. Регулируемые гидронасосы и гидродвигатели.
4. Типовые схемы гидрообъемных передач лесных машин.
5. Конструкция гидромеханической трансмиссии лесных машин.
6. Преимущества использования гидродинамической и гидрообъемной трансмиссий для лесосечных машин.

Раздел 8. Системы управления лесотранспортных машин

Рулевое управление. Кинематика поворота колесных машин. Типы рулевых механизмов и приводов колесных машин. Усилители рулевого привода. Передаточное отношение рулевого механизма. Механизмы поворота сочлененных машин. Гидрообъемные рулевые управления колесными и гусеничными машинами. Тенденции развития рулевого управления. Неисправности, регулировки и уход за рулевыми механизмами.

Тормозные системы. Классификация тормозных механизмов и приводов. Колодочные, ленточные и дисковые тормозы. Механические, гидравлические, пневматические и гидропневматические приводы. Торможение двигателем. Антиблокировочные и противобуксовочные системы. Неисправности, регулировки и уход за тормозной системой.

Литература: [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 14]

Изучение систем управления следует начать с ознакомления с основами теории поворота колесных и гусеничных машин. Необходимо рассмотреть схемы и кинематику поворота колесных машин с жесткой и шарнирно-сочлененной рамой, выяснив зависимость между углами поворота управляемых колес или полурам. Нужно изучить принципиальные схемы рулевого механизма с рассмотрением механизмов взаимодействия отдельных его деталей. Необходимо ознакомиться с конструкцией и принципом работы рулевой передачи, рулевого

привода и гидроусилителя, с основными правилами установки управляемых колес, усвоить, для какой цели делается продольный и поперечный наклон шкворня поворотных цапф, что представляет собой развал и сходимость управляемых колес и каково их назначение.

При изучении теории поворота гусеничных тракторов следует изучить силы и моменты, действующие на трактор при повороте. Далее необходимо ознакомиться с основными требованиями, предъявляемыми к механизмам поворота гусеничного трактора, усвоить основные особенности устройства и работы бортовых фрикционов и планетарных механизмов поворота.

Изучение механизмов управления заканчивается ознакомлением с тормозными системами автомобилей и тракторов. Необходимо знать назначение, классификацию и принцип работы тормозных механизмов и приводов. Необходимо иметь представление о назначении и принципах работы автоматического регулятора тормозных сил и антиблокировочного устройства, классификации тормозов-замедлителей и принципе работы моторного тормоза.

Контрольные вопросы.

1. Назначение и принцип действия рулевого управления колесных и гусеничных машин.

2. Типы рулевых механизмов и приводов колесных машин. Усилители рулевого привода.

3. Передаточное отношение рулевого механизма. Механизмы поворота сочлененных машин.

4. Конструктивные особенности гидрообъемных рулевых механизмов управления колесными и гусеничными машинами.

5. Назначение тормозных систем. Классификация тормозных механизмов.

6. Конструктивные особенности колодочных, ленточных и дисковых тормозов.

7. Классификация тормозных приводов. Механические, гидравлические, пневматические и гидропневматические приводы.

8. Назначение и конструктивные особенности антиблокировочных и противобуксовочных систем.

Раздел 9. Ходовая часть лесных машин

Ходовая часть. Несущие системы лесных машин: назначение и классификация. Несущие системы рамного и безрамного типов. Особенности конструкции несущих систем прицепных средств. Шарнирное сочленение полурам колесных лесосечных машин.

Подвеска: назначение и классификация. Устройство рессорно-пружинных, торсионных, пневматических и гидропневматических подвесок колесных и гусеничных машин. Назначение и устройство амортизаторов. Стабилизаторы поперечной устойчивости. Электронные системы управления подвеской. Неисправности и уход за подвеской.

Колеса и шины. Основные типы шин (камерные, бескамерные, арочные, с регулируемым давлением, со съемным протектором). Элементы и устройство основных типов шин. Маркировка шин. Способы улучшения тягово-сцепных свойств колесных движителей. Устройство гусеничного движителя. Улучшение ходовых качеств гусеничных машин. Неисправности, регулировки и уход за движителями лесных машин.

Литература: [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 14]

Изучение раздела следует начать со знакомства с общим устройством ходовой части колесных лесотранспортных машин. Необходимо изучить назначение, классификацию и принцип работы рамы, подвески, осей, колес и шин. Детально изучить конструктивные особенности применяемых устройств для снижения вибронагруженности оператора и снижения динамической нагруженности шасси и технологического оборудования. Затем следует приступить к изучению ходовой части гусеничных тракторов: рамы или остова, гусеничного движителя, подвески. Требуется внимательно рассмотреть устройство и работу полужесткой и эластичной подвесок, получивших широкое распространение на современных лесных колесных и гусеничных тракторах. В заключение следует ознакомиться с основными понятиями о плавности хода и колебаниях машины.

Раздел 10. Электрооборудование лесных машин

Электрооборудование лесных машин. Источники питания и регулирование их совместной работы. Аккумуляторные батареи. Принцип действия, устройство и классификация. Генераторы. Особенности устройства и принципов работы. Реле-регуляторы.

Система освещения (лампы, фары, переключатели), приборы световой и звуковой сигнализации. Контрольно-измерительные приборы. Электрические измерительные приборы. Типовые схемы электрооборудования. Электронные системы на автомобиле. Неисправности, регулировки и уход за электрооборудованием.

Литература: [1, 2, 3, 4, 5, 8, 9]

Изучение раздела следует начать со знакомства с источниками питания, применяемыми на лесотранспортных машинах. Необходимо ознакомиться с конструкцией, классификацией и принципом действия аккумуляторных батарей и генераторов. Уделить внимание изучению последовательности проведения работ по обслуживанию аккумуляторных батарей.

Изучить назначение и конструктивные особенности контрольно-измерительных и электрических измерительных приборов. Усвоить назначение системы освещения (лампы, фары, переключатели), приборов световой и звуковой сигнализации. Ознакомиться с типовыми схемами электрооборудования. Уделить внимание возможным неисправностям, регулировкам и уходу за электрооборудованием лесотранспортных машин.

Контрольные вопросы.

1. Аккумуляторные батареи. Принцип действия, устройство и классификация.

2. Электрооборудование лесных машин. Генераторы: особенности устройства и принципов работы. Реле-регуляторы.

3. Система освещения, приборы световой и звуковой сигнализации. Контрольно-измерительные приборы.

4. Электрические измерительные приборы. Типовые схемы электрооборудования.

Раздел 11. Перспективы развития конструкций лесных машин. Прицепной состав

Пути совершенствования колесных и гусеничных лесных машин. Прицепной состав. Прицепы-ропуски. Устройство и характеристики прицепов и полуприцепов. Активизация прицепных звеньев.

Литература: [1, 2, 3, 7, 11, 13]

При изучении данного раздела необходимо установить пути совершенствования лесотранспортных машин путем применения гидромеханических и гидростатических трансмиссий, позволяющих плавно изменять скорости движения и тяговые усилия, развиваемые двигателями. Особое внимание следует уделить изучению конструктивных особенностей технологического оборудования, применяемого на современных трелевочных тракторах и лесовозных автопоездах. Необходимо ознакомиться с устройством и характеристиками прицепов и полуприцепов, возможными вариантами активизации прицепных звеньев.

Контрольные вопросы.

1. Основные пути совершенствования лесотранспортных машин.
2. Технологическое оборудование колесных и гусеничных трелевочных тракторов.
3. Технологическое оборудование лесных погрузочно-транспортных машин.
4. Прицепной состав лесовозных автопоездов.
5. Применяемые схемы активизации прицепных звеньев лесотранспортных машин.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

2.1. Общие указания

При изучении курса «Лесотранспортные машины» студент выполняет две контрольные работы, которые состоят из ответов на вопросы. Каждая контрольная работа предусматривает рассмотрение двух вопросов по устройству и принципу работы систем и механизмов двигателя и агрегатов трансмиссии и органов управления лесной машины. Выполнение контрольных работ является ответственным этапом самостоятельной работы студента над курсом.

На все вопросы, поставленные в задании, необходимо своими словами в сжатом виде дать последовательные и исчерпывающие ответы, иллюстрируя текст в необходимых случаях рисунками и схемами. Не допускается дословное переписывание текста из книг и других источников информации. Все схемы и рисунки должны иметь пояснения в тексте и быть с ними органически связанными.

В конце работы помещается список использованной литературы. Задания на контрольные работы разработано в десяти вариантах, студент выполняет тот вариант, номер которого совпадает с последней цифрой номера зачетной книжки. Контрольные задания и исходные данные для их выполнения приведены в таблицах приложения П.1 и П.2.

2.2. Указания к выполнению контрольной работы № 1

Выполняя контрольную работу № 1, студент имеет дело с конкретной маркой лесной машины (трактора): лесотранспортной или лесозаготовительной. Это дает возможность более глубоко ознакомиться с указанной машиной и облегчает подбор необходимой для выполнения контрольной работы литературы. Исходные данные по вариантам для выполнения контрольной работы № 1 приведены в табл. П.1.

При ответе на первый вопрос необходимо соблюдать следующую последовательность:

1. Указать назначение и область применения машины.
2. Привести компоновочную схему машины с указанием основных укрупненных ее элементов и технологического оборудования.
3. Пользуясь методическими указаниями [2] (с. 32), привести принципиальную компоновочную схему трансмиссии машины.
4. Составить таблицу с основными техническими характеристиками машины (не менее 12 показателей).

Работа над вторым вопросом заключается в изучении механизмов или систем двигателя внутреннего сгорания. В частности, при изучении отдельных механизмов, систем или приборов и агрегатов двигателя необходимо обратить внимание на следующие основные моменты:

- при рассмотрении конструкции кривошипно-шатунного механизма (КШМ) показать на схеме, под какими углами расположены кривошипы коленчатого вала, пояснив, чем вызвано такое расположение;

- при рассмотрении газораспределительного механизма (ГРМ) указать особенности в конструкциях впускного и выпускного клапанов, пояснив, чем это вызвано. Привести диаграмму фаз газораспределения;

- при рассмотрении системы охлаждения необходимо составить принципиальную схему системы и указать пути циркуляции жидкости в период прогрева и на прогревом двигателе, пояснив, для чего это необходимо и за счет чего достигается;

- при рассмотрении смазочной системы на принципиальной схеме указать пути подвода смазочного масла к подшипникам коленчатого и распределительного валов, деталям газораспределения, поршневому пальцу и т. п. Указать места установки защитных клапанов смазочной системы и применяемые масла;

- при рассмотрении систем питания необходимо указать основные требования к моторному топливу и его марки. Привести принципиальную схему системы питания с указанием основных агрегатов.

- при изучении системы питания дизельного двигателя внимание уделить работе топливного насоса высокого давления (рассмотреть принцип регулирования подачи топлива в цилиндры двигателя, показав на схеме плунжерную пару в трех положениях: заполнение, начало подачи топлива и конец подачи топлива);

- при изучении системы питания бензинового (карбюраторного) двигателя привести схемы главного дозирующего устройства и системы холостого хода, выполнить описание их работы и дать характеристику топливных смесей, которые они готовят;

- при рассмотрении системы зажигания бензинового двигателя на принципиальной схеме нанести пути тока в первичной и вторичной цепях; описать процессы, проходящие в первичной и вторичной обмотках катушки зажигания при замыкании и размыкании контактов прерывателя; пояснить роль конденсатора и вариатора (добавочного резистора) в работе системы зажигания; описать устройство и принцип работы механизмов и устройств автоматического и ручного регулирования угла опережения зажигания;

- при описании системы зажигания от магнето высокого напряжения следует указать на принципиальной схеме: пути тока низкого и высокого напряжения; процессы, происходящие в трансформаторе магнето при замыкании и размыкании контактов прерывателя; момент наивыгоднейшего размыкания контактов прерывателя.

2.3. Указания к выполнению контрольной работы № 2

Контрольная работа № 2 заключается в описании устройства и работы агрегатов трансмиссии и механизмов управления лесной машины. При рассмотрении первого вопроса контрольной работы необходимо придерживаться следующей последовательности:

- изложить назначение конкретного агрегата трансмиссии лесной машины и его классификационные признаки;
- привести кинематическую схему агрегата трансмиссии и указать пути передачи крутящего момента;
- перечислить основные детали, входящие в состав агрегата трансмиссии, и пояснить принцип работы с использованием кинематической схемы.

Работа над вторым вопросом контрольной работы заключается в изучении устройства и принципов работы механизмов и агрегатов органов управления или несущей системы машины. Изучая органы управления (тормозная система, рулевое управление и т. п.), необходимо привести принципиальные схемы и дать описание работы в целом всей системы или отдельных ее агрегатов. При рассмотрении ходовой части необходимо описать отдельно назначение рамы, элементов подвески и движителя лесной машины.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Исходные данные для выполнения контрольной работы № 1

Вариант	Задание
1	1. Трелевочный трактор ТТР-401
	2. Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д-240
2	1. Трелевочный трактор ТТР-402
	2. Газораспределительный механизм двигателя Д-240
3	1. Трелевочный трактор ТЛТ-100 (ТДТ-55А)
	2. Система питания двигателя Д-240
4	1. Трелевочный трактор ЛТ-171А
	2. Система питания двигателя СМД-62
5	1. Лесовозный тягач МАЗ-5434
	2. Система охлаждения двигателя ЯМЗ-236
6	1. Трактор Т-157
	2. Смазочная система дизеля А-41
7	1. Трелевочный трактор ТТ-4
	2. Система зажигания двигателя ЗиЛ
8	1. Лесовозный тягач Урал-43204
	2. Каскадная система пуска дизельного двигателя СМД-62
9	1. Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354
	2. Смазочная система двигателя Д-240
0	1. Лесная погрузочно-разгрузочная машина МЛПР-394
	2. Система питания карбюраторного двигателя ЗиЛ

Исходные данные для выполнения контрольной работы № 2

Вариант	Задание
1	1. Коробка передач трактора МТЗ-82
	2. Рулевое управление автомобиля МАЗ
2	1. Раздаточная коробка привода переднего моста трактора МТЗ-82
	2. Тормозная система грузового автомобиля с гидравлическим приводом
3	1. Ведущий мост трактора ТЛТ-100
	2. Рулевое управление грузового автомобиля с гидроусилителем
4	1. Раздаточная коробка автомобиля МАЗ-5434
	2. Рулевое управление трактора Т-150К
5	1. Задний ведущий мост автомобиля МАЗ-5434
	2. Тормозная система трехосного автомобиля (КамАЗ)
6	1. Коробка передач трактора Т-150К
	2. Ходовая часть трактора МТЗ
7	1. Ведущий мост трактора ТТ-4
	2. Ходовая часть автомобиля МАЗ-5434
8	1. Коробка передач трактора ТЛТ-100
	2. Тормозная система грузового автомобиля с пневматическим приводом
9	1. Коробка передач автомобиля МАЗ-5434
	2. Тормозная система трактора Т-150К
0	1. Передний ведущий мост автомобиля МАЗ-5434
	2. Ходовая часть трактора ТЛТ-100

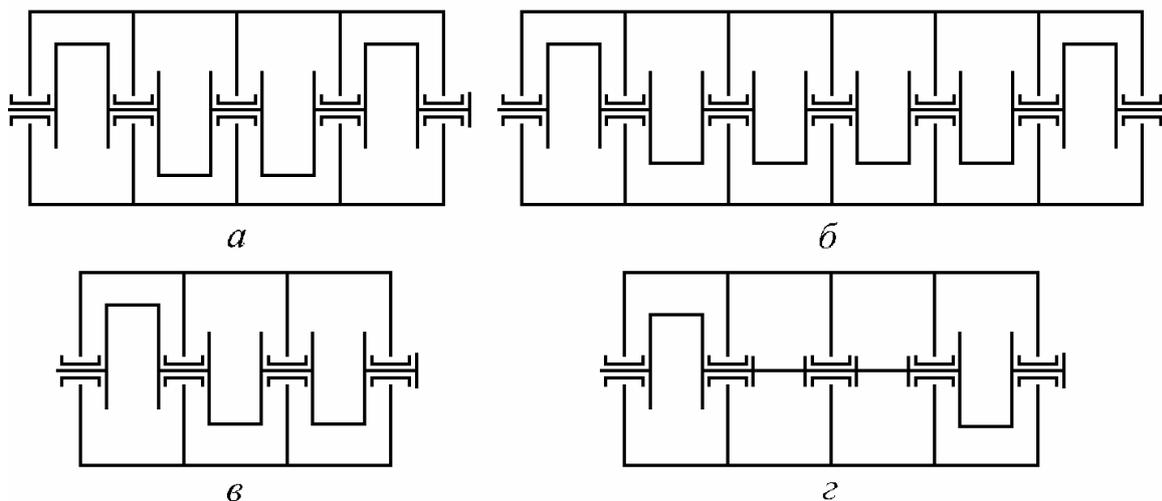


Рис. П.1. Схемы коленчатых валов
4-тактных двигателей:

a – 4-цилиндровый рядный; *б* – 6-цилиндровый рядный;
в – 6-цилиндровый V-образный; *z* – 8-цилиндровый V-образный

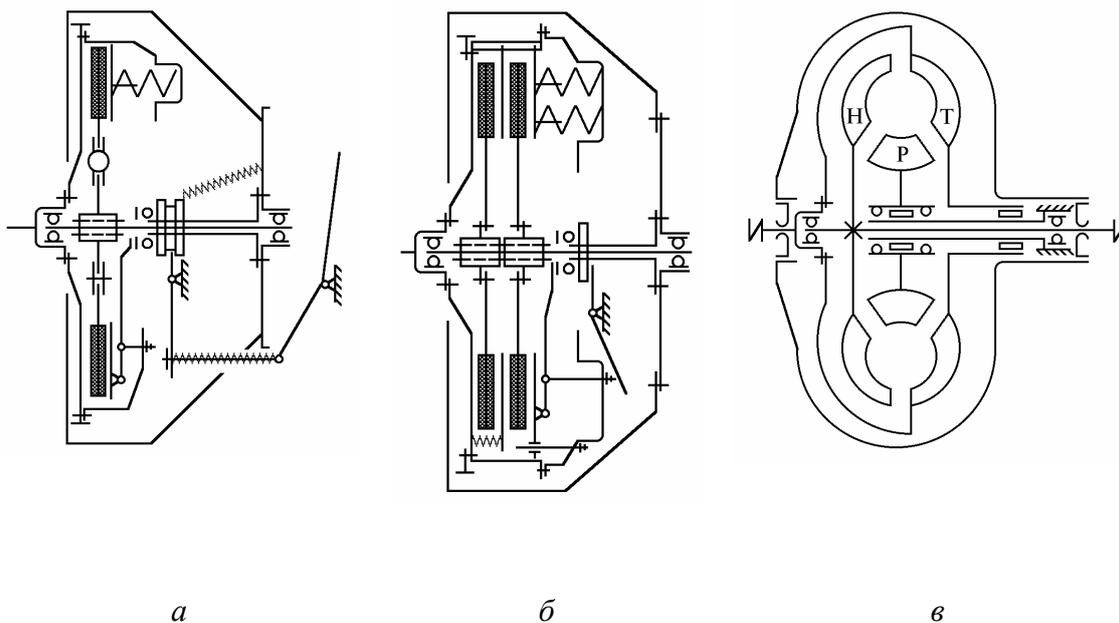


Рис. П.2. Муфты сцепления:

a – однодисковая муфта сцепления с демпфером;
б – двухдисковая муфта сцепления; *в* – гидротрансформатор:
Н – насосное колесо;
Т – турбинное колесо;
Р – реакторное колесо

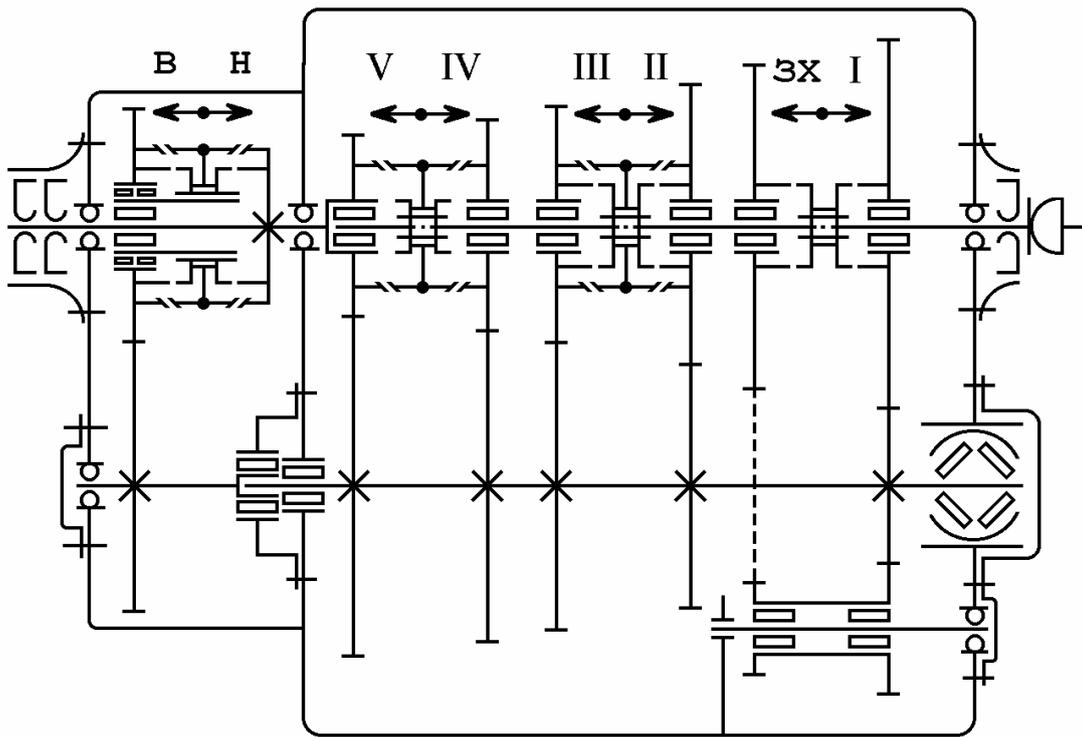


Рис. П.3. Автомобильная 10-ступенчатая коробка передач с делителем

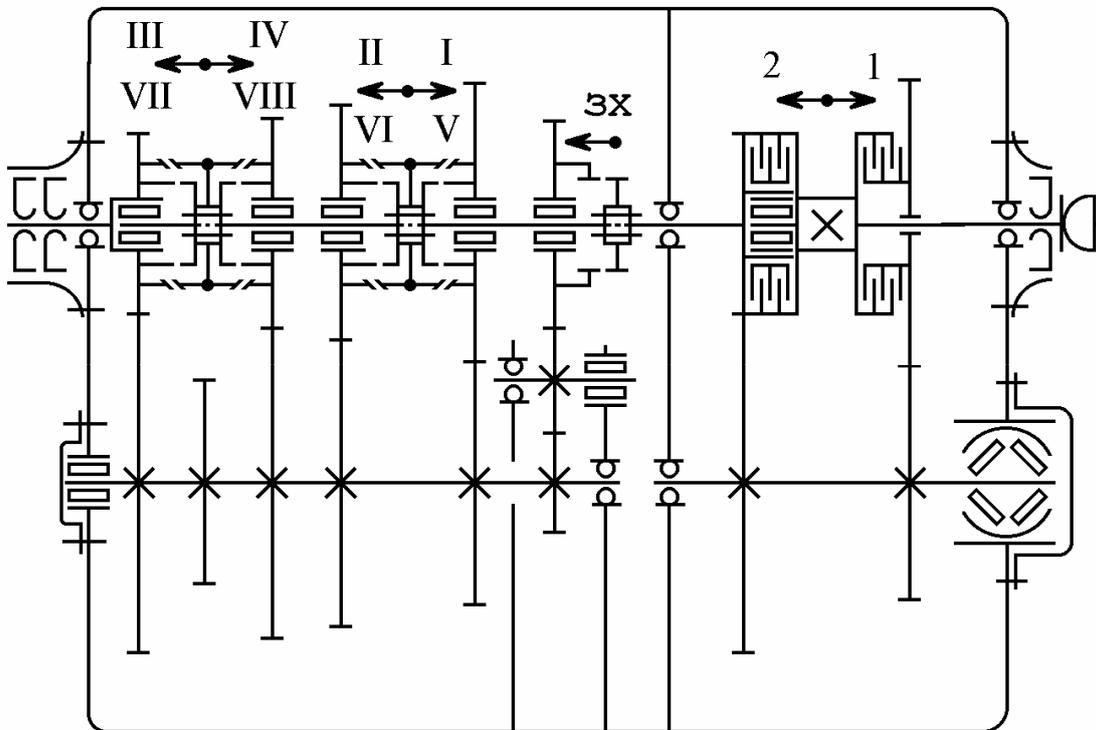


Рис. П.4. Автомобильная 8-ступенчатая коробка передач

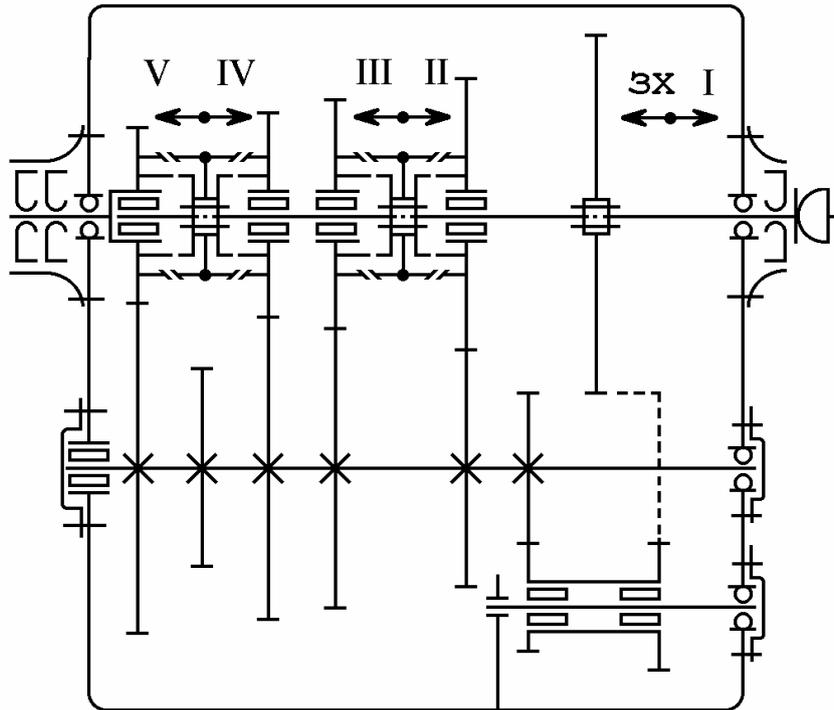


Рис. П.5. Автомобильная 5-ступенчатая коробка передач

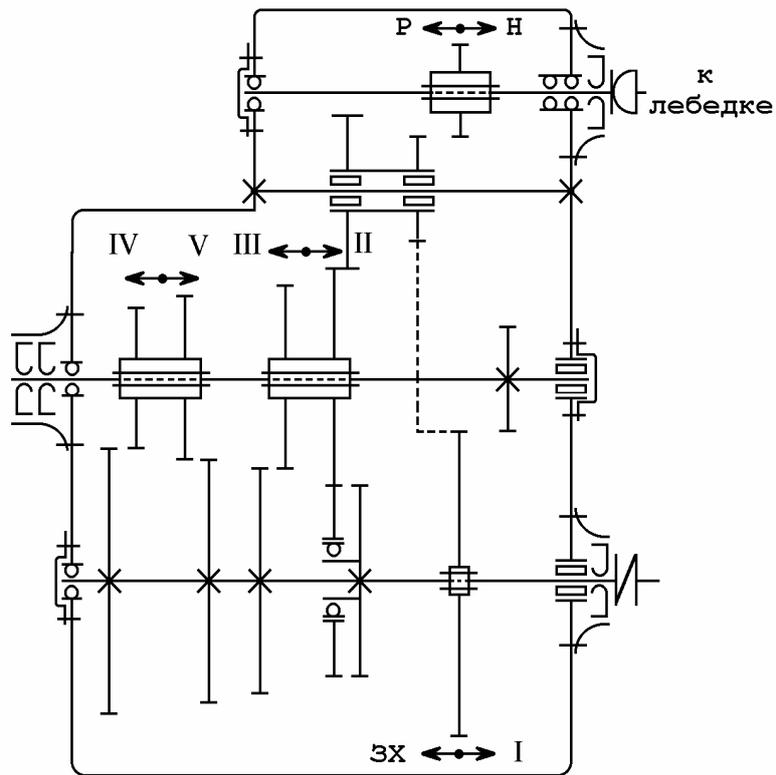


Рис. П.6. Тракторная 5-ступенчатая коробка передач

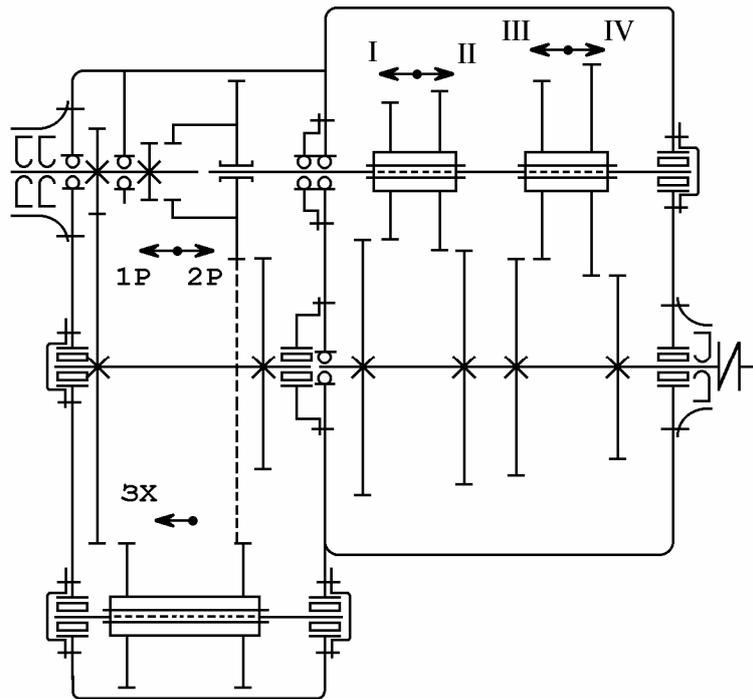


Рис. П.7. Тракторная 2-режимная 4-ступенчатая коробка передач

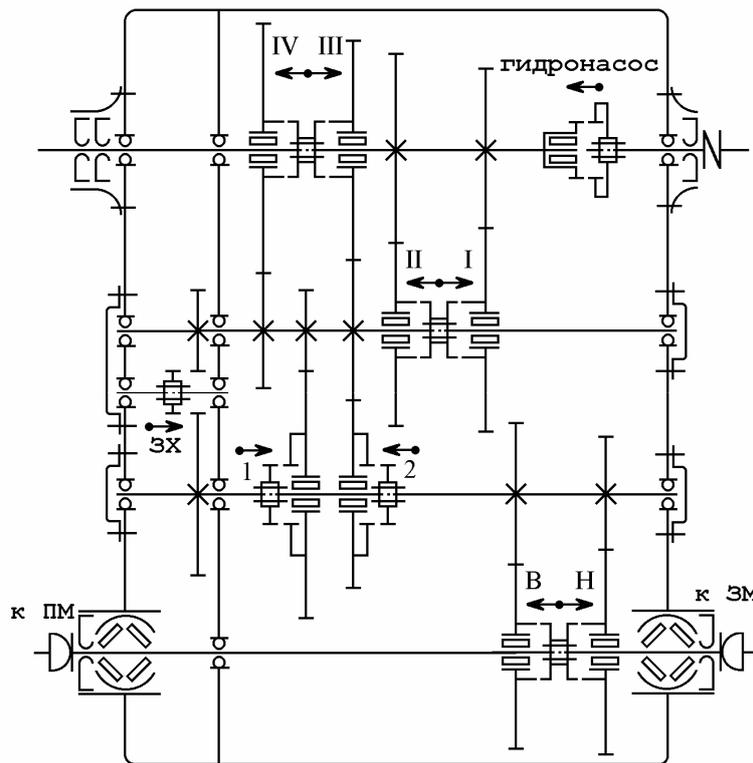


Рис. П.8. Тракторная 2-диапазонная 2-режимная 4-ступенчатая коробка передач с переключением зубчатыми муфтами

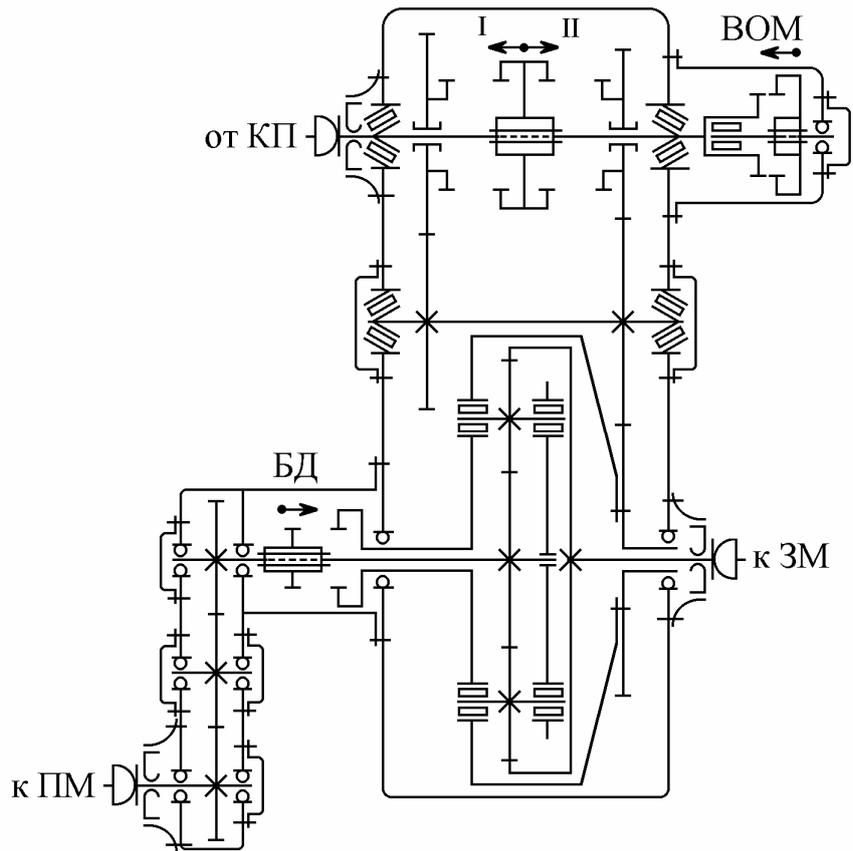


Рис. П.9. Раздаточная коробка с дифференциальным приводом ведущих мостов

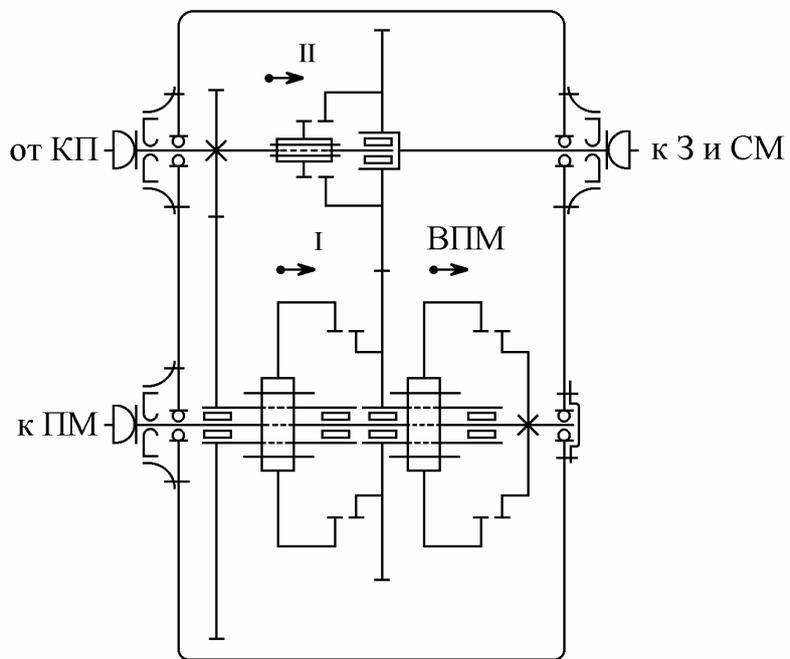


Рис. П.10. Раздаточная коробка с блокированным приводом ведущих мостов

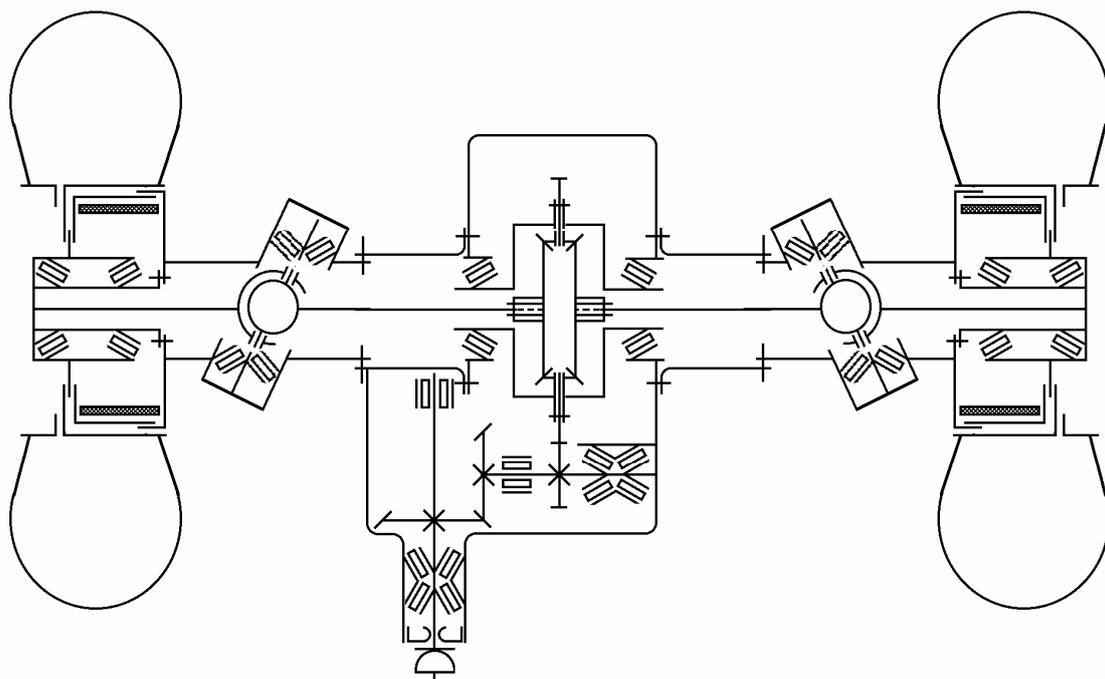


Рис. П.11. Передний ведущий мост автомобиля с двойной главной передачей и карданным шарниром равных угловых скоростей

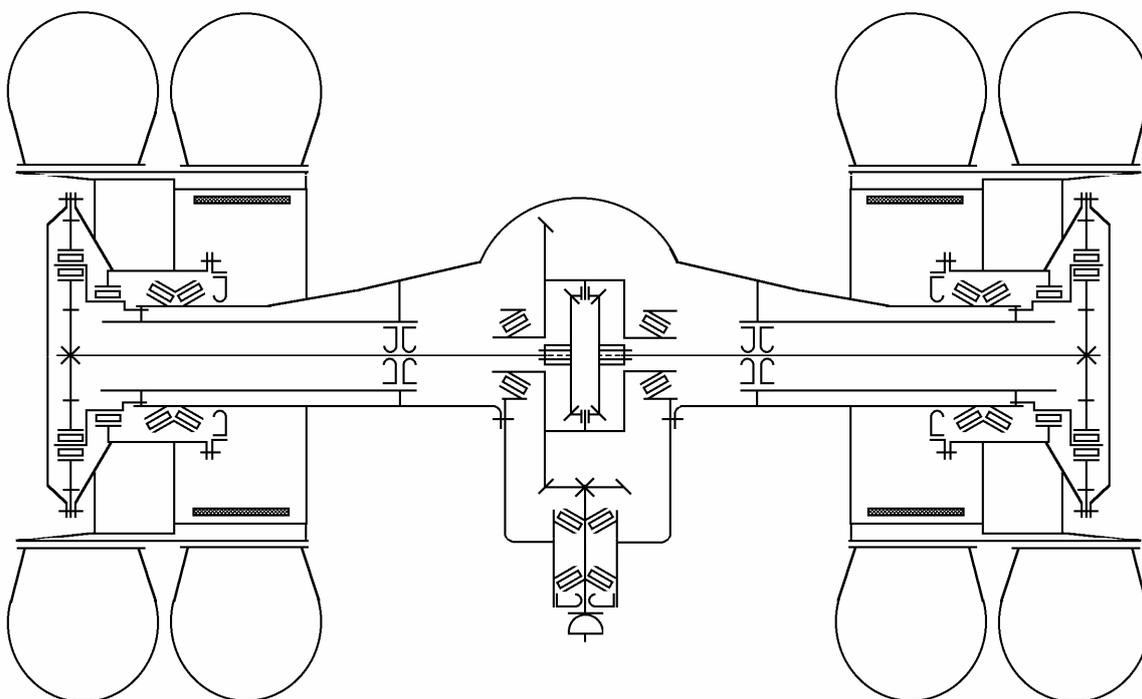


Рис. П.12. Задний ведущий мост автомобиля с одинарной главной передачей и планетарной колесной передачей

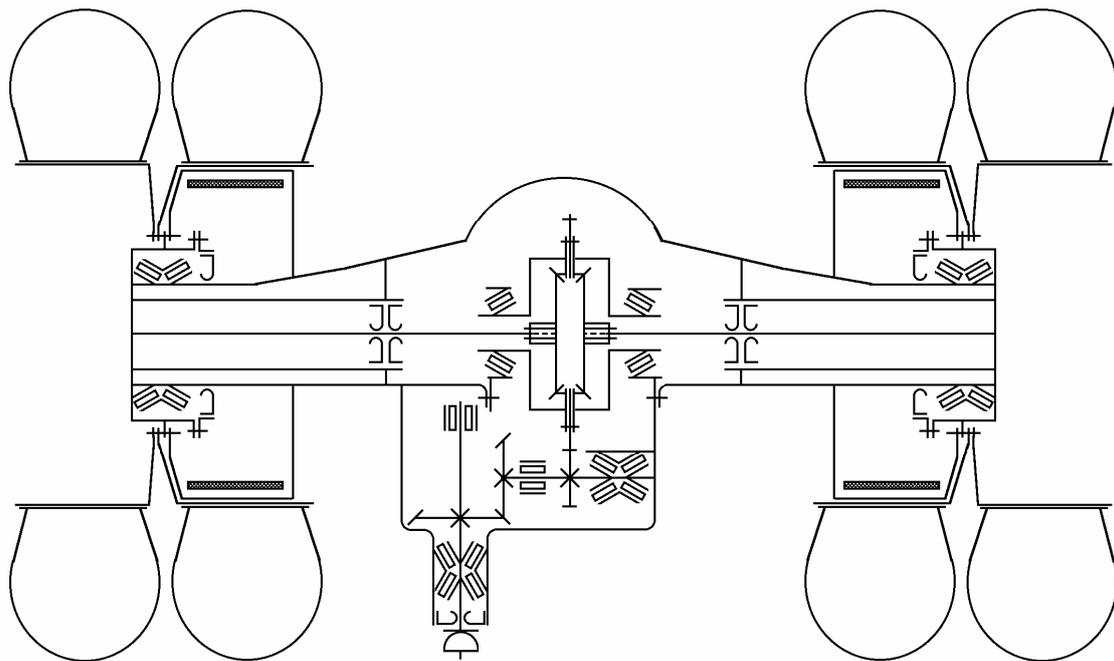


Рис. П.13. Задний ведущий мост автомобиля с двойной главной передачей

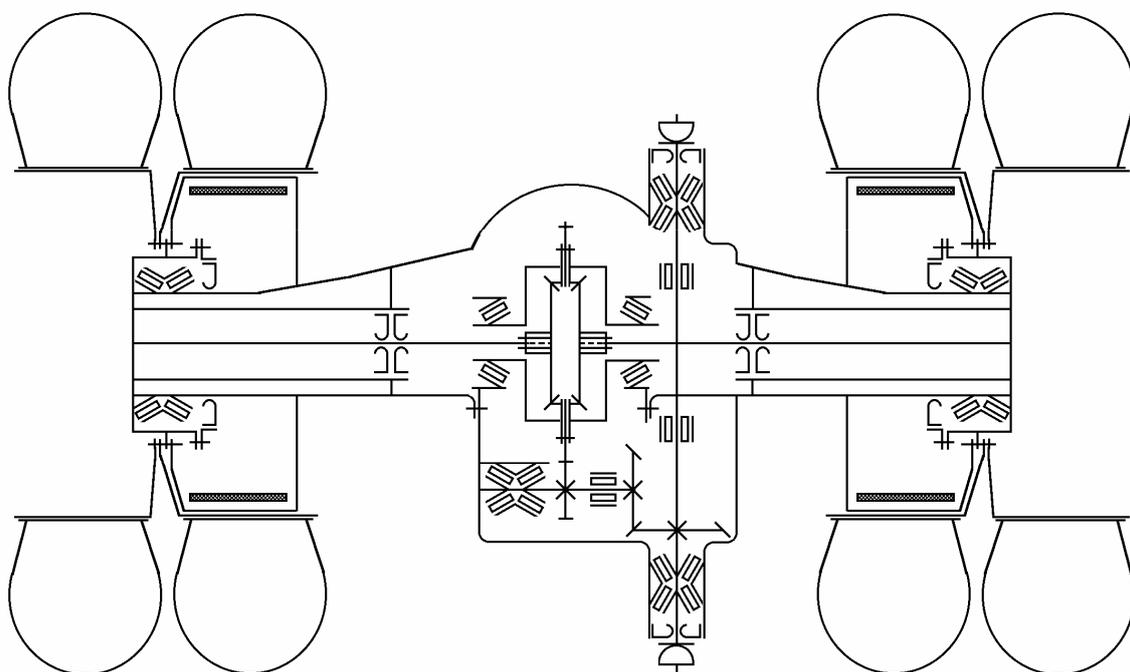


Рис. П.14. Средний ведущий мост автомобиля с двойной главной передачей и проходным валом

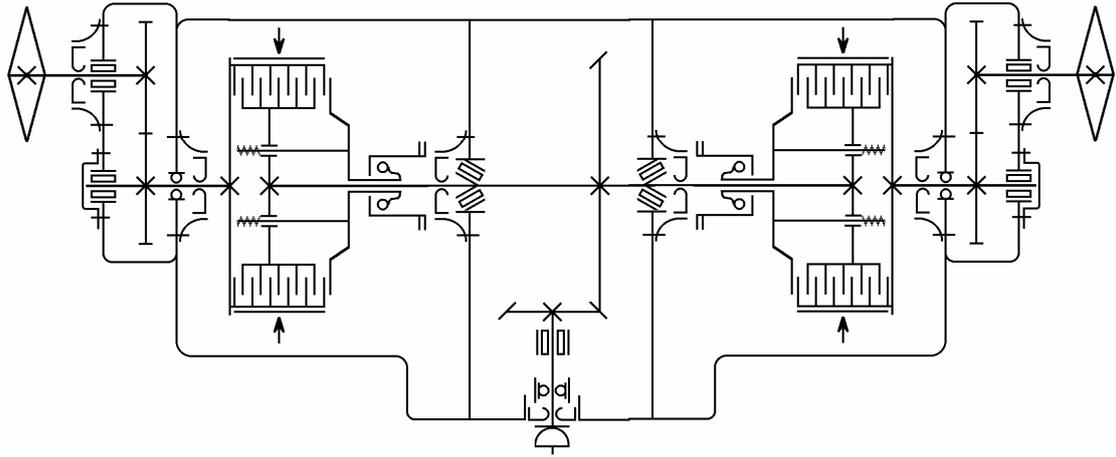


Рис. П.15. Задний мост гусеничного трактора с фрикционными муфтами поворота

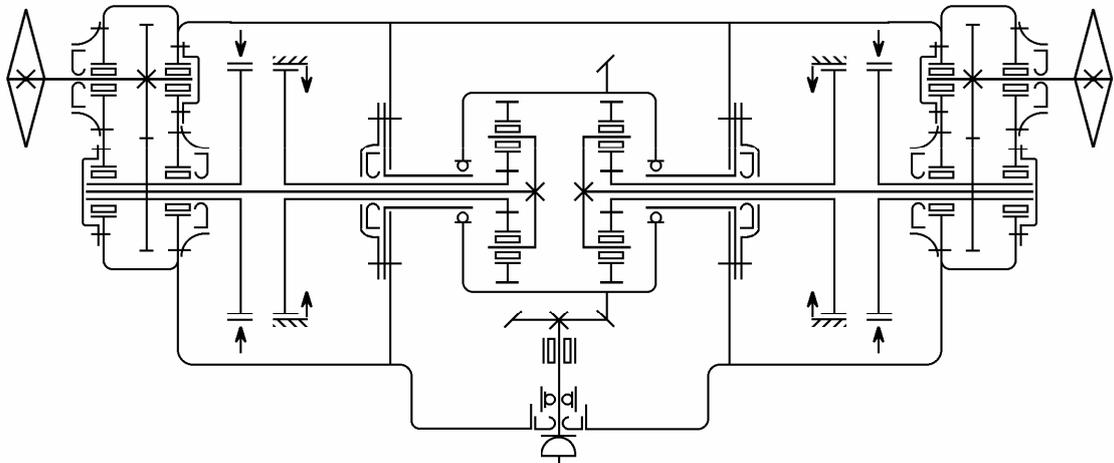


Рис. П.16. Задний мост гусеничного трактора со сдвоенным планетарным механизмом поворота

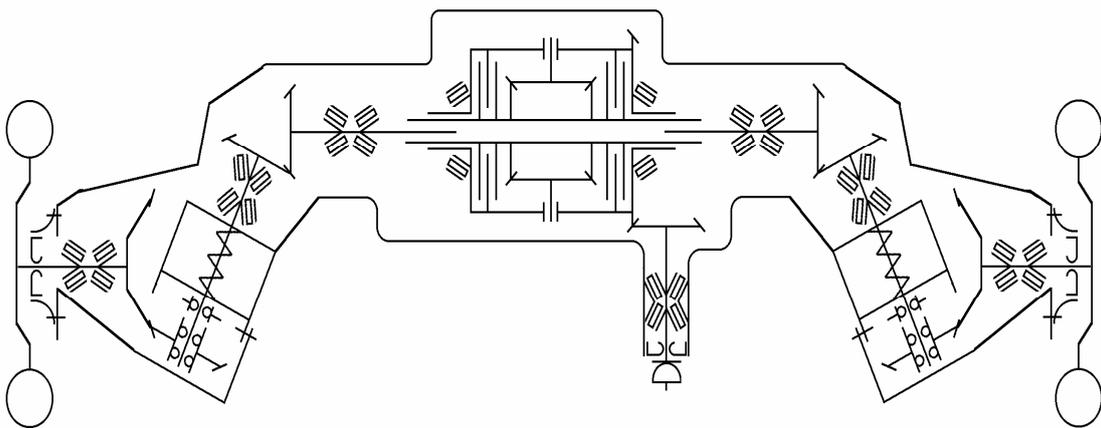


Рис. П.17. Передний ведущий мост колесного трактора

ЛИТЕРАТУРА

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. Мащенко, 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения	3
1. Указания по разделам курса.....	5
Раздел 1. Общие сведения о лесотранспортных машинах.....	5
Раздел 2. Основы теории поршневых двигателей внутреннего сгорания.....	6
Раздел 3. Механизмы автотракторных двигателей.....	7
Раздел 4. Системы автотракторных двигателей.....	9
Раздел 5. Совершенствование поршневых ДВС и перспективные типы двигателей.....	12
Раздел 6. Трансмиссия лесотранспортных машин.....	13
Раздел 7. Гидромеханическая и гидрообъемная передача лесных машин.....	16
Раздел 8. Системы управления лесотранспортных машин.....	17
Раздел 9. Ходовая часть лесных машин.....	19
Раздел 10. Электрооборудование лесных машин.....	19
Раздел 11. Перспективы развития конструкций лесных машин. Прицепной состав.....	20
2. Контрольные задания.....	22
2.1. Общие указания.....	22
2.2. Указания к выполнению контрольной работы № 1.....	22
2.3. Указания к выполнению контрольной работы № 2.....	24
Приложение	25
Литература.....	36

ЛЕСОТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

Составители:

Гороновский Андрей Романович

Лой Владимир Николаевич

Пищов Сергей Николаевич

Редактор *М. В. Лобач*

Компьютерный набор и верстка *С. Н. Пищов, М. В. Лобач*

Подписано в печать 29.09.2010. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 2,2. Уч.-изд. л. 2,3.
Тираж 65 экз. Заказ .

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.