

МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

В. В. Крудышев, Т. А. Яковенко, С. В. Балаба

ПОЖАРНАЯ, СПЕЦИАЛЬНАЯ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Проектирование параметров совместной работы автомобиля и пожарного насоса

Учебно-методическое пособие

Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность

Екатеринбург
2022

УДК 62-84
ББК 39.33-08
К84

Авторы:
В. В. Крудышев, заместитель начальника кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России, канд. с.-х. наук, доцент (гл. 1, 3);
Т. А. Яковенко, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук (гл. 2);
С. В. Балаба, старший преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России (гл. 4).

Крудышев, В. В.
К84 Пожарная, специальная и аварийно-спасательная техника. Проектирование параметров совместной работы автомобиля и пожарного насоса : учебно-методическое пособие: специальность 20.05.01 Пожарная безопасность / В. В. Крудышев, Т. А. Яковенко, С. В. Балаба. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 89 с.

Учебно-методическое пособие содержит теоретический материал, справочные данные, методику выполнения расчетов с примерами и задания на курсовое проектирование.
Издание предназначено для организации и выполнения курсового проектирования по дисциплине «Пожарная, специальная и аварийно-спасательная техника», а также методической помощи обучающимся Уральского института ГПС МЧС России по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность.

УДК 62-84
ББК 39.33-08

ISBN …

© Уральский институт
ГПС МЧС России, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 5
ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 8
1.1 Общее описание курсового проекта 8
1.2 Требования к оформлению курсового проекта 10
1.3 Варианты заданий для курсового проекта 14
ГЛАВА 2. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРАНСМИССИИ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ 22
2.1 Общие сведения о выполнении кинематических схем 22
2.2 Примеры кинематических схем элементов трансмиссии 24
ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ 33
3.1 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя 35
3.2 Расчет тяговых характеристик автомобиля 37
3.3 Расчет динамической характеристики автомобиля 41
3.4 Расчет ускорения автомобиля 44
ГЛАВА 4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПОЖАРНОГО НАСОСА 48
4.1 Назначение и устройство дополнительной трансмиссии 48
4.2 Методика выполнения расчета 50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 56
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Образец оформления титульного листа 58
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Образец оформления задания на курсовой проект 59
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Пример выполнения принципиальной кинематической схемы 61
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расположение основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах 62
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Оформление основных надписей 63
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Примеры библиографических записей 65
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Справочные данные 66
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Пример конструкции дополнительной трансмиссии 76
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Условные обозначения элементов кинематических схем 77

ВВЕДЕНИЕ

Пожарный автомобиль (ПА) – это оперативное транспортное средство на базе автомобильного шасси, которое оснащено пожарно-техническим оборудованием и снаряжением и используется для проведения пожарно-спасательных работ при тушении пожаров и ликвидации ЧС.

Многие пожарные автомобили оснащаются специальными агрегатами, позволяющими выполнять различные функции: генераторы для обеспечения энергией места выполнения работ и освещения в темное время суток, гидравлические насос и двигатель для привода автолестницы или коленчатого подъемника, дымосос для удаления продуктов горения с путей эвакуации и т. п.

Наиболее распространенным пожарным автомобилем является автоцистерна, поскольку применяется при тушении большинства пожаров. Пожарная автоцистерна служит для доставки личного состава, пожарно-спасательного оборудования и огнетушащих веществ к месту пожара или ЧС. Пожарные автоцистерны оснащаются различным противопожарным оборудованием и пожарным центробежным насосом.

Центробежные пожарные насосы применяются во всем мире для оснащения пожарных автомобилей и подачи огнетушащих веществ, поскольку при относительной простоте конструкции, небольшой металлоемкости и габаритных размерах обладают высокими значениями подачи и развиваемого давления.

Современная отечественная и зарубежная промышленность выпускает пожарные насосы различных моделей, конструкций, назначения и с широким диапазоном параметров. Но для установки насоса или другого специального агрегата на базовое шасси автомобиля требуется выполнить расчет параметров совместной работы системы *двигатель – трансмиссия – спецагрегат*. Этот расчет лежит в основе курсового проекта.

Курсовой проект является составной частью учебно-методического комплекса дисциплины «Пожарная, специальная и аварийно-спасательная техника» и предназначен для методической и теоретической помощи обучающимся в вопросах изучения конструкции и технических характеристик пожарной и аварийно-спасательной техники, правил ее безопасной эксплуатации и ремонта.

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта содержит исходные данные по вариантам заданий, требования по выполнению и оформлению курсового проекта, теоретический материал и алгоритмы расчета, которые в совокупности позволяют понять и наглядно представить взаимосвязь силовых и специальных агрегатов пожарных автомобилей. Получаемые знания и умения необходимы для формирования специалиста с необходимым уровнем инженерных знаний.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Автотранспортное средство (АТС) – устройство, приводимое в движение двигателем и предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем, а также имеющее массу в снаряженном состоянии более 400 кг.

Базовое шасси – колесное шасси, специально изготовленное либо серийно выпускаемое, предназначенное для размещения на нем составных частей пожарного автомобиля.

Геометрическая высота всасывания: Расстояние по вертикали от горизонтальной оси насоса до уровня поверхности жидкости в водоеме.

Главный параметр ПА – один из основных (базовых) параметров, определяющих функциональное назначение пожарного автомобиля, который отличается стабильностью при технических усовершенствованиях и служит для определения числовых значений других основных параметров.

Исправное состояние АТС – состояние, соответствующее всем требованиям нормативных документов, предъявляемым к конструкции и техническому состоянию АТС.

Изменение конструкции АТС – исключение предусмотренных или установка не предусмотренных конструкцией АТС составных частей и предметов оборудования, влияющих на его характеристики безопасности.

Комбинированный пожарный насос – пожарный насос, состоящий из ступеней (насосов) нормального и высокого давления.

Коэффициент полезного действия (КПД) – показатель эффективности действия механизма, определяемый как отношение работы, совершаемой механизмом, к работе, затраченной на его функционирование.

Масса транспортного средства в снаряженном состоянии (снаряженная масса) – масса порожнего транспортного средства с кузовом и сцепным устройством в случае тягача или масса шасси с кабиной, если завод-изготовитель не устанавливает кузов и (или) сцепное устройство, включая массы охлаждающей жидкости, масла, 90 % топлива, 100 % других жидкостей (за исключением использованной воды), инструментов, запасного колеса, массу водителя (75 кг) и – для городских и междугородных автобусов – массу члена экипажа (75 кг), если в транспортном средстве предусмотрено для него сиденье.

Насосная установка – пожарный насос с коммуникациями всасывания, нагнетания, забора, смешения и дозирования пенообразователя.

Негабаритные АТС – автотранспортные средства, движение которых по дорогам допускается только по специальным правилам ввиду превышения габаритами и (или) осевой массой установленных ограничений.

Номинальная подача насосной установки – подача насосной установки с геометрической высоты всасывания 3,5 м при заданных величинах напора и частоты вращения рабочего колеса (колес) насоса.

Номинальный напор насоса – напор, обеспечивающий номинальную подачу при номинальной частоте вращения рабочего колеса насоса.

Номинальная частота вращения – частота вращения рабочего колеса насоса при номинальной подаче.

Общий запас огнетушащих веществ (ОТВ)– суммарное количество ОТВ любого вида, вывозимых на пожарном автомобиле.

Осевая масса – масса, соответствующая статической вертикальной нагрузке, передаваемой осью на опорную поверхность, обусловленная конструкцией оси и транспортного средства и установленная изготовителем транспортного средства.

Основной пожарный автомобиль – пожарный автомобиль, предназначенный для доставки личного состава на место тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ с помощью вывозимых на нем огнетушащих веществ и пожарного оборудования, а также для подачи к месту пожара огнетушащих веществ от других источников.

Пожарный автомобиль – пожарная машина на базе автомобильного шасси, оснащенная пожарно-техническим вооружением с учетом целевого применения и предназначенная для доставки личного состава пожарных подразделений и запаса огнетушащих веществ (в некоторых типах ПА) на место тушения пожара и (или) проведения аварийно-спасательных работ.

Пожарная надстройка – совокупность смонтированных на базовом шасси специальных агрегатов и коммуникаций для подачи огнетушащих веществ, емкостей для огнетушащих веществ, отсеков кузова для размещения пожарно-технического вооружения.

Пожарно-техническое вооружение (ПТВ) – комплект, состоящий из пожарного оборудования, аварийно-спасательного инструмента, пожарных спасательных устройств, средств индивидуальной защиты, технических устройств для конкретных ПА в соответствии с их назначением.

Пожарный насос нормального давления – одно- или многоступенчатый пожарный насос, обеспечивающий подачу воды и огнетушащих растворов при давлении на выходе до 1,6 МПа.

Пожарный насос высокого давления – многоступенчатый пожарный центробежный насос, работающий в диапазоне давлений от 2 до 5 МПа (от 20 до 50 кгс/см).

Полная масса автомобиля – сумма снаряженной массы автомобиля и масса перевозимого им личного состава, включая водителя, ОТВ, пожарно-техническое вооружение, заявленная предприятием-изготовителем ПА в нормативной документации.

Разрешенная максимальная масса – максимальная масса снаряженного АТС с грузом (пассажирами), установленная изготовителем в качестве максимально допустимой согласно эксплуатационной документации.

Рабочее давление – давление перед пожарным стволом (лафетным, ручным и т. п.), обеспечивающее заданные параметры этого механизма.

Специальные пожарные автомобили – пожарные автомобили, предназначенные для выполнения специальных работ при пожаре.

Салон ПА – внутреннее пространство ПА, предназначенное для размещения личного состава.

Специальные агрегаты и их привод – совокупность агрегатов, предназначенных для выполнения пожарным автомобилем основной задачи по тушению пожара и включающих в себя механизм отбора мощности от основного двигателя (двигателя шасси) или автономный источник энергии, специальные агрегаты (насосная установка, электрогенератор и т. п.) или устройства, а также средства передачи мощности от источника к специальным агрегатам (коробка отбора мощности, карданные и промежуточные валы и пр.).

Техническое состояние АТС – совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств и установленных нормативными документами параметров АТС, определяющая возможности его применения по назначению.

Удельная мощность – отношение номинальной мощности двигателя к полной массе пожарного автомобиля, кВт/т.

ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Общее описание курсового проекта

Курсовой проект по дисциплине «Пожарная, специальная и аварийно-спасательная техника» выполняется обучающимися в установленные сроки и в соответствии с учебным планом института.

Курсовой проект включает ряд разделов, в которых выполняются проектирование кинематической схемы трансмиссии и привода насоса, расчеты тягово-динамических характеристик заданной модели автомобиля, проектировочный расчет согласования параметров работы пожарного насоса и базового шасси.

Выполнение курсового проекта способствует формированию у обучающихся знаний конструкции и технических характеристик пожарной и аварийно-спасательной техники, взаимосвязи основных агрегатов, правил безопасной эксплуатации и ремонта, а также способности использовать инженерные знания для организации рациональной эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники.

Общая структура курсового проекта включает следующие элементы.

1. Титульный лист (образец в прил. 1).
2. Задание на курсовое проектирование (образец в прил. 2).
3. Введение.
4. Содержание.
5. Глава 1 «Описание и технические характеристики базового шасси и пожарного насоса».
6. Глава 2 «Расчет тягово-динамических характеристик».
7. Глава 3 «Расчет параметров работы пожарного насоса».
8. Заключение.
9. Список использованных источников.
10. Приложения (при необходимости).
11. Графическая часть – кинематическая схема трансмиссии на формате А3 (образец в прил. 3).

Перед выполнением курсового проекта обучающимся необходимо ознакомиться с методическими указаниями, правилами выполнения и оформления, подобрать и изучить рекомендуемую литературу и нормативные документы.

В случае затруднений при выполнении курсового проекта обучающиеся могут обращаться за консультацией к преподавателям кафедры.

В первой главе курсового проекта следует выполнить описание общего устройства и технических характеристик заданного базового шасси, его основных узлов и пожарного насоса. Представить данные по марке, модели и техническим характеристикам двигателя внутреннего сгорания.

Описать тип и компоновку трансмиссии, а также устройство и характеристики её составных узлов: сцепления, коробки переключения передач, раздаточной коробки при ее наличии, коробки отбора мощности и мостов. Привести описание устройства и технических характеристик заданного пожарного насоса. При этом следует обратить внимание на наличие или отсутствие приводного редуктора в насосе. При описании устройства узлов и агрегатов следует использовать чертежи, схемы, рисунки и т. п. Технические характеристики представлять в виде таблиц.

Затем, руководствуясь описанием устройства, компоновки и технических характеристик базового шасси и пожарного насоса, требуется составить и изобразить на листе формата А3 принципиальную кинематическую схему заданного автомобиля и пожарного насоса. В главе 2 учебно-методического пособия представлены общие сведения по выполнению кинематических схем, примеры схем основных узлов пожарного автомобиля и основные элементы кинематических схем.

Во второй главе курсового проекта следует выполнить расчет тягово-динамических характеристик заданного базового шасси, которые включают внешнюю скоростную характеристику двигателя, тяговое усилие на колесе, динамический фактор, ускорение и скорость автомобиля на разных передачах в заданном диапазоне оборотов. При этом потребуются технические характеристики заданного автомобиля и его агрегатов, представленные в первой главе. Если какой-либо параметр в первой главе не указан, то его следует дописать. В главе 3 учебно-методического пособия представлены методики расчета указанных выше характеристик с примерами выполнения.

В третьей главе курсового проекта следует представить расчет параметров заданного пожарного насоса при условии его совместной работы с заданным базовым шасси, параметры которого должны быть определены во второй главе. К определяемым параметрам насоса относятся *подача насоса*, *напор* и *потребляемая мощность*, которые изменяются при увеличении или уменьшении частоты вращения двигателя базового шасси, от которого и приводится в действие насос.

По итогу расчета можно получить неудовлетворительный результат, например, недостаточное число оборотов на валу насоса или недостаточную подводимую мощность. В этом случае следует предложить проектные (технические) решения, которые позволят добиться оптимальной согласованности работы двигателя автомобиля, трансмиссии и пожарного насоса. Например, изменить передаточное число коробки отбора мощности, предложить использовать другую коробку переключения передач или двигатель иной мощности (при условии, что предлагаемые агрегаты могут быть установлены на заданное базовое шасси). Предлагаемые проектные решения должны быть обоснованы и подтверждены расчетами.

1.2. Требования к оформлению курсового проекта

Пояснительная записка курсового проекта должна быть выполнена на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297) печатным способом. Шрифт Times New Roman; размер шрифта – 14 пт.; цвет шрифта – черный. Междустрочный интервал – 1,5. Выравнивание текста – по ширине.

Страница должна иметь поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Абзацы в тексте начинаются с отступа 1,25 см. Страницы нумеруются внизу по центру арабскими цифрами. Нумерация должна быть сквозной. Титульный лист является первой страницей, на нем номер не ставится.

Текст курсового проекта должен иметь равномерную плотность, контрастность и четкость изображения (отчетливые, нерасплывчатые линии, буквы, цифры и знаки). Повреждения листов и помарки не допускаются.

Текстовая часть (пояснительная записка) оформляется с использованием рамок установленного образца и основной надписи. Рабочее поле листа при этом ограничивается рамкой со следующими параметрами полей: слева 20 мм, справа и сверху 5 мм, снизу 10 мм. Расстояние от верхней линии рамки до верхней строки должно быть 15 мм, от нижней линии рамки до нижней строки – 10 мм. Расстояние от рамки до границ текста: в начале строк – 10 мм, в конце – 5 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,25 см.

Без рамки в курсовом проекте оформляются титульный лист, задание, содержание, а также приложения к пояснительной записке, если они представляют собой самостоятельный документ. Расположение и оформление основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах приведены в прил. 4 и 5.

Текст пояснительной записки состоит из глав и параграфов. Главы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами. Заголовки глав следует печатать прописными буквами без точки в конце, без подчеркивания, без абзацного отступа, с выравниванием по центру. Заголовки параграфов пишутся с прописной буквы, без точки в конце, без подчеркивания, с выравниванием по ширине и абзацным отступом. Переносы слов, сокращения и аббревиатуры в заголовках и подзаголовках не допускаются. Если глава (раздел) состоит из одного параграфа (подраздела), то параграф (подраздел) не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

Расстояние между заголовками и текстом, между заголовками главы и параграфа должно быть равно двум интервалам.

Каждый раздел (главу) текстового документа следует начинать с новой страницы. Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При этом описание конструкции деталей,

узлов, агрегатов, механизмов и систем следует сопровождать соответствующими рисунками и схемами.

Внутри глав, параграфов или подпунктов могут быть приведены перечисления, которые оформляются списком. Перед каждым элементом списка первого уровня следует ставить тире. При дальнейшей детализации перечислений и введении списков второго уровня необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись начинается с абзацного отступа, как показано далее в примере.

Например, пожарные автомобили могут быть следующих типов:

- *основные пожарные автомобили:*
  1) *общего применения;*
  2) *целевого применения;*
- *специальные пожарные автомобили.*

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знаков равенства (=), сложения (+), вычитания (–), умножения (·), деления (:) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×». Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы, коэффициенты, требования норм должны сопровождаться ссылками на источники при помощи цифр в квадратных скобках, соответствующих номерам в списке источников, приведенном в конце пояснительной записки, например, *«…передаточное число u = 0,96 [3]»*.

Формулы, за исключением формул в приложениях, должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, *«… в формуле (1)…»*. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, *(3.1)*.

Иллюстрации (рисунки, фотографии, схемы) в тексте должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Иллюстрации должны иметь наименование, например, *Рисунок 2.4 – Схема пожарного насоса*, которое размещается под иллюстрацией с выравниванием по центру без абзацного отступа. При необходимости иллюстрации могут иметь пояснительные данные (подрисуночный текст). В этом случае слово «Рисунок», номер и наименование рисунка помещают после подрисуночного текста. На каждую иллюстрацию в тексте должна быть приведена ссылка. При ссылках на иллюстрации следует писать,

например, *«… в соответствии с рисунком 2.4 …»*. Иллюстрации следует располагать после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Таблицы в тексте применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблицу следует располагать после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название помещается над таблицей, по левому краю с отступом. Нумерация таблиц может быть сквозной или в пределах раздела. При нумерации в пределах раздела номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. На все таблицы в тексте должны быть приведены ссылки. При ссылке следует писать слово «табл.» с указанием номера таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы. Над другими частями той же таблицы, с выравниванием по левому краю, пишут «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. В случае переноса таблицы на следующую страницу выполняют нумерацию столбцов в первой части таблицы и на последующих страницах таблицу начинают с нумерации столбцов, соответствующей первой части.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Если в таблицах представлены цифровые значения, показатели и т. п., то следует указывать и единицы их измерения. Допускается номер шрифта для таблиц – 12. Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Список используемых источников должен отражать только те источники, которые были использованы при подготовке курсового проекта. В качестве источников могут применяться учебная и техническая литература, научные издания, нормативно-правовые источники, электронные носители и сайты. В случае использования материалов сайтов следует внимательно относиться к достоверности представленной информации. Рекомендуется отдавать предпочтение официальным сайтам. Ссылки на использованные источники следует указывать порядковым номером библиографического описания источника в списке использованных источников. Порядковый номер ссылки заключают в квадратные скобки. При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта и технических условий в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1. Включенная в список литература нумеруется последовательно от первого до последнего наименования арабскими цифрами с точкой и с абзацного

отступа. Литература, включенная в список, группируется в порядке появления ссылок в тексте работы. Примеры библиографических записей приведены в прил. 6.

Приложения оформляют после библиографического списка как продолжение курсового проекта. В тексте курсового проекта на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в пояснительной записке одно приложение, оно обозначается «Приложение А». Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения. Приложения должны иметь общую с остальной частью курсового проекта сквозную нумерацию страниц.

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах формата А3 (297 х 420 мм) карандашом или в системе автоматизированного проектирования в соответствии с правилами выполнения чертежей, установленными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Чертежи графической части должны иметь основную надпись. Высота букв и цифр на чертежах должна быть не менее 3,5 мм. Условные графические изображения оборудования и изделий следует принимать в соответствии со стандартами ЕСКД и СПДС. В качестве примера выполнения графической части можно привести прил. 3.

Выполненный и оформленный курсовой проект сдается на проверку и рецензирование в установленные сроки.

В проверенный курсовой проект обучающиеся обязаны внести необходимые исправления и дополнения в соответствии с замечаниями рецензента. После этого исправленный курсовой проект выносится на защиту.

Защита курсового проекта проводится в форме доклада обучаемого по курсовому проекту и последующего собеседования на предмет принятых и описываемых проектных решений. Доклад по курсовому проекту выполняется в свободной форме, но включает тему курсового проекта, цель

и задачи, краткое описание выполненных расчетов и обоснования принятых технических решений, выводы.

Курсовой проект, выполненный не по своему варианту, а также не полностью освещающий вопросы задания, к проверке не допускается, а выполняется заново с учетом замечаний рецензента и указанием на титульном листе «повторный».

Обучающиеся, не представившие в срок курсовой проект без уважительных причин, к экзамену по дисциплине не допускаются.

1.3. Варианты заданий для курсового проекта

Вариант задания на курсовое проектирование формируется из первой буквы фамилии обучающегося, последней цифры номера зачетной книжки и первой буквы имени, как представлено на рис. 1.

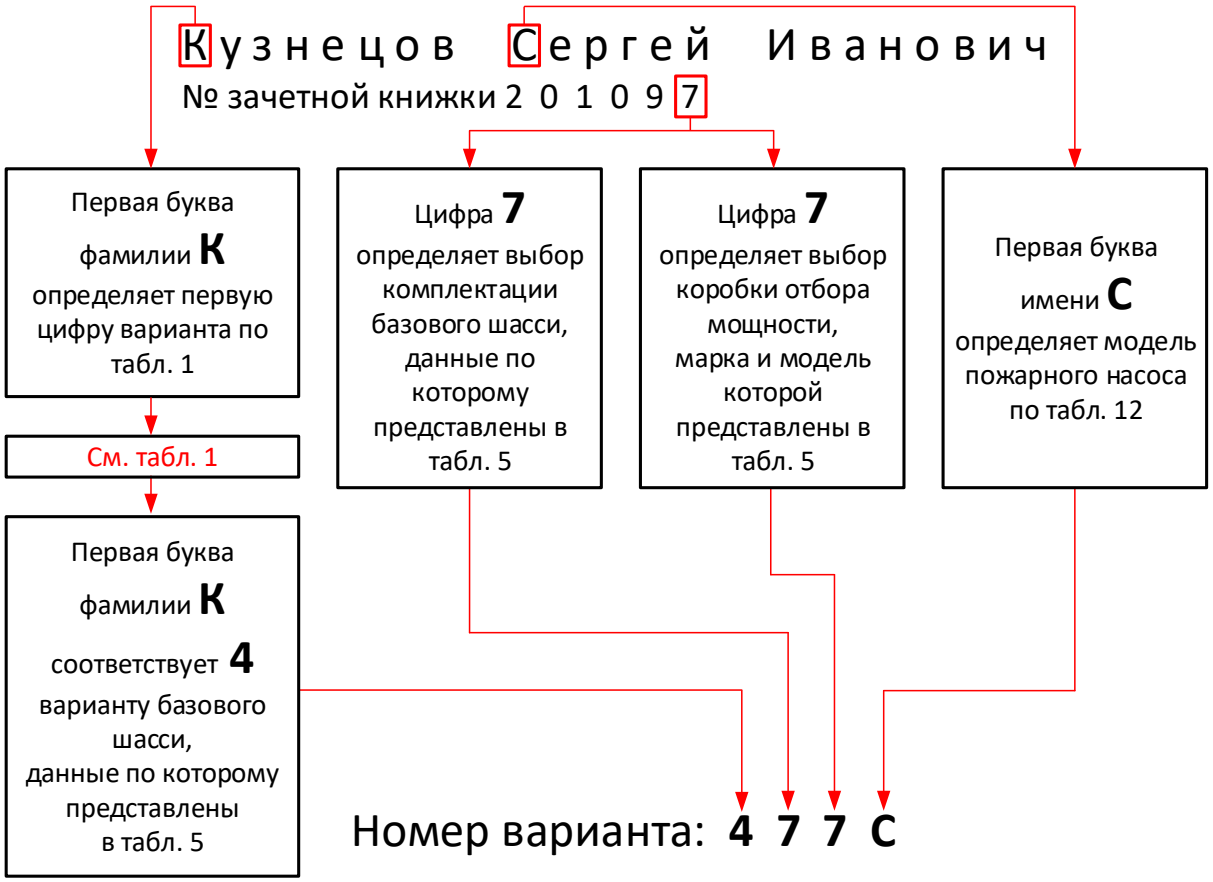


Рис. 1. Схема выбора варианта

Например, для обучающегося Кузнецова Сергея Ивановича с номером зачетной книжки №201097 номер варианта будет «477С», который определился следующим образом:

– фамилия обучающегося – Кузнецов → первая буква фамилии «К» → по табл. 1 букве К соответствует первая цифра варианта «**4**77С» → цифра 4 определяет марку и характеристики базового шасси,

представленные в табл. 5 (для каждого варианта базового шасси представлена отдельная таблица с номерами 2 – 11);

- последняя цифра номера зачетной книжки – 7 → вторая и третья цифры варианта «4**77**С» → по табл. 5 определяется комплектация заданного базового шасси и модель коробки отбора мощности (для каждого варианта базового шасси представлена отдельная таблица с номерами 2 – 11);
- имя обучающегося – Сергей → в конце номера варианта ставится буква «477**С**» → по букве С в табл. 12 определяется модель и характеристики пожарного насоса.

В случае изменения имени или фамилии обучающегося для определения варианта следует принимать данные, указанные в ведомостях и электронном журнале.

После определения варианта, выбранные данные следует перенести в задание на курсовой проект, образец которого представлен в прил. 2 учебно-методического пособия. В прил. 7 учебно-методического пособия приведены необходимые для расчетов справочные данные и технические характеристики по базовым шасси и их основным агрегатам.

Задание оформляется и подписывается обучающимся, после подписывается преподавателем, его выдавшим.

Обучающемуся может быть выдано индивидуальное задание на курсовой проект, связанное с выполнением научной работы по исследованию возможности совместной работы новых моделей базовых шасси и пожарных насосов. Задание выдается преподавателем кафедры. Методика выполнения не меняется, но может быть скорректирована.

Таблица 1. Данные для определения первой цифры в номере варианта

Первая буква фамилии	А, И, Р	Б, З	Г, В	К	Л, Д, Ч	М, Х	О, П, Ц	С	Т, Н, Ж, Ф	Е, У, Ш-Я
Первая цифра варианта	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
Исходные данные по варианту	табл. 2	табл. 3	табл. 4	табл. 5	табл. 6	табл. 7	табл. 8	табл. 9	табл. 10	табл. 11

Таблица 2. Исходные данные для шасси КАМАЗ 43253

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)							**1**		
Базовое шасси ПА							КАМАЗ 43253		
Колесная формула							4x2		
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2, 3			**4, 5, 6**		**7, 8**		**9, 0**		
ДВС – КамАЗ 740.31-240 КПП – КамАЗ-142 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 10.00 R20			ДВС – КамАЗ 740.51-320 КПП – ZF6S1000 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 11.00 R20		ДВС – Cummins 6ISBe 300 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 11.00 R20		ДВС – Cummins ISBe6.7 E5 250 КПП – ZF6S700 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 10.00 R20		
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП03-4215010-20	МП24-4208010	МП23-4206010-11	ZF NL/10bC-01	OMFB 010-061-00176	ZF NL/10bC-03	МП24-4208010	ZF N109/10bC-01	ZF NL/6b-01	ZF NL/6b-03

Таблица 3. Исходные данные для шасси КАМАЗ 43502

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)								**2**	
Базовое шасси ПА								КАМАЗ 43502	
Колесная формула								4x4	
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2, 3			**4, 5, 6**		**7, 8**			**9, 0**	
ДВС – Cummins ISBe6.7 E5 285 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20			ДВС – КамАЗ 740.652-260 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20		ДВС – Cummins ISB 6.7 275 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20			ДВС – КамАЗ 740.622-280 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20	
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП24-4208010-01	МП24-4208010-27	МП54-4205010-55	МП24-4208010-B0	МП24-4208010-06	МП24-4208010-05	МП24-4208010-10	МП54-4205010-55	МП24-4208010-27	МП24-4208010-B0

Таблица 4. Исходные данные для шасси УРАЛ 5557

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)									**3**
Базовое шасси ПА									УРАЛ 5557
Колесная формула									6х6
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2, 3			**4, 5, 6**			**7, 8**			**9, 0**
ДВС – ЯМЗ-236НЕ23 КПП – ЯМЗ--236У Передаточное число ГП – 7,32 Размерность шин – 390/95 R20			ДВС – ЯМЗ-65674 КПП – ЯМЗ-2361-156 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 425/85 R21			ДВС – ЯМЗ-53623-10 КПП – ЯМЗ-1205 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 425/85 R21			ДВС – ЯМЗ-65654 КПП – ЯМЗ-2361-256 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 425/85 R21
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП25-4207010-01	МП25-4207010-11	МП25-4207010-21	МП24-4208010-В0	МП25-4207010-21	МП24-4208010-В0	МП25-4207010-01	МП25-4207010-11	МП25-4207010-01	МП24-4208010-В0

Таблица 5. Исходные данные для шасси КАМАЗ 4308

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)									**4**
Базовое шасси ПА									КАМАЗ 4308
Колесная формула									4х2
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2, 3			**4, 5, 6**			**7, 8**			**9, 0**
ДВС – Cummins ISBe6.7 E5 250 КПП – ZF 6S1000 Передаточное число ГП – 4,22 Размерность шин – 245/70 R19,5			ДВС – Cummins ISB6. 7e4 245 КПП – ZF 6S1000 Передаточное число ГП – 4,22 Размерность шин – 245/70 R19,5			ДВС – Cummins 6 ISBe 210 КПП – ZF 6S1000 Передаточное число ГП – 4,22 Размерность шин – 245/70 R19,5			ДВС – Cummins 4 ISBe 185 КПП – ZF 6S700 Передаточное число ГП – 4,22 Размерность шин – 245/70 R19,5
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
ZF NL/10bC-03	OMFB 010-061-00176	ZF NL/10bC-02	ZF NL/10bC-01	OMFB 010-061-00176	ZF NL/10bC-03	ZF NL/10bC-01	ZF NL/10bC-02	ZF NL/6b-02	ZF NL/6b-03

Таблица 6. Исходные данные для шасси КАМАЗ 65115

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)							**5**		
Базовое шасси ПА							КАМАЗ 65115		
Колесная формула							6х4		
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2, 3			**4, 5, 6**			**7, 8**		**9, 0**	
ДВС – Cummins ISB6.7 E5 300 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 11.00 R20			ДВС – КамАЗ 740.705-300 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 4,98 Размерность шин – 11.00 R22,5			ДВС – Cummins ISB6.7E4 300 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 11.00 R22,5		ДВС – КамАЗ 740.65-240 КПП – КамАЗ 152 Передаточное число ГП – 5,43 Размерность шин – 11.00 R20	
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП24-4208010	(КОМ) 010-036-12173	ZF N109/10C-01	МП03-4215010-50	МП23-4206010-60	МП28-4206010-60	ZF N109/10C-02	ZF N109/10C-03	МП28-4206010-10	МП27-4215010-01

Таблица 7. Исходные данные для шасси УРАЛ 4320 NEXT

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)							**6**		
Базовое шасси ПА							УРАЛ 4320 NEXT		
Колесная формула							6х6		
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2			**3, 4**			**5, 6, 7**		**8, 9, 0**	
ДВС – ЯМЗ-65674 КПП – ЯМЗ-2361-156 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 14.00 R20			ДВС – ЯМЗ-53623-10 КПП – ЯМЗ-1105 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 14.00 R20			ДВС – ЯМЗ-53653-10 КПП – ЯМЗ-1105 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 425/85 R21		ДВС – ЯМЗ-53613-10 КПП – ZF-9S1310 Передаточное число ГП – 7,49 Размерность шин – 425/85 R21	
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП25-4207010-01	МП24-4208010-В0	МП25-4207010-11	МП25-4207010-21	МП24-4208010-В0	МП25-4207010-21	МП25-4207010-01	МП25-4207010-11	МП24-4208010-В0	МП25-4207010-01

Таблица 8. Исходные данные для шасси КАМАЗ 53605

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)							**7**		
Базовое шасси ПА							КАМАЗ 53605		
Колесная формула							4х2		
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2,			**3, 4**			**5, 6, 7**		**8, 9, 0**	
ДВС – Cummins ISB6.7 E5 300 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 6,27 Размерность шин – 315/80 R22,5			ДВС – КамАЗ 740.30-260 КПП – КамАЗ 152 Передаточное число ГП – 6,33 Размерность шин – 12.00 R20			ДВС – Cummins, 6ISBe4 300 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 6,33 Размерность шин – 315/80 R22,5		ДВС – КамАЗ 740.622-280 КПП – ZF-9S1310 Передаточное число ГП – 6,33 Размерность шин – 315/80 R22,5	
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП27-4215010-31	МП24-4208010	МП27-4215010-01	МП03-4215010-50	МП49-4209010-63	ZF N109/10bC-01	ZF N109/10bC-03	ZF N109/10bC-02	(КОМ) 010-036-12173	(КОМ) 010-039-12170

Таблица 9. Исходные данные для шасси КАМАЗ 43118

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)							**8**		
Базовое шасси ПА							КАМАЗ 43118		
Колесная формула							6х6		
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2			**3, 4**			**5, 6, 7**		**8, 9, 0**	
ДВС – КамАЗ 740.622-280 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 425/85 R21			ДВС – КамАЗ 740.705-300 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20			ДВС – КамАЗ -740.662-300 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 425/85 R21		ДВС – Cummins ISL340 50 КПП – ZF-9S1310 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 425/85R21	
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП24-4208010-05	МП24-4208010-10	МП24-4208010-27	МП24-4208010-В0	МП24-4208010-01	МП24-4208010-06	МП24-4208010-05	МП54-4205010-55	МП24-4208010-06	МП24-4208010-01

Таблица 10. Исходные данные для шасси КАМАЗ 65111

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)									**9**
Базовое шасси ПА									КАМАЗ 65111
Колесная формула									6х6
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2			**3, 4**			**5, 6, 7**			**8, 9, 0**
ДВС – КамАЗ 740.705-300 КПП – ZF 9S1310 Передаточное число ГП – 4,98 Размерность шин – 11.00 R22,5			ДВС – КамАЗ 740.52-260 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 5,43 Размерность шин – 10.00 R20			ДВС – КамАЗ 740.622-280 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 4,98 Размерность шин – 11.00 R20			ДВС – Cummins ISB6.7 E5 300 КПП – ZF-9S1310 Передаточное число ГП – 6,53 Размерность шин – 11.00 R22,5
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП24-4208010-06	МП24-4208010-05	МП54-4205010-55	МП24-4208010-06	МП24-4208010-01	МП24-4208010-05	МП24-4208010-10	МП24-4208010-27	МП24-4208010-B0	МП24-4208010-01

Таблица 11. Исходные данные для шасси КАМАЗ 5350

Первая цифра варианта – шасси (по первой букве фамилии)									**0**
Базовое шасси ПА									КАМАЗ 5350
Колесная формула									6х6
Вторая цифра варианта – двигатель, коробка переключения передач, главная передача и размер шин									
1, 2			**3, 4**			**5, 6, 7**			**8, 9, 0**
ДВС – КамАЗ 740.30-260 КПП – КамАЗ 152 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 425/85 R21			ДВС – КамАЗ 740.622-280 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 425/85 R21			ДВС – КАМАЗ-740.662-300 КПП – КамАЗ 154 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20			ДВС – Cummins ISBe6.7 E5 285 КПП – ZF-9S1310 Передаточное число ГП – 5,94 Размерность шин – 390/95 R20
Третья цифра варианта – коробка отбора мощности									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
МП24-4208010-01	МП24-4208010-05	МП24-4208010-10	МП24-4208010-27	МП24-4208010-B0	МП24-4208010-01	МП24-4208010-06	МП24-4208010-05	МП54-4205010-55	МП24-4208010-06

Таблица 12. Параметры пожарных насосов (ПН)

Первая буква имени	Марка и модель ПН	Номинальная подача ОТВ, л/с	Развиваемый напор, м.в.ст.	Номинальные обороты приводного вала, об/мин	Номинальная потребляемая мощность, кВт	Передаточное число редуктора
А	НЦПК 40/100-4/400 П1	40 4	100 400	2700	60 55	- 0,429
Б	НЦПН 40/100 В1Т	40	100	2700	60	-
Г	НЦПВ 4/400 В1Т	4	400	3600	55	0,328
К	НЦПН 50/100 В1Т	50	100	2700	80	-
Л	Ziegler FPN 10-3000-1НН	50 4	100 400	4450	125	- 0,476
М	НЦПН 70/100М	70	100	2700	100	-
О	Rosenbauer NH-30	40 4	100 400	1550 1450	60 55	0,386
С	Johstadt NP3000	50	100	3000	85	-
Т	Rosenbauer N10	30	100	2700	42	-
Е	GODIVA Prima P1 3010	50	100	2500	75	-
И, Р	НЦПВ 20/200 В1Т	20	200	2700	70	-
З, В	НЦПН 20/100	20	130	2700	60	-
Д, Ч	GODIVA Prima P2 3010	50 4	100 400	3600	75	0,468
Х, Н, Ф	Rosenbauer N25	40	100	3500	55	2,588
П, Ц	Johstadt NP4000S	60	100	2200	110	-
Ж, У	Johstadt NJ3000	50 4	100 400	3000	140	-
Ш, Я	ESTERI 10-4000 (D-240)	50	100	4300	100	0,855-0,408
Щ, Э, Ю	ESTERI 10-2000 (H-19)	35	100	3100	60	0,855-0,408

ГЛАВА 2. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРАНСМИССИИ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

2.1. Общие сведения о выполнении кинематических схем

Система узлов и деталей, передающая энергию двигателя ведущим колесам и специальным агрегатам, называется *трансмиссией*. В случае с пожарными автомобилями принято разделять трансмиссию на основную – передающую крутящий момент к ведущим колесам, и дополнительную – передающую крутящий момент к специальному агрегату.

Назначение трансмиссии заключается также в изменении частоты вращения ведущих органов машин и подводимого к ним момента в заданных пределах по величине и направлению.

Основные требования к трансмиссии пожарных автомобилей:

- плавное изменение крутящего момента в интервале рабочих скоростей движения;
- простота конструкции агрегатов и надежность в эксплуатации;
- дешевизна изготовления, малый вес и небольшие габариты;
- легкость и удобство управления;
- экономичность работы двигателя в широком интервале изменения оборотов.

При выполнении первой главы курсового проекта необходимо:

- описать устройство и технические характеристики базового шасси и пожарного насоса;
- определить передаточные числа всех узлов основной и дополнительной трансмиссии;
- определить кинематическую схему каждого из узлов основной и дополнительной трансмиссии;
- составить и начертить на листе формата А3 кинематическую схему трансмиссии проектируемой системы *двигатель – трансмиссия – пожарный насос* с указанием всех необходимых элементов.

Кинематическая схема – это схема, на которой показана последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам машины (ведущим колёсам автомобиля, специальным агрегатам и др.) и их взаимосвязь.

На чертежах, в поле для обозначения документа, после соответствующего шифра записывается обозначение вида схемы (К – кинематическая) и цифры. Цифры указывают на тип схемы. Типы схем представлены в табл. 13 [5].

Кинематические схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы:

- принципиальные;
- структурные;

– функциональные.

Таблица 13. Типы схем и их цифровое обозначение

Тип схемы	Цифровое обозначение
Структурные	1
Функциональные	2
Принципиальные	3
Соединений (монтажные)	4
Подключения	5
Общие	6
Расположения	7
Прочие	8
Объединенные	9

На кинематической структурной схеме (К1) изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части показывают в виде прямоугольников или условных графических обозначений. Построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимосвязей рекомендуется обозначать стрелками направление хода процессов, происходящих в изделии.

На функциональной кинематической схеме (К2) изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах. Рекомендуется указывать технические характеристики рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы, помещать поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках.

На принципиальной кинематической схеме (К3) изображают все кинематические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных кинематических процессов, все кинематические связи между ними, а также кинематические элементы (двигатель, вал и т. п.), которые входят в состав изделия. Принципиальная схема, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия. Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Элементы изделия на схеме вычерчивают в виде условных графических изображений, установленных в стандартах.

Условные графические изображения элементов машин и механизмов, характера и направления движения, а также правила выполнения кинематических схем представлены в следующих документах:

1. ГОСТ 2.770 – 68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики (с Изменением № 1) [9].
2. ГОСТ 2.721 – 74. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения (с Изменениями № 1, 2, 3, 4) [7].
3. ГОСТ 2.747 – 68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений (с Изменением № 1) [8].
4. ГОСТ 2.303 – 68. ЕСКД. Линии (с Изменениями № 1, 2, 3) [4].
5. ГОСТ 2.703 – 2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения кинематических схем [6].

Особое внимание следует уделить правилам выполнения кинематических схем [6] и придерживаться их при составлении принципиальной кинематической схемы трансмиссии (основной и дополнительной) пожарного автомобиля.

В прил. 3, в качестве примера, представлена кинематическая схема трансмиссии автомобиля ЗИЛ-131 с пожарным насосом ПН-40 УВ.

2.2. Примеры кинематических схем элементов трансмиссии

Правильно выполненная кинематическая схема существенно облегчает последующие расчет и анализ тягово-скоростных и эксплуатационных свойств автомобиля. Поэтому ниже приведены примеры кинематических схем различных элементов трансмиссии пожарного автомобиля [2].

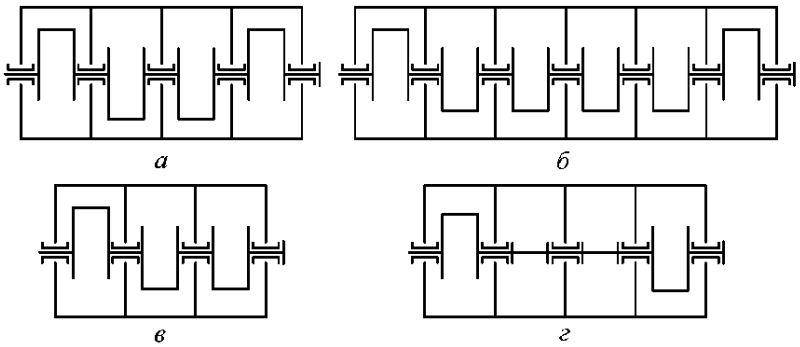


Рис. 2. Кинематические схемы двигателей:
а – четырехцилиндровый рядный; *б* – шестицилиндровый рядный;
в – шестицилиндровый V-образный; *г* – восьмицилиндровый V-образный

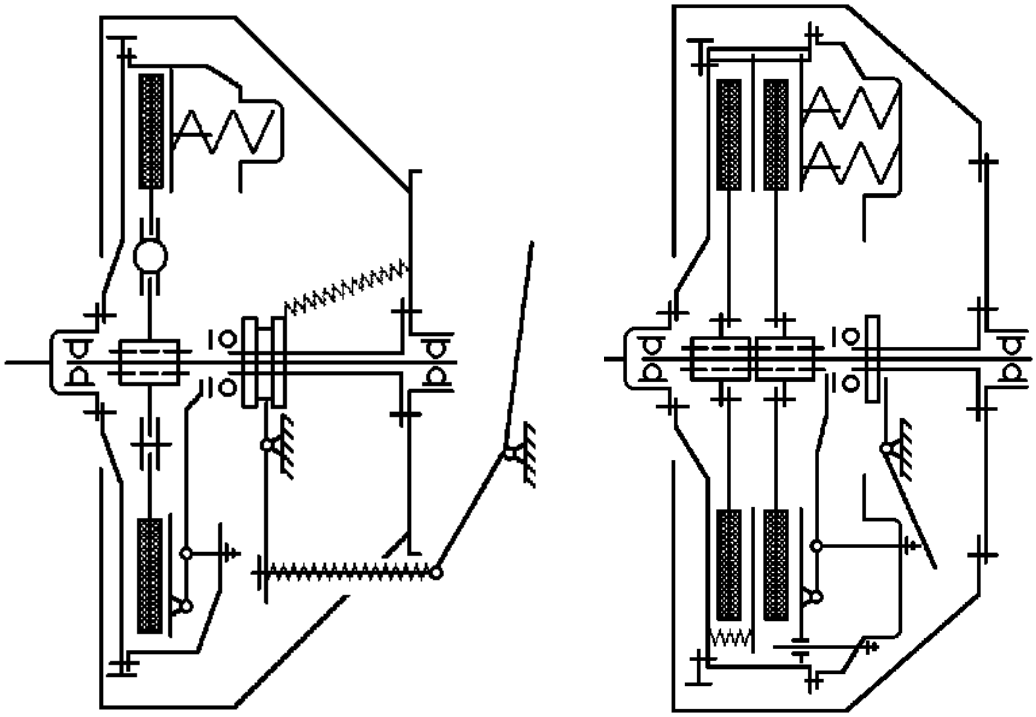


Рис. 3. Кинематические схемы сцепления:
слева – однодисковое; *справа – двухдисковое*

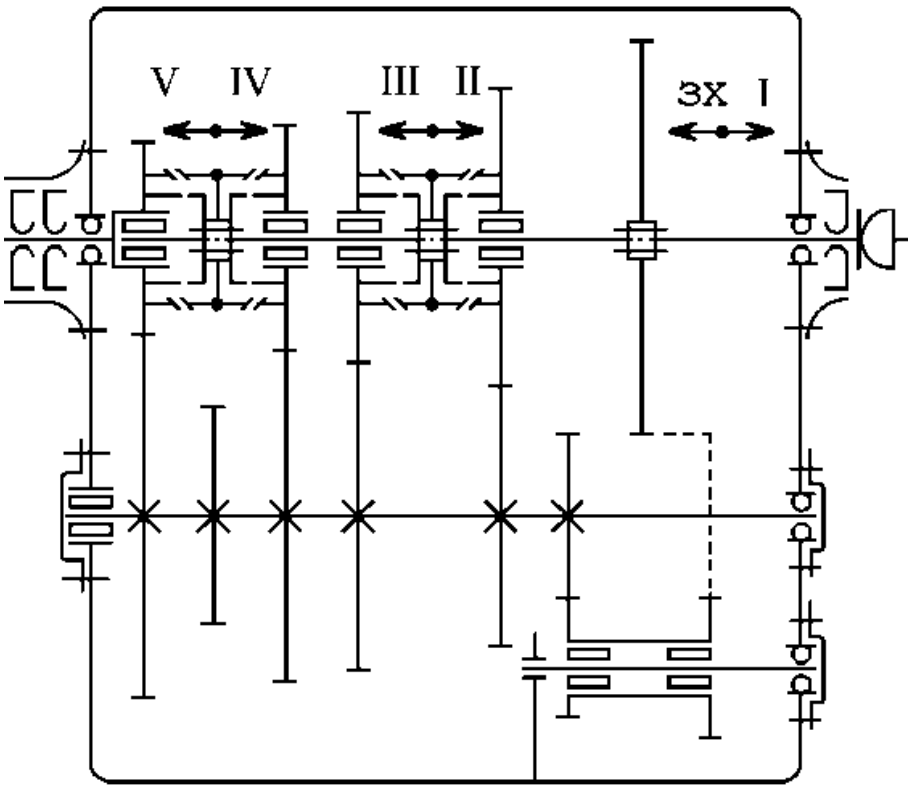


Рис. 4. Кинематическая схема автомобильной пятиступенчатой КПП

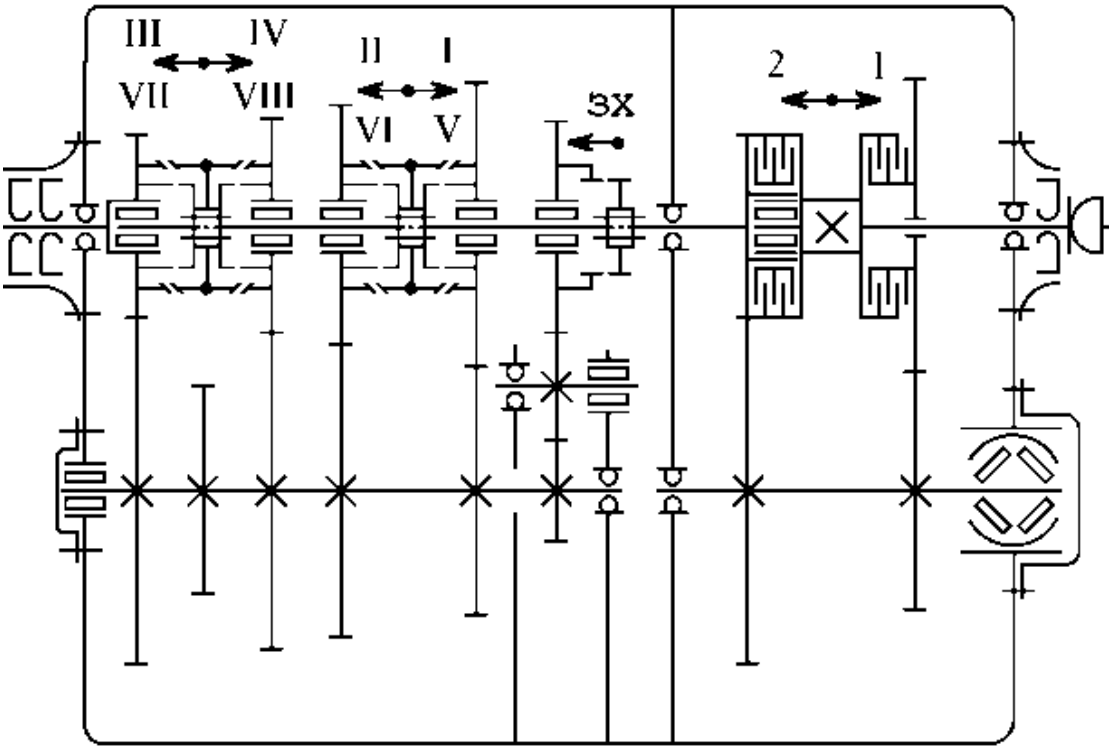


Рис. 5. Кинематическая схема автомобильной восьмиступенчатой КПП

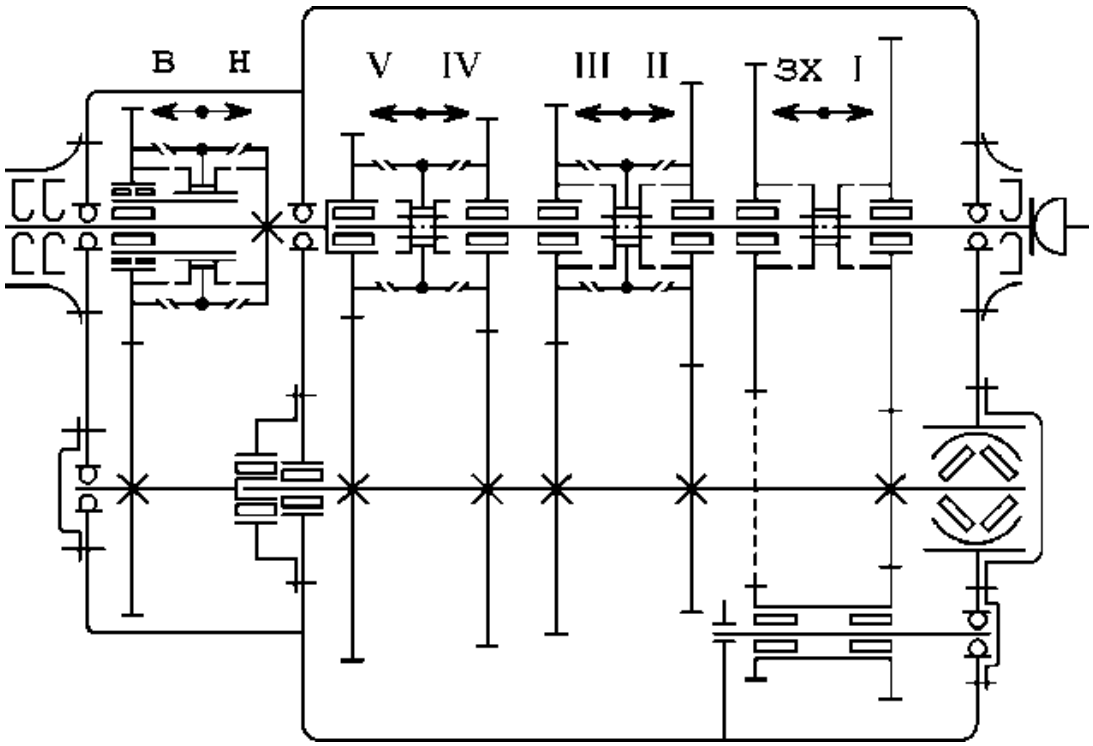


Рис. 6. Кинематическая схема автомобильной десятиступенчатой КПП

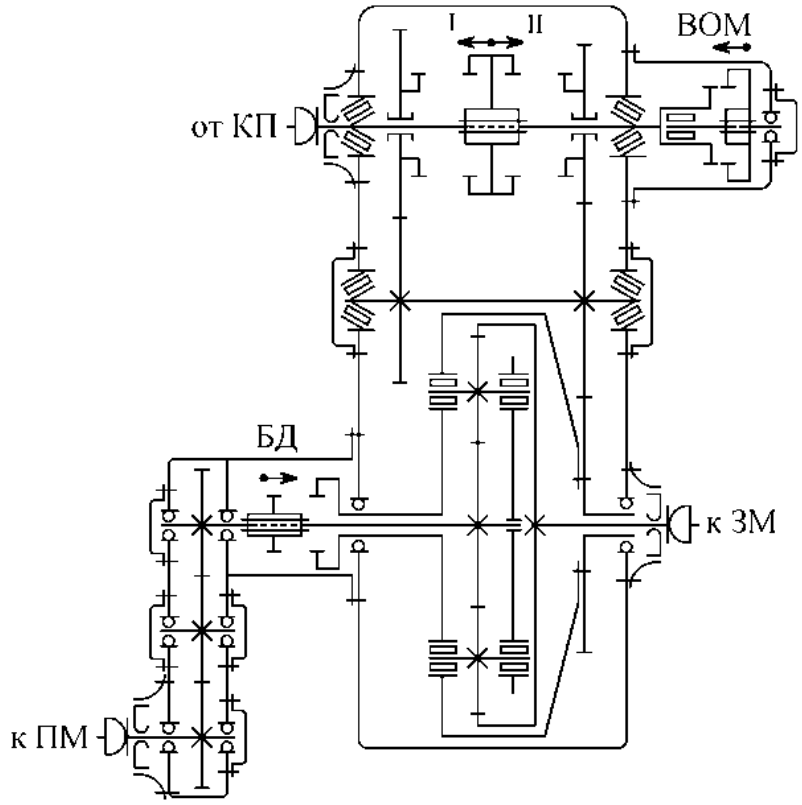


Рис. 7. Кинематическая схема раздаточной коробки с дифференциальным приводом ведущих мостов

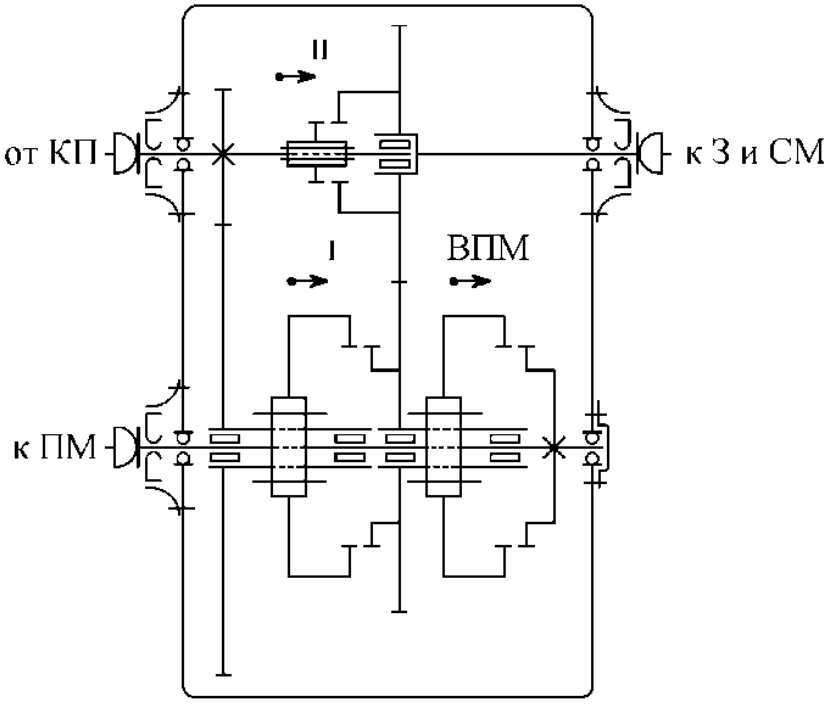


Рис. 8. Кинематическая схема раздаточной коробки с блокированным приводом ведущих мостов

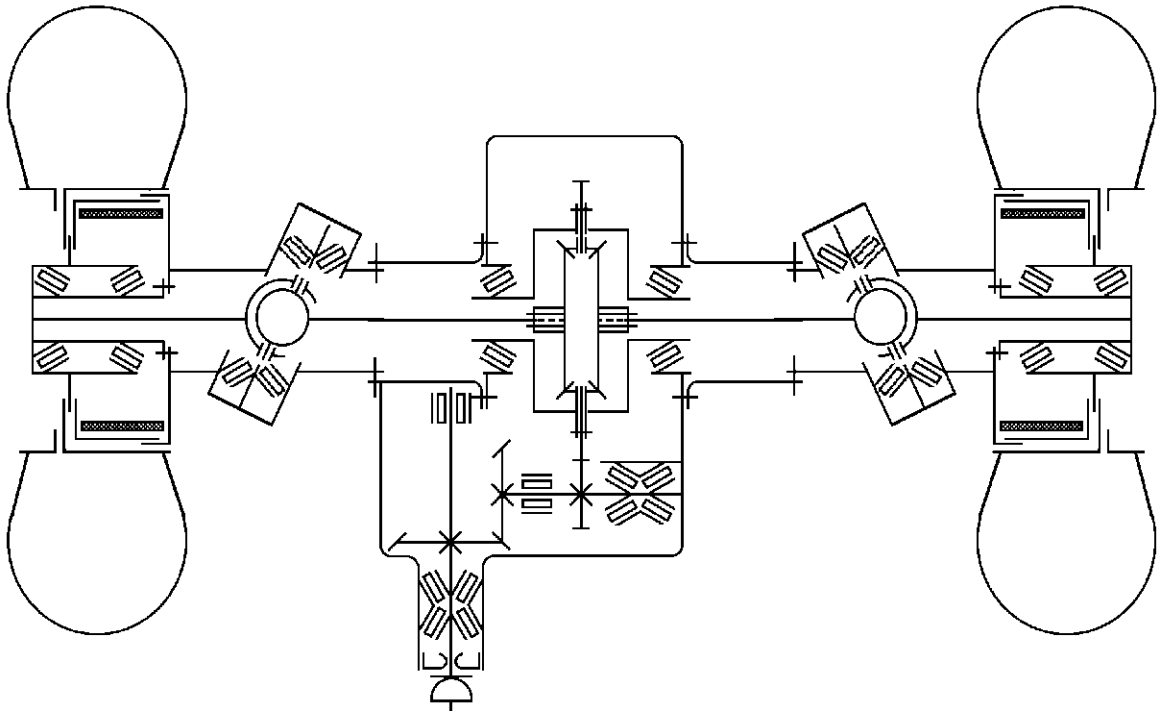


Рис. 9. Кинематическая схема переднего комбинированного моста автомобиля с двойной главной передачей и шарнирами равных угловых скоростей

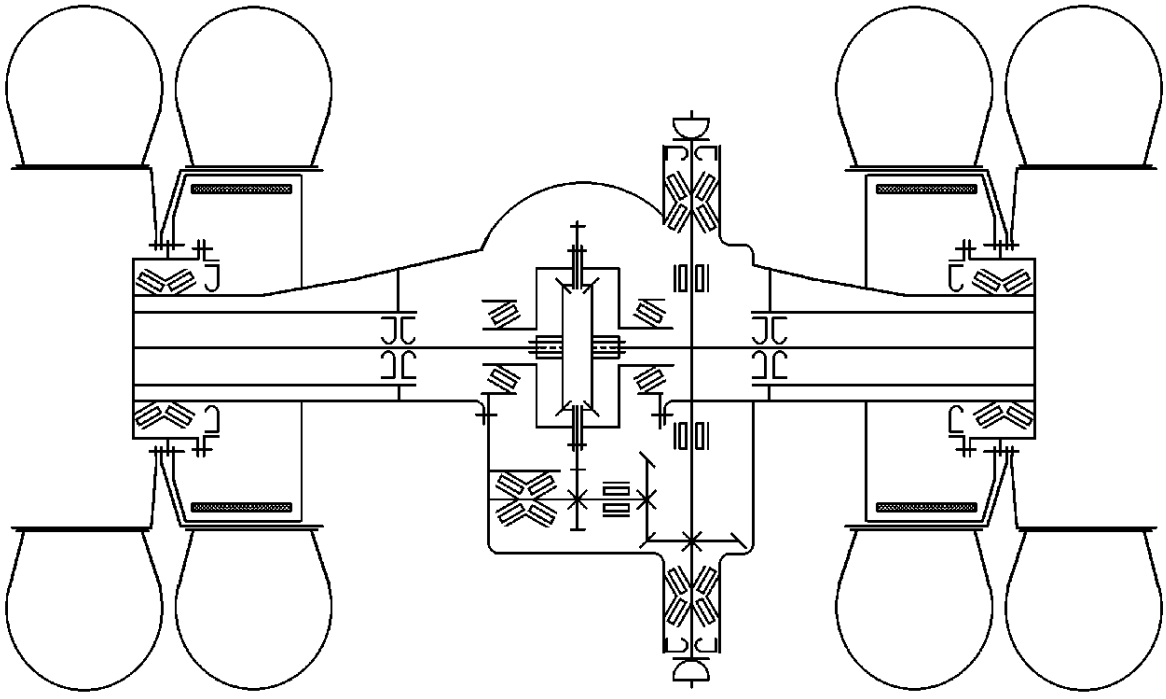


Рис. 10. Кинематическая схема среднего ведущего моста автомобиля с двойной главной передачей и проходным валом

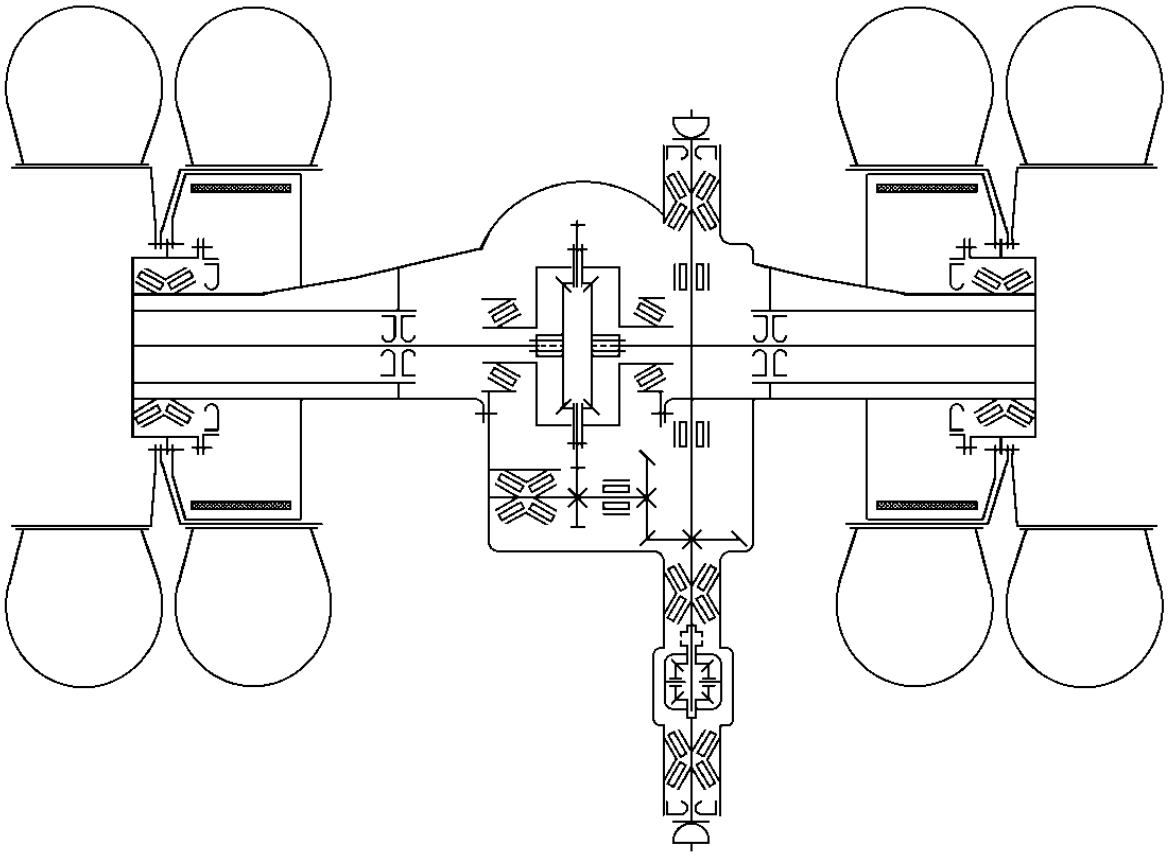


Рис. 11. Кинематическая схема среднего ведущего моста автомобиля с двойной главной передачей, проходным валом и межосевым дифференциалом

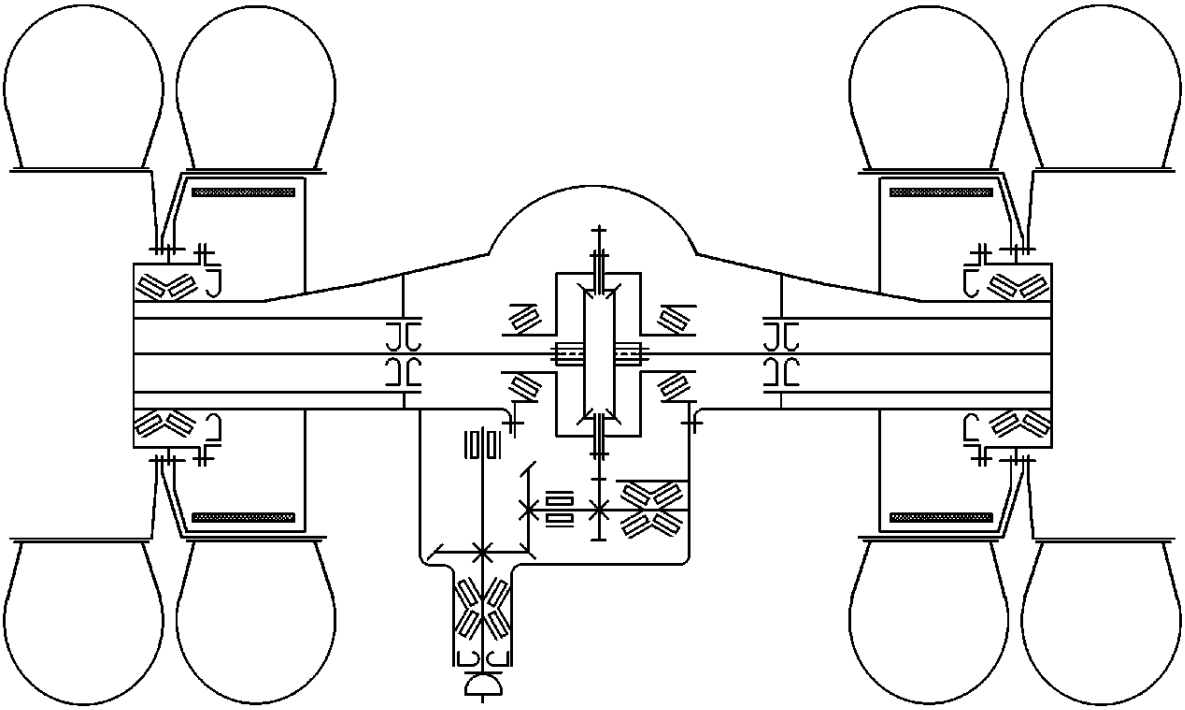


Рис. 12. Кинематическая схема заднего ведущего моста автомобиля с двойной главной передачей

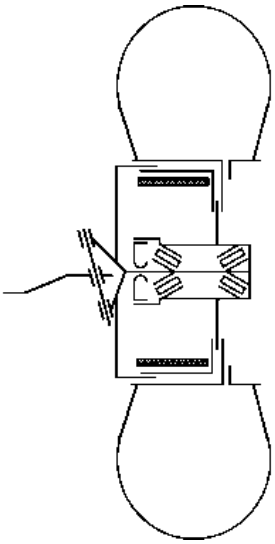


Рис. 13. Кинематическая схема переднего колеса автомобиля с колесной формулой 4×2

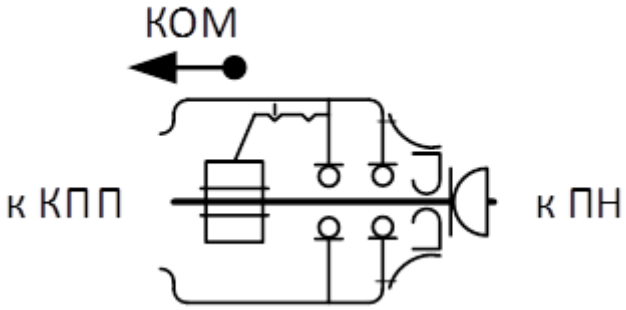


Рис. 14. Кинематическая схема коробки отбора мощности, устанавливаемой с торца приводного вала

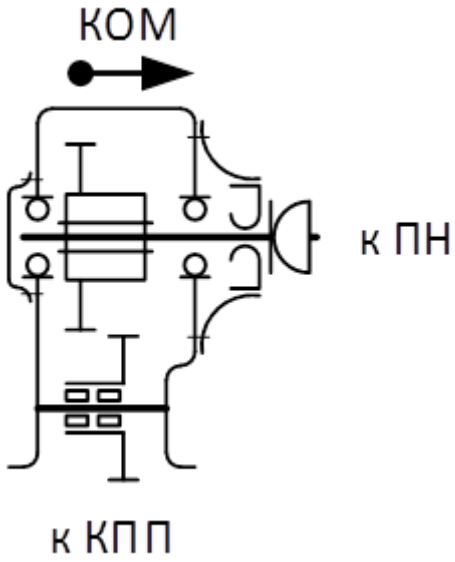


Рис. 15. Кинематическая схема коробки отбора мощности, устанавливаемой к приводному валу через зубчатую передачу

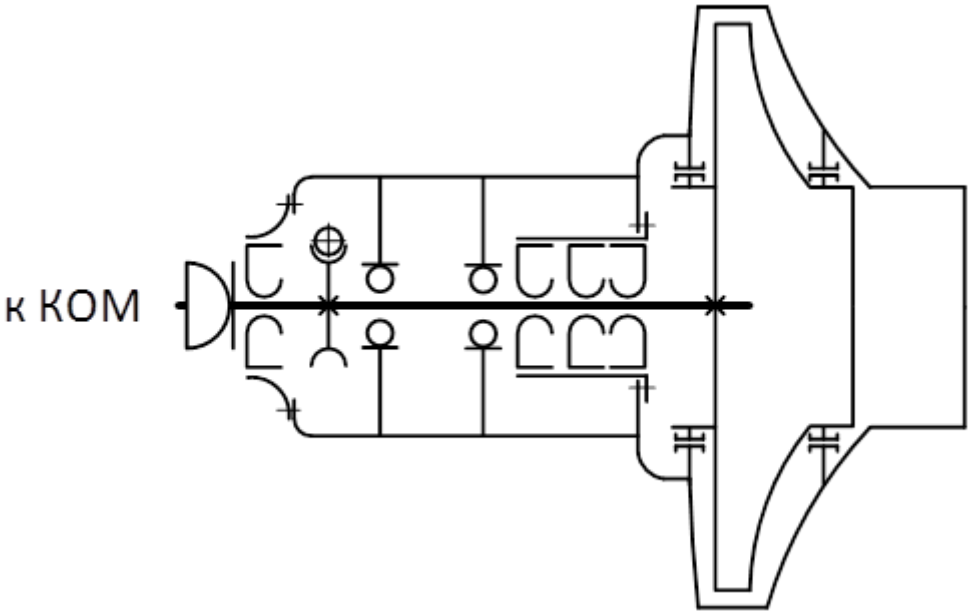


Рис. 16. Кинематическая схема центробежного пожарного насоса нормального давления серии ПН-40

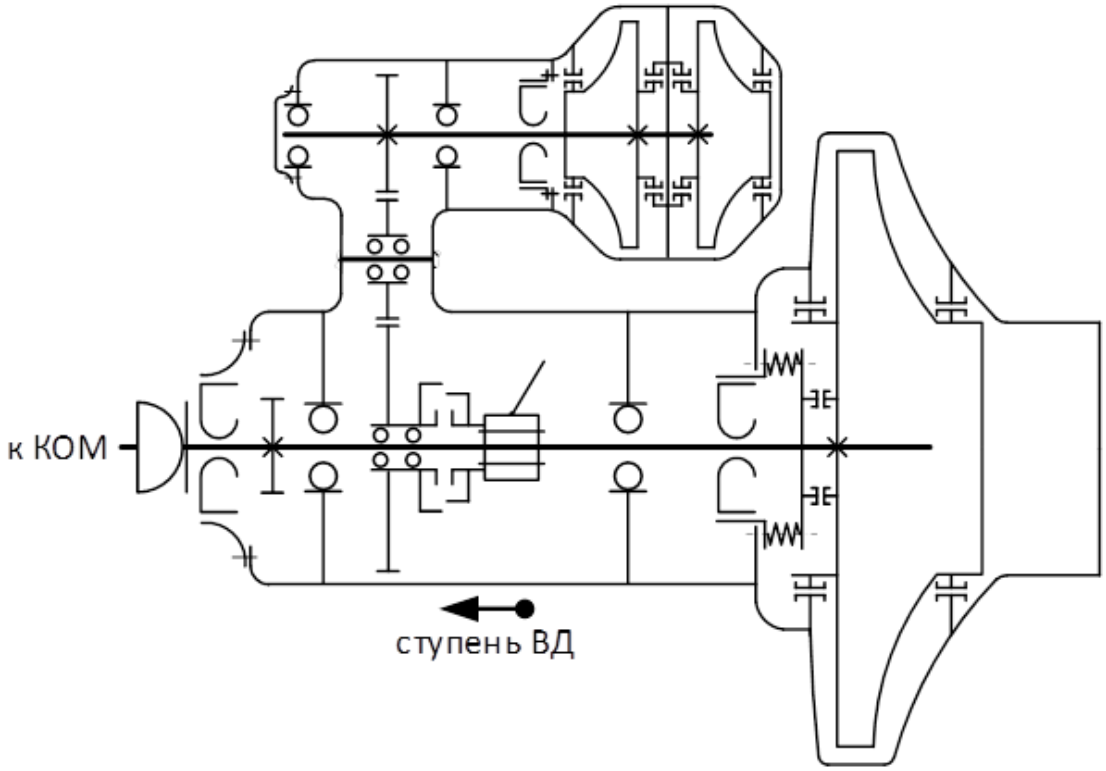


Рис. 17. Кинематическая схема центробежного пожарного насоса комбинированного серии НЦПК

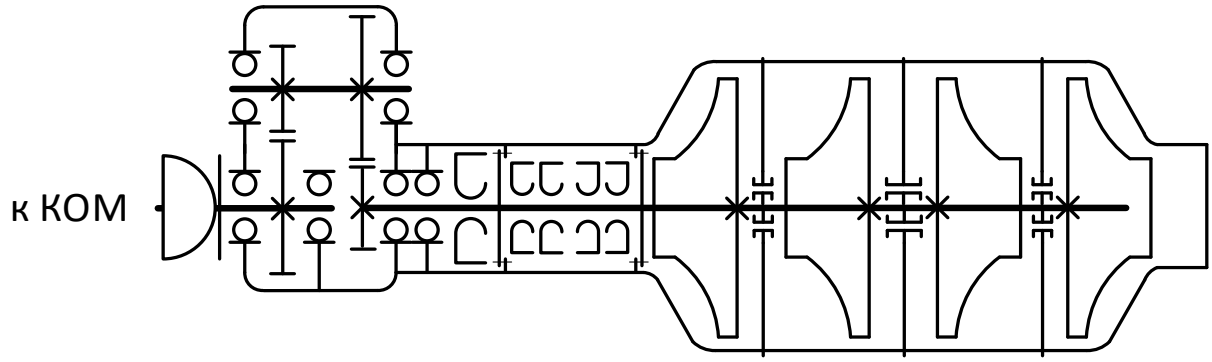


Рис. 18. Кинематическая схема центробежного пожарного насоса высокого давления серии НЦПВ

Следует отметить, что здесь приведены лишь примеры выполнения кинематических схем некоторых узлов и агрегатов, которые могут применяться в конструкции пожарных автомобилей. По каждому варианту надо внимательно изучать устройство заданных узлов, агрегатов и систем, после чего изображать их в виде кинематической схемы.

ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

Двигатель внутреннего сгорания служит для преобразования тепловой энергии, получаемой при сгорании топлива в цилиндрах, в механическую энергию движения поршня, передаваемую через шатун и приводящую во вращение коленчатый вал с маховиком. От мощности двигателя пожарного автомобиля во многом зависят его оперативные характеристики: ускорение, скорость движения. В нормативных документах [10, 12] приводятся требования к удельной мощности двигателя пожарных автомобилей:

- пожарные автомобили класса L (легкие с полной массой от 2000 до 7500 кг) должны иметь удельную мощность не менее 15 кВт/т, класса M (средние с полной массой от 7500 до 14000 кг) – не менее 11 кВт/т, класса S (тяжелые с полной массой свыше 14000 кг) – не менее 9 кВт/т;
- пожарные автомобили первой помощи класса L должны иметь удельную мощность более 20 кВт/т, класса M – более 15 кВт/т.

Для передачи создаваемого крутящего момента к колесам автомобилей или гусеничному шасси иной техники необходим еще ряд механизмов, которые трансформируют эту энергию, позволяют включать или отключать передачу энергии к колесам, понижать или повышать число оборотов и крутящий момент, распределять крутящий момент между осями и отдельными колесами. Все эти и некоторые другие функции выполняет *трансмиссия* – сложный набор редукторов, карданных валов, опор и соединений.

От трансмиссии зависят изменение и реализация крутящего момента, что влияет на оперативные характеристики и проходимость пожарного автомобиля.

Для изучения процесса изменения полученного крутящего момента трансмиссией и ее влияния на динамические характеристики автомобиля можно применить методику расчета [1, 3, 14], которая позволяет моделировать тяговые и динамические характеристики выбранного автомобиля во всем диапазоне оборотов двигателя и на каждой передаче.

Методика включает ряд последовательных расчетов:

- расчет внешней скоростной характеристики двигателя;
- расчет тяговой характеристики автомобиля;
- расчет динамической характеристики автомобиля;
- расчет ускорения автомобиля

На рис. 19, в качестве примера приведена кинематическая схема трансмиссии автомобиля ЗИЛ-131, которая показывает взаимосвязь элементов конструкции двигателя и трансмиссии.

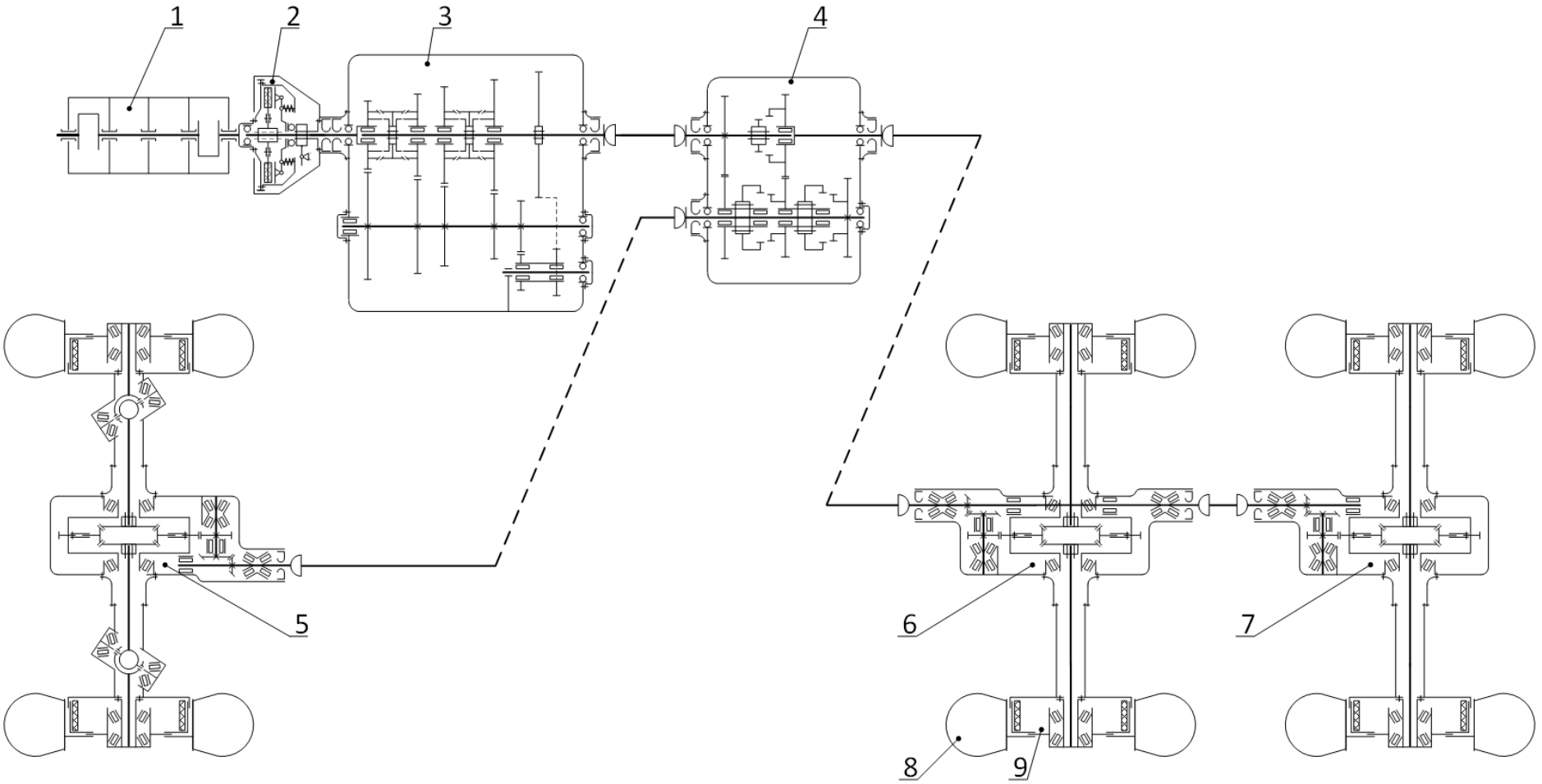


Рис. 19. Кинематическая схема трансмиссии ЗИЛ-131:
1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка переключения передач;
4 – раздаточная коробка; 5 – редуктор переднего моста с главной передачей; 6 – редуктор среднего моста с главной передачей; 7 – редуктор заднего моста с главной передачей; 8 – шины; 9 – колесные диски

3.1. Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Внешняя скоростная характеристика является основой технического расчета двигателя. Ее расчет ведется, как правило, по формуле С. Р. Лейдермана:

$$N_E = N_{E\,max} \cdot \left(a \cdot \left(\frac{n}{n_N}\right) + b \cdot \left(\frac{n}{n_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{n}{n_N}\right)^3\right), \quad (1)$$

где N_E – текущее значение эффективной мощности, кВт;

$N_{E\,max}$ – максимальное значение эффективной мощности, кВт;

a, b, c – постоянные для каждого типа двигателя коэффициенты (для бензинового двигателя $a = b = c = 1$, для дизельного двигателя $a = 0{,}53;\ b = 1{,}56;\ c = 1{,}09$;

n – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, $\text{об} \cdot \text{мин}^{-1}$;

n_N – частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, $\text{об} \cdot \text{мин}^{-1}$.

Эффективный вращающий момент двигателя M_E при этом определяется по формуле:

$$M_E = 9550 \cdot \frac{N_E}{n}, \quad (2)$$

где n – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, $\text{об} \cdot \text{мин}^{-1}$.

Далее последовательно задаются текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя от минимального, принимаемого в пределах от 500 до 800 $\text{об} \cdot \text{мин}^{-1}$, до максимального. Для пожарных автомобилей, базирующихся на шасси грузовых автомобилей, двигатели которых имеют ограничитель частоты вращения коленчатого вала, за максимальное значение частоты можно принять частоту вращения на 800 – 1000 оборотов больше, чем частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя.

Далее для заданных частот вращения коленчатого вала по формулам (1) и (2) рассчитываются значения эффективной мощности N_E и вращающего момента M_E двигателя.

Для примера в табл. 14 приведены параметры двигателя ЗИЛ-5081, необходимые для расчета внешней скоростной характеристики.

По данным технических характеристик и формулам (1) и (2) были рассчитаны значения эффективной мощности и вращающего момента для различных оборотов коленчатого вала. Для удобства расчет выполнялся в программе Microsoft Excel.

В результате для двигателя ЗИЛ-5081 получили табл. 15 с расчетными данными. По полученным значениям был построен график (рис. 20), соответствующий внешней скоростной характеристике двигателя.

Таблица 14. Исходные данные для расчета

Модель двигателя	ЗИЛ-5081
Тип двигателя	бензиновый
Максимальная полезная мощность $N_{E\,max}$, кВт при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	110,4 3200
Максимальный полезный крутящий момент $M_{E\,max}$, Н·м при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	401,8 1800-2000
Рабочий объем, л	6,0
Степень сжатия	6,5

Таблица 15. Внешняя скоростная характеристика ЗИЛ-5081

$N_{E\,max}$, кВт	n, об/мин	n_N, об/мин	N_E, кВт	M_E, Н · м
110,4	500	3200	12,89	246,16
	800		23,51	280,67
	1100		35,58	308,87
	1400		48,49	330,75
	1700		61,65	346,32
	2000		74,47	355,58
	2300		86,35	358,52
	2600		96,69	355,15
	2900		104,91	345,47
	3200		110,40	329,48

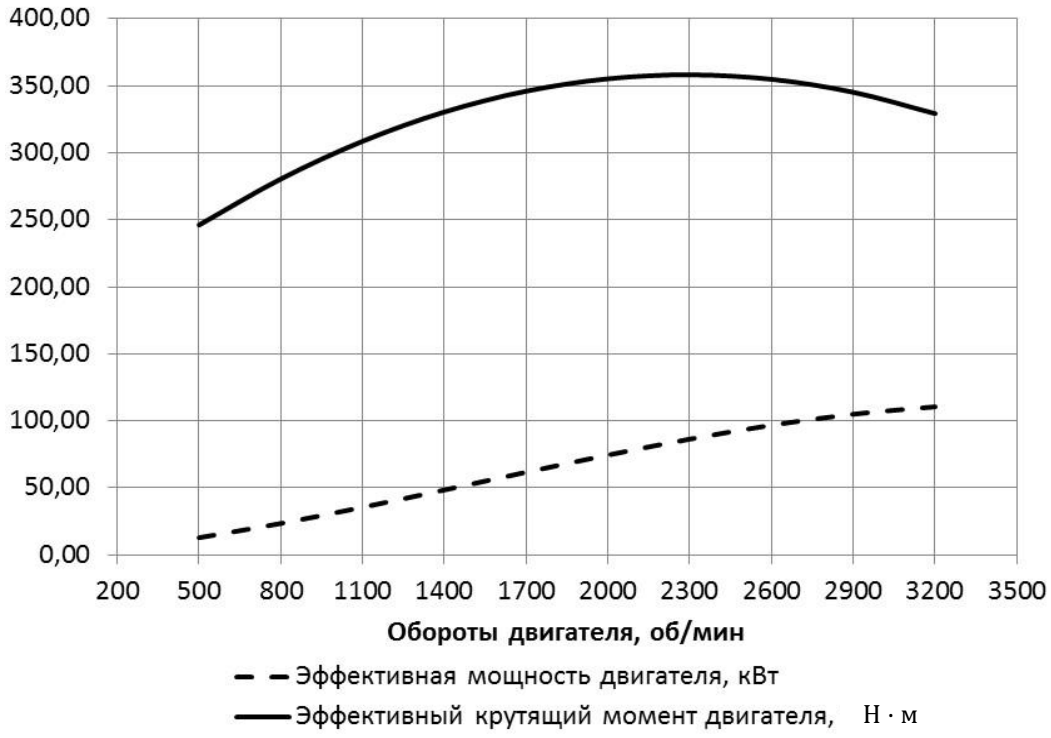


Рис. 20. Внешняя скоростная характеристика двигателя

Результаты расчета позволяют сделать вывод о том, что двигатель ЗИЛ-5081 обладает достаточно большими значениями мощности и крутящего момента в рабочем диапазоне оборотов. Полученные данные потребуются для расчета тяговой характеристики автомобиля, для чего следует выполнить расчет тяговых усилий на колесах, расчет скорости и ускорения на различных передачах.

3.2. Расчет тяговых характеристик автомобиля

Тяговое усилие на колесе определяется из выражения:

$$F_{K_i} = M_E \cdot u_{\text{КП}_i} \cdot u_{\text{Г}} \cdot \frac{\eta_{\text{ТР}}}{r_{\text{Д}}}, \quad (3)$$

где F_{K_i} – тяговое усилие при i-й ступени коробки передач, Н;

M_E – эффективный вращающий момент двигателя, принимаемый в соответствии с выбранными частотами вращения коленчатого вала по внешней скоростной характеристике, Н · м;

$u_{\text{КП}_i}$ – передаточное число i-й ступени коробки передач;

$u_{\text{Г}}$ – передаточное число главной передачи;

$\eta_{\text{ТР}}$ – коэффициент полезного действия трансмиссии;

$r_{\text{Д}}$ – динамический радиус колеса, м.

Коэффициент полезного действия (КПД) механической трансмиссии характеризует потери мощности в механизмах трансмиссии при ее передаче от первичного вала коробки передач до ведущих колес.

КПД механической трансмиссии $\eta_{\text{ТР}}$ равен произведению коэффициентов полезного действия входящих в трансмиссию механизмов:

$$\eta_{\text{ТР}} = \eta_{\text{КП}} \cdot \eta_{\text{К}} \cdot \eta_{\text{ДК}} \cdot \eta_{\text{Г}}, \quad (4)$$

где $\eta_{\text{КП}}$ - КПД коробки передач (основной), принимаемый 0,96…0,98;

$\eta_{\text{К}}$ - КПД карданной передачи, для одного шарнира $\eta_{\text{К}} = 0{,}995$;

$\eta_{\text{ДК}}$ – КПД дополнительной коробки (например, раздаточной), принимаемый в пределах 0,93…0,97;

$\eta_{\text{Г}}$ – КПД главной передачи, варьируемый в пределах 0,93…0,97.

Например, для автомобиля ЗИЛ-131 коэффициент полезного действия трансмиссии будет равен:

$$\eta_{\text{ТР}} = 0{,}97 \cdot 0{,}995^8 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}95 = 0{,}84$$

В примере применяется степень «8», поскольку в системе трансмиссии восемь шарниров карданной передачи (см. прил. 3).

Для расчета скорости движения автомобиля необходимо определить типоразмер шин, динамический и статический радиусы колеса.

Динамический радиус колеса $r_{Д}$ (м) в первом приближении принимается равным статическому радиусу прототипа $r_{СТ}$, который приводится в ГОСТ Р 52899 – 2007 [11] на пневматические шины для грузовых автомобилей.

При отсутствии данных по статическому радиусу для эластичных шин используется следующее выражение:

$$r_{Д} = 0{,}5 \cdot d + \lambda_{Ш} \cdot \Delta \cdot B_{Ш}, \quad (5)$$

где d – посадочный диаметр обода колеса, указанный в маркировке шины в мм или дюймах, м;

$\lambda_{Ш}$ – относительная радиальная деформация профиля шины (коэффициент смятия шины под нагрузкой), принимаемый $\lambda_{Ш} = 0{,}89 \ldots 0{,}9$;

Δ – отношение высоты профиля шины к ее ширине: для обычных автомобильных шин принимается $\Delta = 1$, для широкопрофильных и арочных указывается в маркировке шины;

$B_{Ш}$, – ширина профиля шины, указанная в маркировке, м.

Радиус качения колеса (кинематический) $r_{К}$ определяется экспериментально. При отсутствии экспериментальных данных для диагональных шин принимают $r_{К} = 1{,}02\, r_{Д}$, для радиальных шин $r_{К} = 1{,}04\, r_{Д}$.

Например, на автомобиль ЗИЛ-131 устанавливаются шины размерностью 12.00 R20, где:

12 – ширина профиля шины в дюймах;

00 – обозначение полнопрофильной шины для грузовых автомобилей, у которой два нуля через точку означают отношение высоты профиля к ширине, равное 100 %;

R – радиальная;

20 – монтажный диаметр шины (в дюймах).

Для этих шин динамический и кинематический радиусы будут равны:

$$r_{Д} = 0{,}5 \cdot 0{,}508 + 0{,}9 \cdot 1 \cdot 0{,}305 = 0{,}529 \text{ м};$$

$$r_{К} = 1{,}04 \cdot 0{,}529 = 0{,}55 \text{ м}.$$

Скорость движения автомобиля $\vartheta_{А}$ (м/с) при заданной частоте вращения коленчатого вала двигателя n (об/мин) с учетом передаточного числа трансмиссии вычисляется по формуле:

$$\vartheta_{А} = 0{,}105 \cdot r_{К} \cdot \frac{n}{u_{ТР}}, \quad (6)$$

где $r_{К}$ – кинематический радиус качения колеса, м;

$u_{ТР}$ – общее передаточное число трансмиссии.

Общее передаточное число трансмиссии $u_{ТР}$ определяется следующим выражением:

$$u_{ТР} = u_{КП} \cdot u_{Г}. \quad (7)$$

С двигателем ЗИЛ-5081 устанавливается механическая трехходовая пятиступенчатая коробка переключения передач с синхронизаторами на всех передачах, кроме пятой передачи, с рычагом переключения передач. Передаточные числа представлены в табл. 16. Там же приведен результат расчета общего передаточного числа трансмиссии.

Таблица 16. Передаточные числа трансмиссии ЗИЛ-131

Число передач	Передаточные числа на передачах, $u_{КПi}$	Передаточное число главной передачи, $u_{Г}$	Общее передаточное число трансмиссии $u_{ТР}$
1	7,44	7,339	54,60
2	4,10		30,09
3	2,29		16,81
4	1,47		10,79
5	1,00		7,34

Для удобства расчет тяговой характеристики автомобиля ЗИЛ-131 выполним в программе Microsoft Excel. В результате получим табл. 17 с расчетными данными.

Таблица 17. Тяговые характеристики автомобиля ЗИЛ-131

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин									
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200
1	F_{k1} (Н)	21389,08	24387,47	26837,34	28738,70	30091,54	30895,87	31151,67	30858,96	30017,74	28627,99
	V_{A1} (м/с)	0,53	0,85	1,16	1,48	1,80	2,11	2,43	2,75	3,07	3,38
2	F_{k2} (Н)	11786,99	13439,33	14789,40	15837,19	16582,70	17025,95	17166,92	17005,61	16542,03	15776,18
	V_{A2} (м/с)	0,96	1,53	2,11	2,69	3,26	3,84	4,41	4,99	5,56	6,14
3	F_{k3} (Н)	6583,47	7506,36	8260,42	8845,65	9262,05	9509,61	9588,35	9498,26	9239,33	8811,57
	V_{A3} (м/с)	1,72	2,75	3,78	4,81	5,84	6,87	7,90	8,93	9,96	10,99
4	F_{k4} (Н)	4226,07	4818,49	5302,54	5678,21	5945,51	6104,43	6154,97	6097,13	5930,92	5656,34
	V_{A4} (м/с)	2,67	4,28	5,88	7,49	9,09	10,70	12,30	13,91	15,51	17,12
5	F_{k5} (Н)	2874,88	3277,89	3607,17	3862,73	4044,56	4152,67	4187,05	4147,71	4034,64	3847,85
	V_{A5} (м/с)	3,93	6,29	8,65	11,01	13,37	15,73	18,09	20,45	22,80	25,16

Примечание: для перевода м/с (метры в секунду) в км/ч (километры в час), надо умножить данное значение на коэффициент 3,6.

По полученным значениям построим график параметров тяговых характеристик автомобиля (рис. 21).

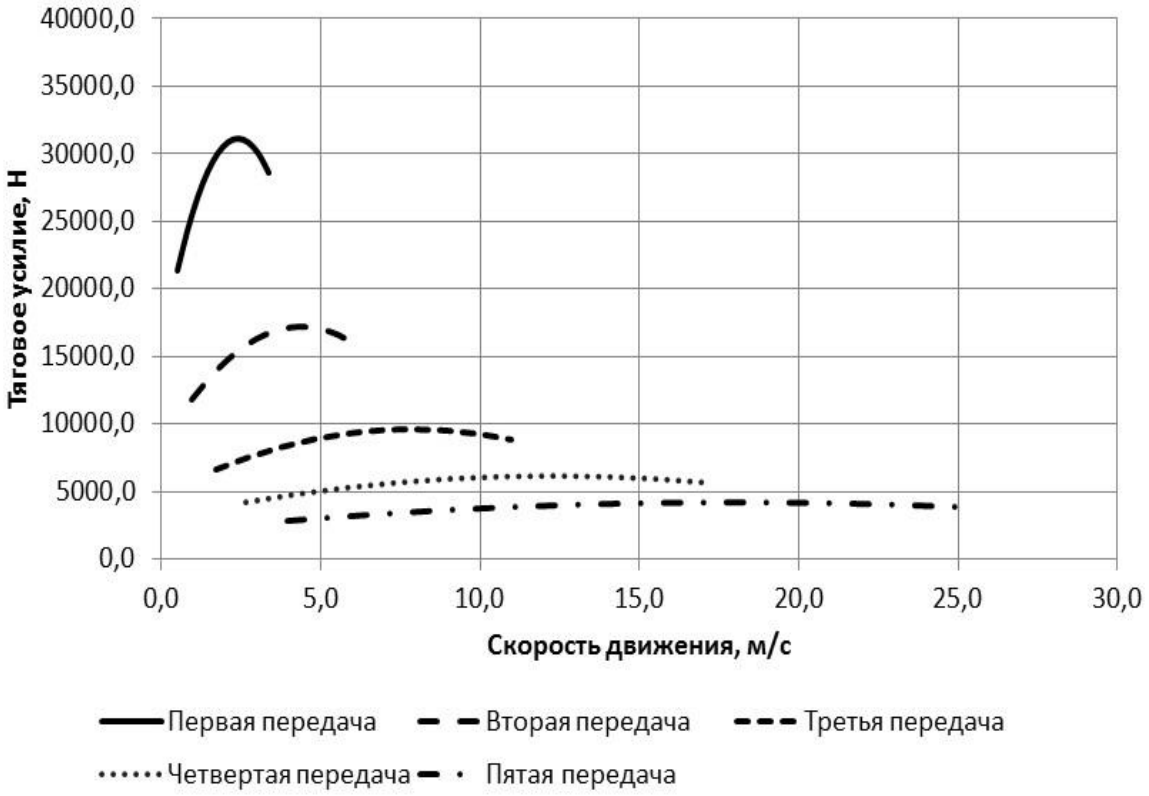


Рис. 21. Тяговая характеристика автомобиля ЗИЛ-131

В результате расчета получили диапазон значений тягового усилия на ведущих колесах автомобиля АЦ 2,5–40 (131) 137А для каждой передачи, представленной в графике на рис. 21. Там же можно увидеть диапазон развиваемой скорости движения автомобиля.

3.3. Расчет динамической характеристики автомобиля

Для построения динамической характеристики автомобиля пользуются уравнением динамического фактора D, предложенного академиком Е. А. Чудаковым для сравнительной оценки динамических свойств автомобилей с различными техническими характеристиками Е. А. Чудакова:

$$D_i = \frac{\left(F_{\text{К}_i} - F_{\text{В}}\right)}{G_{\text{А}}}, \tag{8}$$

где $F_{\text{К}_i}$ – тяговое усилие при i-й ступени коробки передач, Н;

$F_{\text{В}}$ – сила сопротивления воздуха, Н;

$G_{\text{А}}$ – сила тяжести, Н.

Сила сопротивления воздуха определяется через фактор обтекаемости и скорость движения автомобиля:

$$F_{\text{В}} = K_{\text{В}} \cdot \vartheta_{\text{А}}^2 \quad (9)$$

где $K_{\text{В}}$ – фактор обтекаемости автомобиля;

$\vartheta_{\text{А}}$ – скорость движения автомобиля, м/с.

Коэффициент обтекаемости и площадь Миделя – это аэродинамические свойства автомобиля, которые характеризуются фактором обтекаемости, представляющим собой произведение коэффициента обтекаемости $k_{\text{В}}$ и площади лобового сопротивления Миделя $S_{\text{М}}$.

Коэффициент обтекаемости $k_{\text{В}}$ равен силе сопротивления воздуха, действующей на один квадратный метр лобовой площади автомобиля при скорости его движения $1\ \text{м/с}$. Значение $k_{\text{В}}$ варьируется в пределах 0,55…0,70.

Площадь Миделя $S_{\text{М}}$ равна площади проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную его продольной оси. В проектных расчетах она определяется из выражения:

$$S_{\text{М}} = \alpha \cdot B_{\text{А}} \cdot H_{\text{А}}, \quad (10)$$

где α = 0,75…0,90 для грузовых автомобилей и автопоездов;

$B_{\text{А}}$ – габаритная ширина автомобиля, м;

$H_{\text{А}}$ – габаритная высота автомобиля, м.

Например, для автомобиля АЦ 2,5–40 (131) 137А площадь Миделя будет равна:

$$S_{\text{М}} = 0{,}85 \cdot 2{,}5 \cdot 2{,}95 = 6{,}27\ \text{м}^2.$$

Фактор обтекаемости $K_{\text{В}}$ определяется следующим образом:

$$K_{\text{В}} = k_{\text{В}} \cdot S_{\text{М}}. \quad (11)$$

Для автомобиля АЦ 2,5–40 (131) 137А фактор обтекаемости будет равен:

$$K_{\text{В}} = 0{,}65 \cdot 6{,}27 = 4{,}08.$$

Для удобства выполним расчет динамической характеристики пожарного автомобиля выполним его в программе Microsoft Excel. Данные по тяговому усилию на колесе $F_{\text{К}}$ и скорости движения $\vartheta_{\text{А}}$ взяты из табл. 17. В результате получим табл. 18 с расчетными данными.

Таблица 18. Параметры динамических характеристик автомобиля

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин									
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200
1	F_{B1} (Н)	1,1	2,9	5,5	8,9	13,2	18,2	24,1	30,8	38,3	46,7
	D_1	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28	0,27
2	F_{B2} (Н)	3,8	9,6	18,2	29,4	43,4	60,0	79,4	101,5	126,2	153,7
	D_2	0,11	0,12	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,14
3	F_{B3} (Н)	12,0	30,8	58,2	94,3	139,0	192,4	254,5	325,2	404,6	492,7
	D_3	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
4	F_{B4} (Н)	29,2	74,7	141,3	228,8	337,4	467,0	617,7	789,3	981,9	1195,6
	D_4	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
5	F_{B5} (Н)	63,1	161,5	305,3	494,5	729,2	1009,2	1334,7	1705,6	2121,9	2583,6
	D_5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01

По расчетным данным табл. 18, был построен график динамической характеристики автомобиля АЦ 2,5–40 (131) 137А, представленный на рис. 22. Автоцистерна имеет небольшие площадь Миделя и коэффициент обтекаемости, что обеспечивает относительно хорошие динамические характеристики.

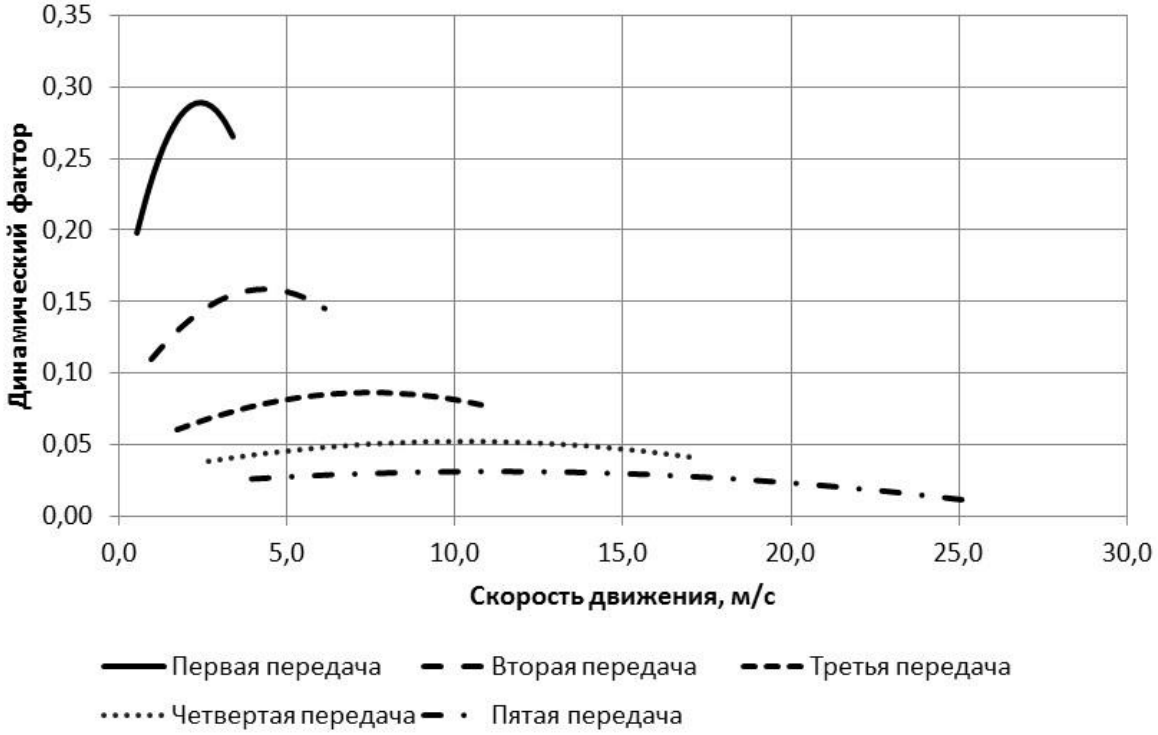


Рис. 22. Динамические характеристики автомобиля
АЦ 2,5–40 (131) 137А

3.4. Расчет ускорения автомобиля

Еще одной характеристикой, оказывающей серьезное влияние на оперативность пожарных автомобилей, является ускорение автомобиля. Оно позволяет быстрее набирать необходимую скорость движения после старта или маневрирования автомобиля.

Ускорение автомобиля j_A на горизонтальной дороге определяется следующим образом:

$$j_A = \frac{(D_i - \psi) \cdot g}{\delta}, \quad (12)$$

где D_i – динамический фактор для i-й ступени коробки передач;

ψ – суммарный коэффициент сопротивления дороги, принимаемый для расчетов равным 0,02;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

δ – коэффициент учета вращающихся масс.

Коэффициент учета вращающихся масс определяется по выражению:

$$\delta = 0{,}05 + 1 + 0{,}07 \cdot u_{\text{КП}}^2, \quad (13)$$

где $u_{\text{КП}}$ – передаточное число коробки передач (выбирается в соответствии с рассчитываемой передачей).

Для удобства выполним расчет ускорения пожарного автомобиля в программе Microsoft Excel. В результате получим табл. 19 с расчетными данными.

Таблица 19. Ускорение ЗИЛ-131 на разных передачах

Передача	Параметр	Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин									
		500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200
1	J_{A1} (м/с^2)	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5
2	J_{A2} (м/с^2)	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
3	J_{A3} (м/с^2)	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	J_{A4} (м/с^2)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
5	J_{A5} (м/с^2)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1

Примечание: коэффициенты учета вращающихся масс для каждой передачи были определены расчетным путем:

$\delta_1 = 1{,}571$;
$\delta_2 = 1{,}337$;
$\delta_3 = 1{,}21$;
$\delta_4 = 1{,}153$;
$\delta_5 = 1{,}12$

.

По полученным значениям построим график ускорения автомобиля на разных передачах (рис. 23).

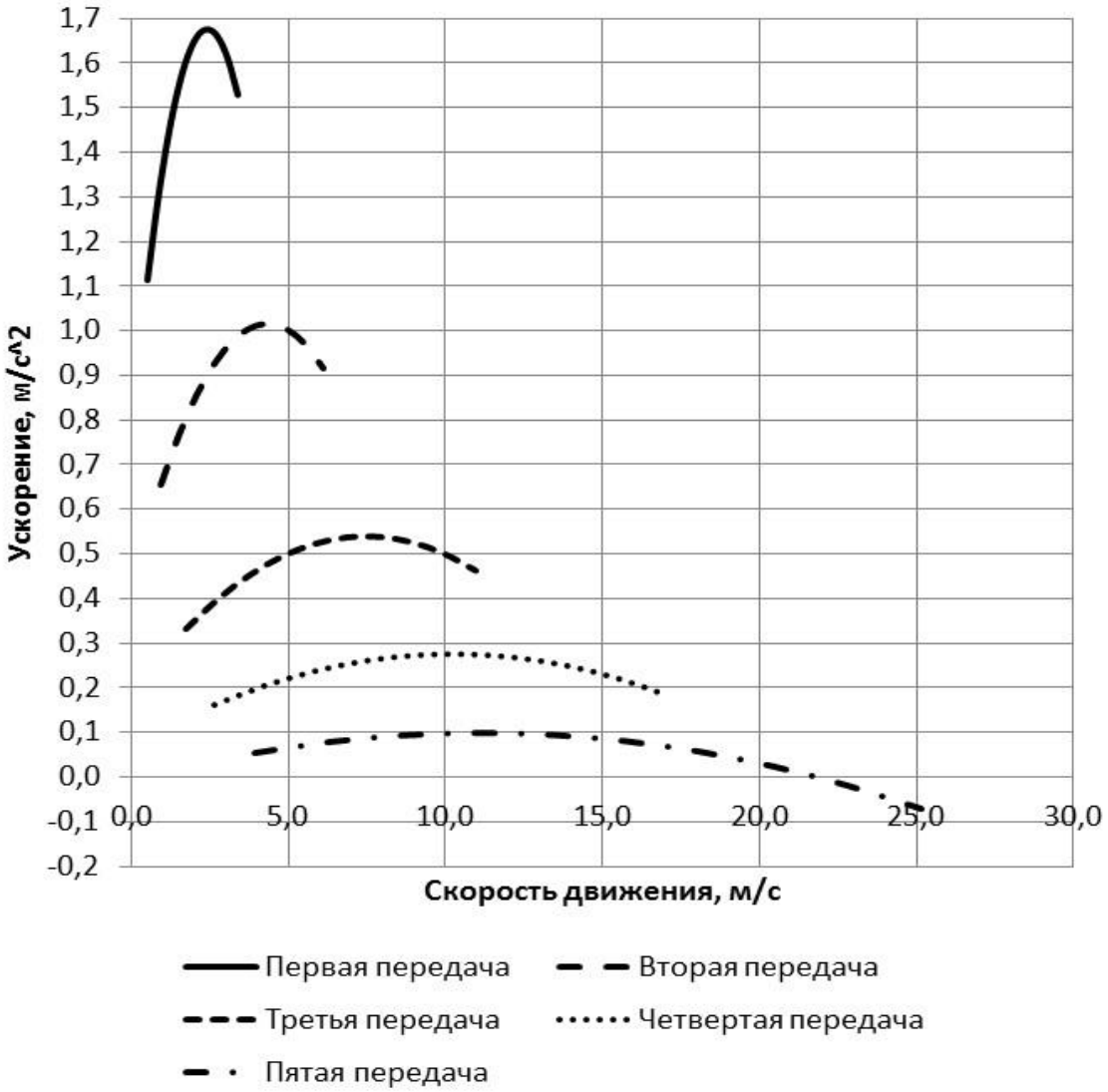


Рис. 23. Ускорение автомобиля на разных передачах

Из расчетных данных табл. 19 и графика на рис. 23 видно, что ускорение автомобиля АЦ 2,5–40 (131) 137А зависит от динамического фактора и возникающих сопротивлений движению. Повышение передачи и увеличение скорости движения приводят к снижению динамических характеристик и ускорения автомобиля.

Описанная методика расчета позволяет определять тяговые и динамические характеристики выбранного автомобиля, анализировать влияние параметров трансмиссии на изменение этих характеристик, а также сравнивать разные автомобили и делать вывод об их энерговооруженности и оперативности.

ГЛАВА 4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПОЖАРНОГО НАСОСА

4.1. Назначение и устройство дополнительной трансмиссии

На пожарных автомобилях, имеющих специальные агрегаты (пожарный насос, генератор, гидронасос), кроме основной трансмиссии для привода ведущих колес устанавливают дополнительную трансмиссию, как правило, механическую. Она состоит из коробки отбора мощности (КОМ) и/или дополнительной коробки отбора мощности (ДКОМ), карданных валов, промежуточных опор и системы управления трансмиссией.

Коробки отбора мощности предназначены для привода различных агрегатов, устанавливаемых на автомобильное шасси, посредством карданной передачи или гидравлического насоса. Они применяются на пожарных автомобилях, оснащенных различными специальными агрегатами, на коммунальных машинах и другой спецтехнике. В качестве примера на рис. 24 представлена схема коробки отбора мощности в разборе автомобилей УРАЛ-4320 и УРАЛ-5557 [16].

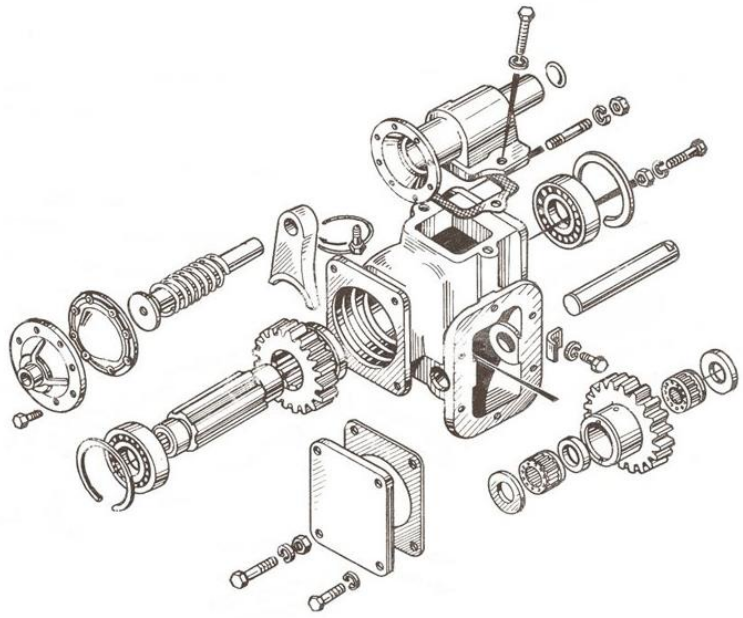


Рис. 24. Схема коробки отбора мощности УРАЛ-4320 и УРАЛ-5557

Схемы дополнительных трансмиссий пожарных автомобилей определяются особенностями базового шасси и размещением специального агрегата. В конструкциях основных пожарных автомобилей насосные установки имеют среднее или заднее расположение. Наиболее распространенные схемы дополнительной трансмиссии представлены на рис. 25 [15].

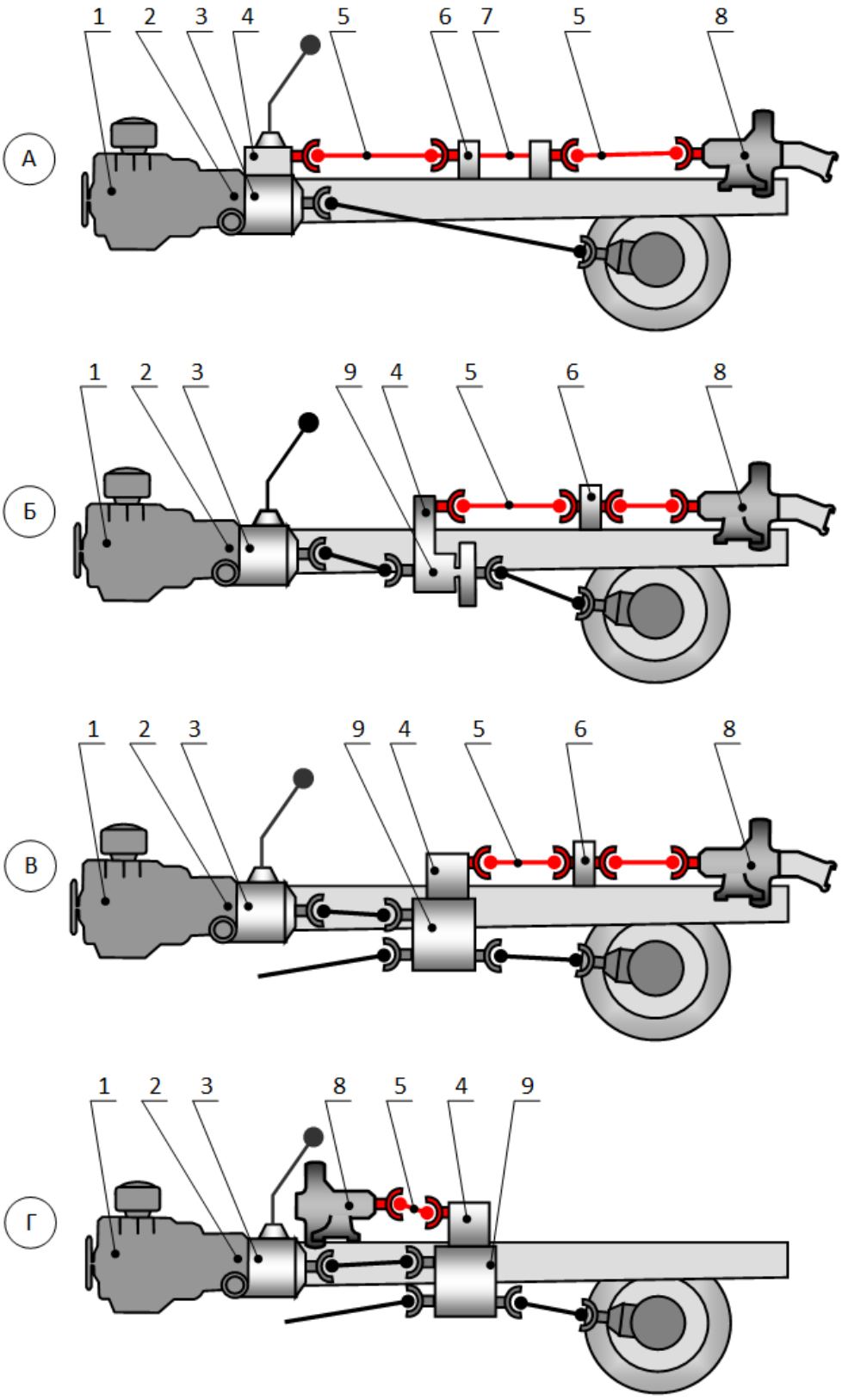


Рис. 25. Схемы дополнительных трансмиссий
пожарных автомобилей:
1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка переключения передач;
4 – коробка отбора мощности; 5 – карданный вал; 6 – промежуточная
опора; 7 – промежуточный вал; 8 – спецагрегат; 9 – раздаточная коробка

4.2. Методика выполнения расчета

При оценке возможности совместной работы пожарного насоса (или другого специального агрегата) и двигателя автомобиля необходимо учитывать параметры дополнительной трансмиссии: конструкцию, передаточное число и коэффициент полезного действия. Кроме того, необходимо учитывать параметры работы пожарного насоса и двигателя автомобиля при изменении их частот вращения.

При изменении частоты вращения вала пожарного насоса изменяются и его основные параметры: подача **Q**, напор **H** и потребляемая мощность $\mathbf{N}_{\text{ПН}}^{\text{потр}}$.

Для определения изменений подачи, напора и потребляемой мощности при изменении частоты вращения вала для центробежных насосов, приводимых от двигателей внутреннего сгорания, при отсутствии кавитации существуют следующие зависимости:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow Q_2 = Q_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}, \quad (14)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2} \rightarrow H_2 = H_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2, \quad (15)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3} \rightarrow N_2 = N_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3, \quad (16)$$

где Q_1, H_1 и N_1 – параметры насоса при частоте вращения вала рабочего колеса n_1;

Q_2, H_2 и N_2 – параметры насоса при частоте вращения вала рабочего колеса n_2.

После определения этих параметров и соответствующих им частот вращения можно свести данные в общую таблицу. В табл. 20 представлены расчетные данные по формулам (14) – (16) для пожарного насоса ПН-40УВ.

Таблица 20. Параметры пожарного насоса ПН-40УВ

№	Обороты насоса n, об/мин	Подача насоса Q, л/с	Напор насоса H, м.в.ст.	Потребляемая мощность $N_{\text{ПН}}^{\text{потр}}$, кВт
1	2700	40,00	100,00	64,40
2	2400	35,56	79,01	45,23
3	2100	31,11	60,49	30,30
4	1800	26,67	44,44	19,08
5	1500	22,22	30,86	11,04
6	1200	17,78	19,75	5,65
7	900	13,33	11,11	2,39
8	600	8,89	4,94	0,71

При расчете параметров насоса ПН-40УВ за отправную точку были взяты номинальные значения оборотов, подачи и напора из технической характеристики агрегата, которые представлены в первой строке табл. 20. Далее самостоятельно были заданы значения оборотов **n** и по формулам (14) – (16) рассчитаны параметры насоса, соответствующие этим оборотам.

Для примера ниже приведен расчет параметров совместной работы пожарного насоса ПН-40УВ и автомобиля ЗИЛ-131.

Схема дополнительной трансмиссии указанного автомобиля соответствует показанной на рис. 25, В, а кинематическая схема представлена в прил. 3.

Таким образом, крутящий момент от двигателя через сцепление, пятую передачу коробки переключения передач, раздаточную коробку и коробку отбора мощности подводится к пожарному насосу. Следовательно, за счет передаточных чисел редукторов и коэффициентов полезного действия крутящий момент, обороты и значение мощности изменяются.

Передаточное число $\boldsymbol{u}$ простейшей передачи, состоящей из ведущей и ведомой шестерен, определяется следующими соотношениями:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{r_2}{r_1}, \quad (17)$$

где n_1 – частота вращения;
n_2 – частота вращения ведомой шестерни;
z_2 – число зубьев ведомой шестерни;
z_1 – число зубьев ведущей шестерни;
r_2 – радиус ведомой шестерни;
r_1 – радиус ведущей шестерни.

При $u < 1$ передача является повышающей, а при $u > 1$ – понижающей. Если трансмиссия пожарного автомобиля состоит из нескольких агрегатов, каждый из которых имеет свое передаточное число, то общее передаточное число трансмиссии будет равно:

$$u_{\text{ОБЩ}} = u_1 \cdot u_2 \cdot \ldots \cdot u_n \quad (18)$$

КПД трансмиссии оценивается потерей мощности при ее передаче от двигателя к исполнительному механизму (специальному агрегату) и определяется по формуле:

$$\eta = \frac{N_m}{N_e} = \frac{N_e - N_n}{N_e} = 1 - \frac{N_n}{N_e}, \quad (19)$$

где N_m – мощность, передаваемая к специальному агрегату;
N_e – эффективная мощность двигателя;
N_n – мощность механических потерь в трансмиссии.

КПД определяется экспериментально на стенде замером значений указанных мощностей. Величина **η** в значительной степени зависит от конструкции трансмиссии, скорости вращения ее элементов, передаваемого

крутящего момента, а также от вязкости и уровня масла в агрегатах трансмиссии.

Для трансмиссий, состоящих из нескольких узлов и агрегатов, общий КПД определяется по формуле:

$$\eta_{\text{ОБЩ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \ldots \cdot \eta_n, \quad (20)$$

где $\eta_1, \eta_2, , \eta_n,$ – соответственно КПД промежуточных узлов и агрегатов, составляющих трансмиссию.

Как следует из описания насоса ПН-40УВ, номинальная частота вращения вала рабочего колеса составляет 2700 об/мин.

Поскольку вал рабочего колеса насоса связан с ведомым валом коробки отбора мощности напрямую без редукторов, то он так же должен вращаться с частотой 2700 об/мин.

Коробка отбора мощности, как правило, соединяется напрямую с первичным валом раздаточной коробки, то есть ее вал и первичный вал раздаточной коробки вращаются с одинаковыми оборотами. Такая схема реализована в конструкции раздаточных коробок автомобилей КамАЗ и Урал. Однако могут быть исключения. Поэтому перед выполнением расчета, необходимо внимательно изучить конструкции коробки отбора мощности и раздаточной коробки заданного автомобиля.

Например, автомобиль ЗИЛ-131 имеет коробку отбора мощности, устанавливаемую на первичный вал раздаточной коробки, с передаточным числом $u = 0{,}76$.

Как правило, работа двигателя с пожарным насосом осуществляется на пятой передаче КПП. Для автомобилей ЗИЛ-131 передаточное число для пятой передачи $u = 1{,}0$.

Тогда по формуле (18), общее передаточное число трансмиссии для привода пожарного насоса составит:

$$u_{\text{ОБЩ}} = u_{\text{КПП5}} \cdot u_{\text{КОМ}} = 1{,}0 \cdot 0{,}76 = 0{,}76.$$

По формуле (17) определяем обороты коленчатого вала двигателя, соответствующие номинальному значению оборотов вала пожарного насоса:

$$n_{\text{ДВС}} = u_{\text{ОБЩ}} \cdot n_{\text{ПН}} = 0{,}76 \cdot 2700 = 2052 \text{ об/мин}.$$

Полученное значение оборотов двигателя не выходит за пределы рабочих оборотов, так как номинальные обороты ЗИЛ-131 равны 3200 об/мин, а максимальный крутящий момент достигается при 2000 об/мин. В табл. 21 представлены расчетные данные по оборотам двигателя, соответствующим оборотам вала насоса, указанным в табл. 20.

Таблица 21. Расчетные параметры работы двигателя и пожарного насоса

$n_{ДВС}$, об/мин	$N_{E\ max}$, кВт	n_N, об/мин	N_E, кВт	M_E, Нм	$N_{ПН}^{подв}$, кВт
2052	110	3200	86,76	403,80	76,01
1824	110	3200	78,07	408,74	68,39
1596	110	3200	68,58	410,35	60,07
1368	110	3200	58,53	408,63	51,28
1140	110	3200	48,17	403,57	42,20
912	110	3200	37,74	395,18	33,06
684	110	3200	27,46	383,45	24,06
456	110	3200	17,59	368,40	15,41

Общий КПД дополнительной трансмиссии пожарного автомобиля определяем в соответствии с формулой (20):

$$\eta_{ОБЩ} = \eta_{КПП5} \cdot \eta_{РК} \cdot \eta_{КОМ} \cdot \eta_{КАРД} \cdot \eta_{ОПОР}, \quad (21)$$

где $\eta_{КПП5}$ – КПД коробки переключения передач на пятой передаче;

$\eta_{РК}$ – КПД раздаточной коробки;

$\eta_{КОМ}$ – КПД коробки отбора мощности;

$\eta_{КАРД}$ – КПД карданной передачи;

$\eta_{ОПОР}$ – КПД опорных подшипников карданной передачи.

Для автомобильных коробок передач обычно $\eta = 0{,}98 - 0{,}99$ на прямой передаче, $0{,}97 - 0{,}98$ – на понижающих и $0{,}95 - 0{,}96$ на первой передачах. Для карданных передач с крестовинами $\eta = 0{,}98 - 0{,}99$. Для опорных подшипников карданной передачи $\eta = 0{,}99$. В результате КПД дополнительной трансмиссии равен:

$$\eta_{ОБЩ} = 0{,}98 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}99^3 \cdot 0{,}99^4 = 0{,}876.$$

КПД для карданной передачи принят в третьей степени, потому что в схеме дополнительной трансмиссии ЗИЛ-131 имеется три карданных вала. Аналогично для КПД опорных подшипников две опоры находятся на раме и две – в масляной ванне насоса.

Далее определим внешнюю скоростную характеристику двигателя ЗИЛ-131 при оборотах коленчатого вала, соответствующих оборотам вала пожарного насоса. Для определения оборотов двигателя воспользуемся формулой (17) и заданными оборотами насоса из табл. 20.

Внешняя скоростная характеристика является основой технического расчета двигателя. Подробное описание методики расчета представлено в главе 3 (§3.1).

Результаты расчета эффективной мощности N_E и эффективного вращающего момента M_E сведены в таблицу 21.

Определим мощность, передаваемую (подводимую) к насосу через дополнительную трансмиссию от двигателя:

$$N_{ПН}^{подв} = N_E \cdot \eta_{ОБЩ}, \quad (22)$$

где N_E – расчетные значения эффективной мощности;

$\eta_{ОБЩ}$ – общий КПД дополнительной трансмиссии.

Полученные данные по подаче насоса **Q**, напору **H**, подводимой $\mathbf{N}_{\text{ПН}}^{\text{подв}}$ и потребляемой $\mathbf{N}_{\text{ПН}}^{\text{потр}}$ мощности из табл. 20 и 21 представим в виде графика на рис. 26.

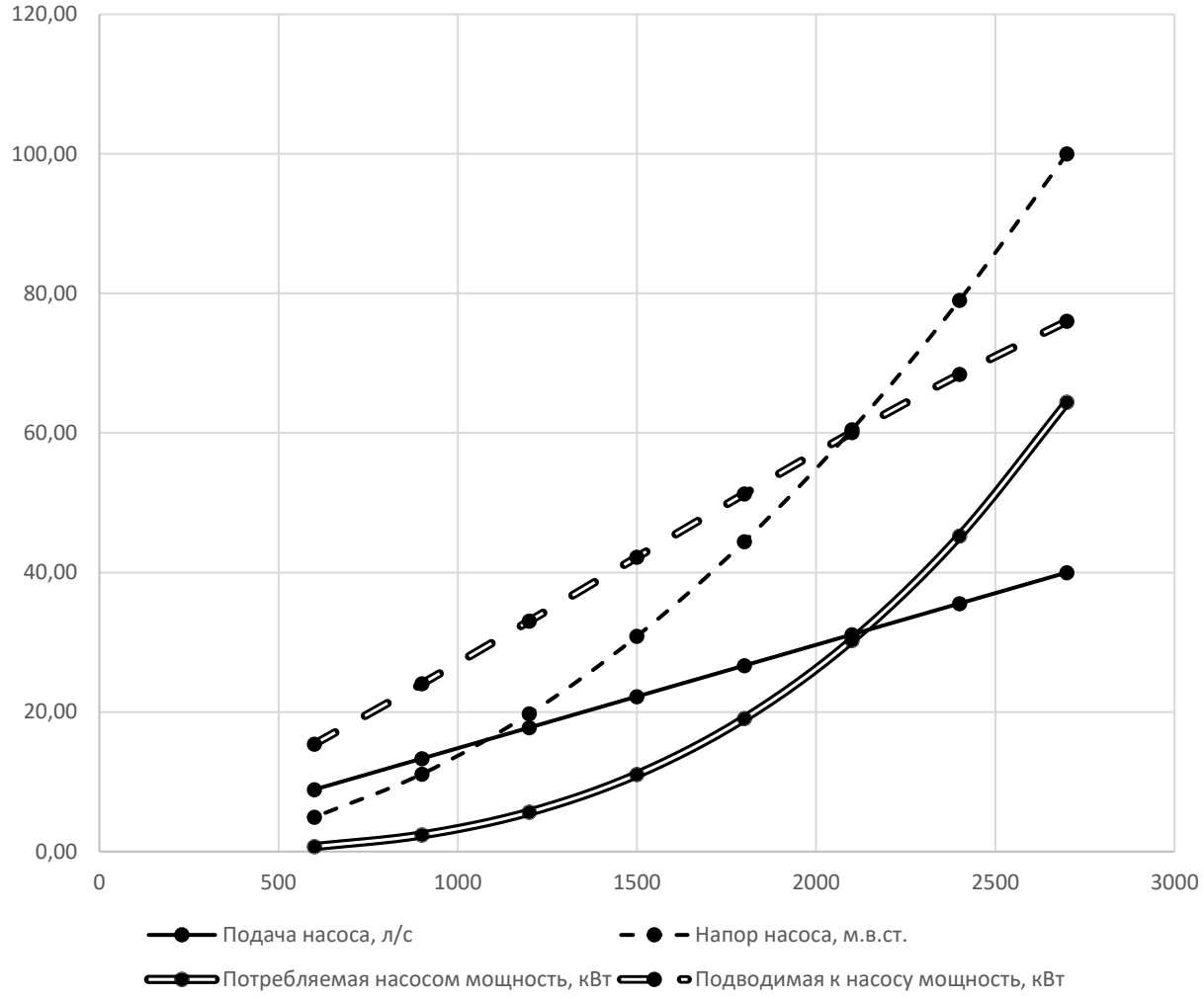


Рис. 26. Результаты расчета

В результате расчетов можно сделать вывод, что двигатель способен обеспечить необходимое значение мощности для привода пожарного насоса во всем диапазоне его рабочих параметров. В свою очередь пожарный насос способен обеспечить заявленные характеристики подачи **Q** и напора **H**.

Однако возможна ситуация, при которой двигатель заданного базового шасси не сможет обеспечить работу пожарного насоса во всем диапазоне оборотов. В этом случае следует проанализировать, какой из параметров можно изменить, чтобы оптимизировать работу системы *двигатель – трансмиссия – насос*, принять проектное решение по изменению этого параметра и подтвердить его расчетом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из задач профессиональной деятельности выпускника является организация эксплуатации пожарной, аварийно-спасательной и приспособленной техники, оборудования и снаряжения. Для этого необходимо знать устройство технических средств, правила и особенности их применения.

В процессе выполнения курсового проекта обучающиеся знакомятся с теоретическим материалом по устройству пожарных автомобилей и пожарных насосов, их взаимосвязью, методиками расчета основных параметров, влияющих на оперативность пожарных автомобилей и производительность насоса; с особенностями согласования режима работы приводного двигателя и пожарного насоса.

Проектная составляющая заключается в расчете параметров системы *двигатель – трансмиссия – насос*, изучении полученных результатов графоаналитическим методом и предложении обоснованных технических решений по оптимизации заданной системы.

Для этого создается кинематическая схема заданного базового шасси, дополнительной трансмиссии и насоса, рассчитываются и сравниваются тягово-динамические показатели шасси и параметры насоса. На основании полученных данных делается вывод о необходимости оптимизации какого-либо параметра системы, который подтверждается расчетным путем.

Выполнение курсового проекта способствует формированию у обучающихся способности к организации эксплуатации, ремонта и обслуживания технических средств, используемых для предупреждения, тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, а также к обеспечению оперативной и технической готовности мобильных средств пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : лабораторный практикум. В. В. Крудышев, И. С. Лазарев, С. В. Балаба, А. В. Филиппов. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 76 с.
2. Бачин, О. П. Лесные машины. Кинематические схемы трансмиссий автотранспортных средств лесного комплекса : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / О. П. Бачин, А. М. Жигалов. – Архангельск : РИО АГТУ, 2003. – 65 с.
3. Вахламов, В. К. Автомобили: Эксплуатационные свойства : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – 5-е изд., стер. – Москва : Академия, 2012. – 240 с.ГОСТ Р 21.101–2020 Национальный стандарт Российской Федерации. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.
4. ГОСТ 2.303–68 ЕСКД. Линии (с Изменениями № 1, 2, 3).
5. ГОСТ 2.701–84. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению (с Изменениями № 1, 2).
6. ГОСТ 2.703–2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения кинематических схем.
7. ГОСТ 2.721–74. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).
8. ГОСТ 2.747–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений (с Изменением № 1).
9. ГОСТ 2.770–68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики (с Изменением № 1).
10. ГОСТ 34350–2017. Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
11. ГОСТ Р 52899–2007. Шины пневматические для грузовых механических транспортных средств и прицепов. Технические условия.
12. ГОСТ Р 58715–2019. Техника пожарная. Специальные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
13. Коробки отбора мощности ZMT : сайт. – URL: https://zmtrus.ru/korobki-otbora-moschnosti/ (дата обращения: 28.09.2022).
14. Осипов, А. Г. Пожарная техника : учебное пособие / А. Г. Осипов. – Иркутск : ВСИ МВД России, 2001. – 105 с.
15. Пожарная техника : Учебник в 2 частях. Часть 2 / А. И. Преснов, М. А. Марченко, В. Н. Ложкин и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016 – 404 с.

16.«Урал»-4320, 5557: коробка отбора мощности: сайт. – URL: https://az-ural.ru/use/articles/ural-4320-5557-korobka-otbora-moshchnosti (дата обращения: 28.09.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Образец оформления титульного листа



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

УНК Пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине «Пожарная, специальная и аварийно-спасательная техника»

«Проектирование параметров совместной работы автомобиля и пожарного насоса»
20.05.01 – 06 –177И

Выполнил:
курсант учебной группы ПБ-931
рядовой внутренней службы _____ И. И. Иванов
(подпись)
Зачетная книжка № 012567

Руководитель:
доцент кафедры ПАСТиСТС,
к.т.н., доцент,
майор внутренней службы _____ П. П. Петров
(подпись)

К защите допустить 12.12.2022 г.
(дата)

Оценка _____

Екатеринбург, 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Образец оформления задания на курсовой проект

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по теме «Проектирование параметров совместной работы автомобиля ЗИЛ-131 и пожарного насоса ПН-40УВ»

Вариант 177И

1.Исходные данные по варианту

Автомобиль	**Вариант 1**
Базовое шасси ПА	ЗИЛ-131
Характеристики:	
- колесная формула	6х6
- габаритные размеры, ДхШхВ, мм	6900х2500х2950
- полная масса, кг	10185
- маркировка шин	12,00-R20
- максимальная скорость движения, км/ч	80
- передаточное число главной передачи	7,339
Двигатель и коробка переключения передач	**Вариант 7**
Марка и модель ДВС	ЗИЛ-5081
Характеристики:	
- тип двигателя	бензиновый, без турбонаддува
- максимальная полезная мощность, кВт	110,4
при оборотах коленчатого вала, об/мин	3200
- максимальный полезный крутящий момент, Нм	401,8
при оборотах коленчатого вала, об/мин	1800-2000
Марка и модель КПП	ЗИЛ-131
Тип КПП	Механическая, трехвальная, пятиступенчатая
Передаточные числа КПП:	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7,44	4,10	2,29	1,47	1,0	-	-	-	-

Коробка отбора мощности	**Вариант 7**
Марка и модель КОМ	КОМ-1
Характеристики:	
- передаточное число	0,76
- допустимый отбор мощности, кВт	60
Пожарный насос	**Вариант И**
Марка и модель ПН	ПН-40УВ
Номинальная подача, л/с	40
Номинальный напор, м.в.ст	100
Номинальные обороты, об/мин	2700

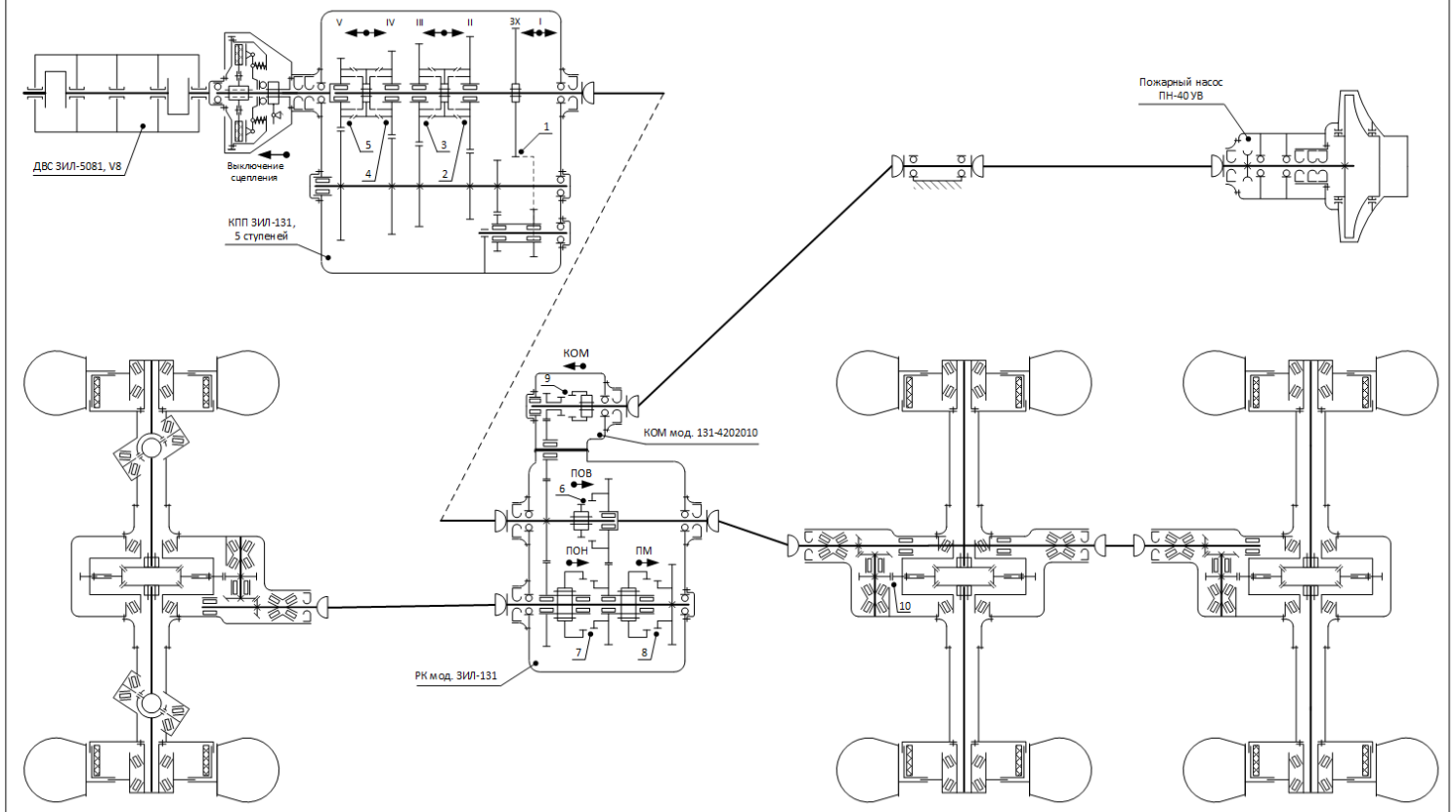
2. План-график выполнения курсового проекта

№ пп	Этапы курсового проекта	Сроки выполнения	Отметка о выполнении
1	Получение и оформление задания	Сентябрь 2022	
2	Глава 1 «Описание и технические характеристики базового шасси и пожарного насоса»	Сентябрь 2022	
3	Разработка кинематической схемы	Сентябрь-октябрь 2022	
4	Глава 2 «Расчет тягово-динамических характеристик»	Октябрь 2022	
5	Глава 3 «Расчет параметров работы пожарного насоса»	Ноябрь 2022	
6	Введение, заключение	Ноябрь 2022	
7	Оформление курсового проекта	Ноябрь 2022	
8	Проверка и рецензирование	Декабрь 2022	
9	Защита курсового проекта	Декабрь 2022	

Задание получил
курсант учебной группы ПБ-931
рядовой внутренней службы _____ И. И. Иванов
Зачетная книжка № _____
«____» _____ 2022г.

Задание выдал
доцент кафедры ПАСТиСТС,
к.т.н., доцент, майор внутренней службы _____ П. П. Петров
«____» _____ 2022г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Пример выполнения принципиальной кинематической схемы



№	Наименование	Передаточное число
1	Первая передача	u = 7,44
2	Вторая передача	u = 4,10
3	Третья передача	u = 2,29
4	Четвертая передача	u = 1,47
5	Пятая передача	u = 1,00
6	Повышенная передача РК	u = 1,00
7	Пониженная передача РК	u = 2,08
8	Включение переднего моста	u = 1,00
9	Передача КОМ	u = 0,41
10	Главная передача	u = 7,339

КП 20.05.01-06-177И.КЗ

Кинематическая схема трансмиссии ЗИЛ-131 с пожарным насосом ПН-40

Изм. Лит № докум. Подп. Дата

Разраб. Иванов И.И.

Пров. Петров П.П.

Н. контр.

Лит | Масса | Масштаб

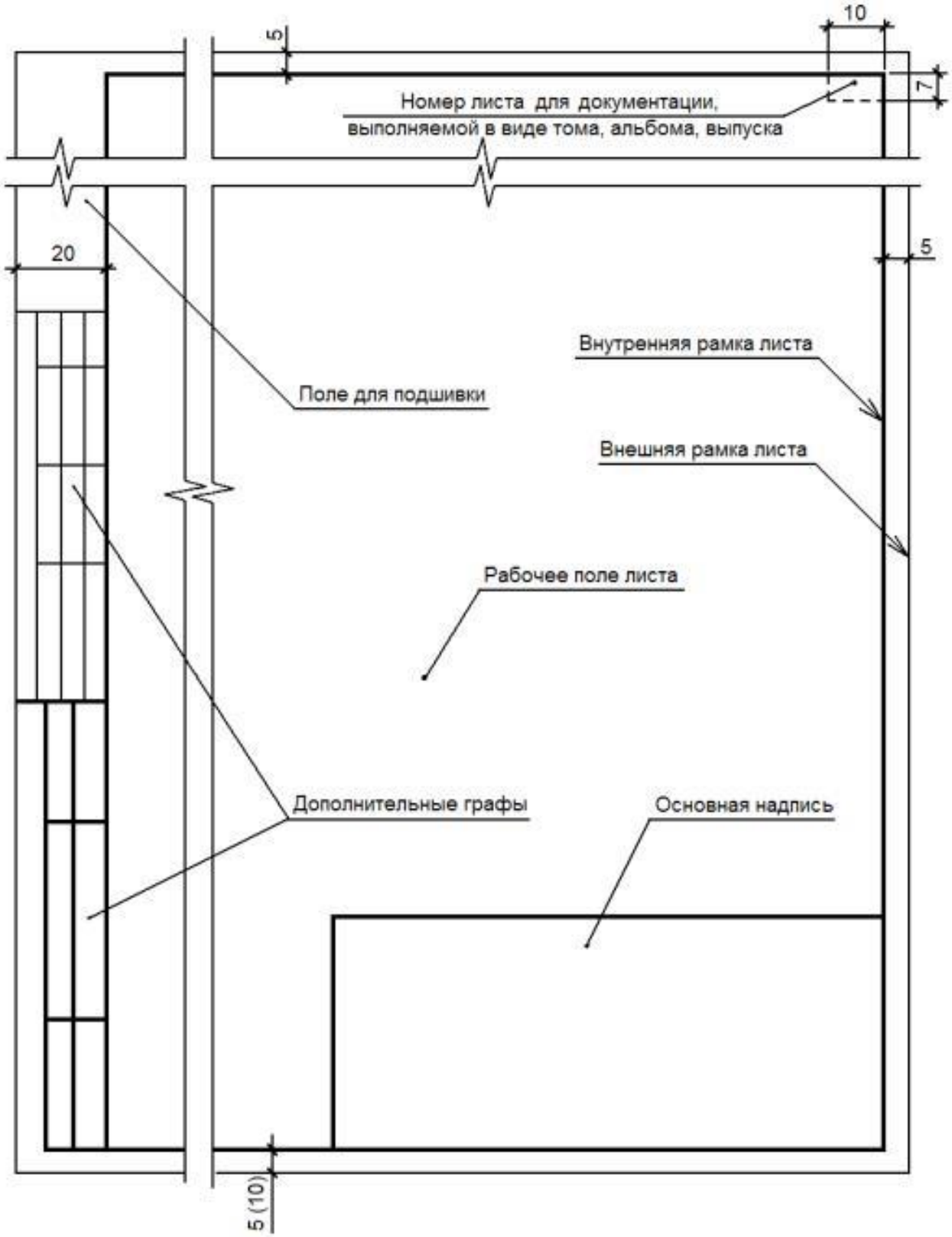
У

Лист 1 | Листов 1

Кафедра ПАСТ и СТС
Группа ПБ-881

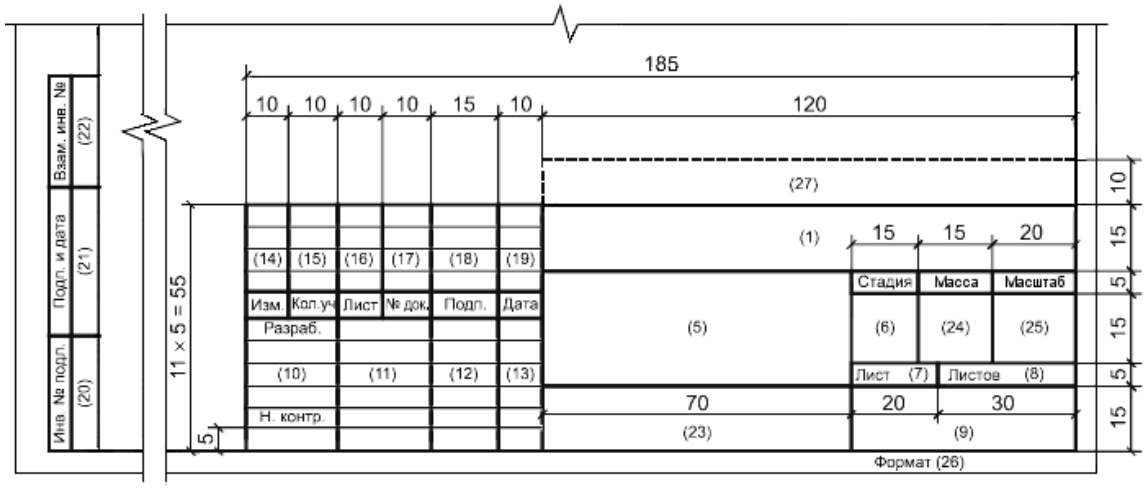
Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расположение основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах

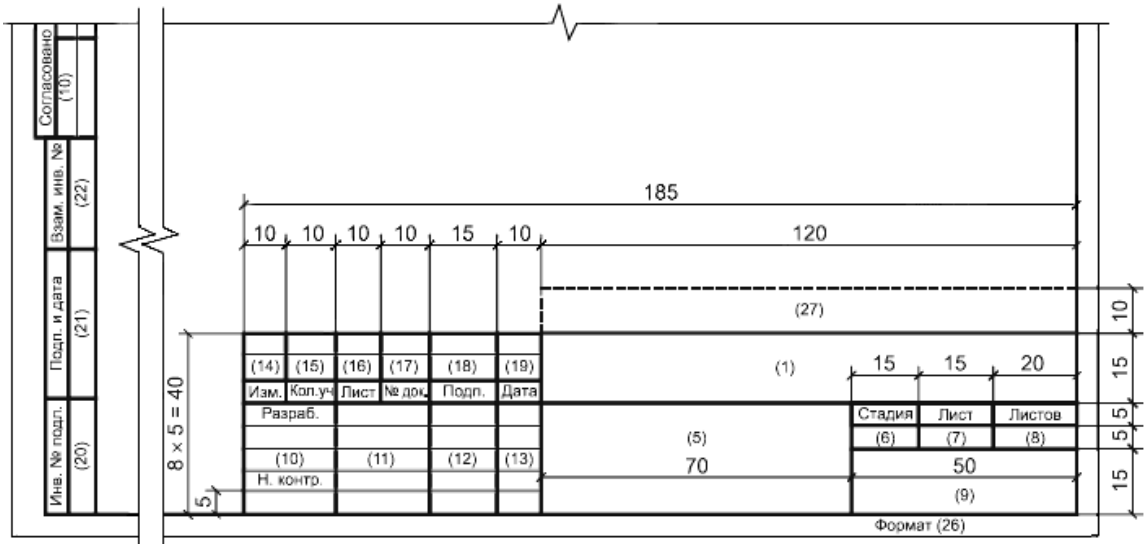


ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Оформление основных надписей

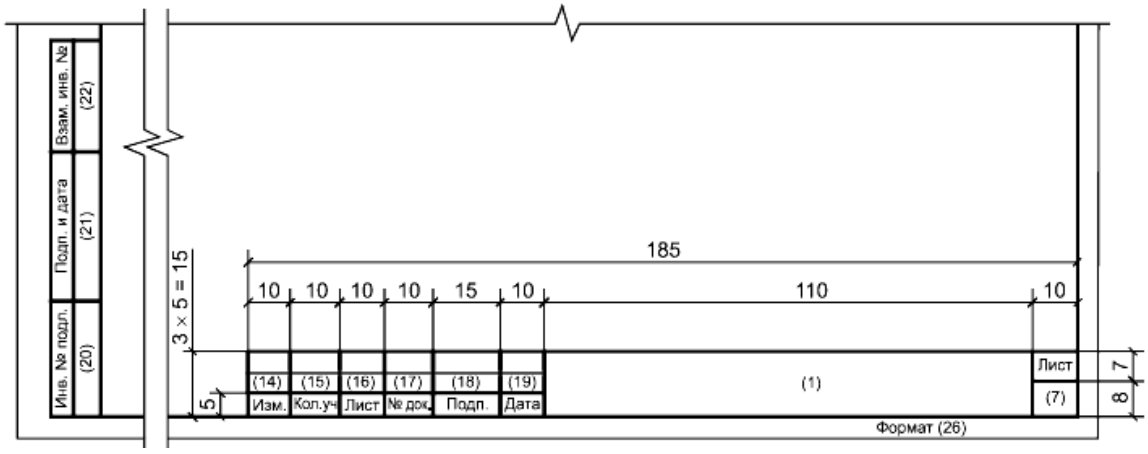
Для графической части



Для первых листов текстовых документов



Для последующих листов текстовых документов



В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 - обозначение документа, в том числе текстового или графического документа раздела, подраздела проектной документации, основного комплекта рабочих чертежей, чертежа изделия и т. п.;

- в графе 5 - наименование изделия и/или наименование документа;

- в графе 6 - условное обозначение вида документации: П - для проектной документации, Р - для рабочей документации, У – для учебной;

- в графе 7 - порядковый номер листа документа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;

- в графе 8 - общее количество листов документа. Графу заполняют только на первом листе;

- в графе 9 - наименование или различительный индекс организации, разработавшей документ;

- в графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ. В строке под записью «Разработал» вместо должности допускается приводить запись «Проверил». Подписи лица, разработавшего данный документ, и нормоконтролера являются обязательными;

- в графах 11-13 - фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания;

- в графах 14-19 - сведения об изменениях;

- в графе 20 - инвентарный номер подлинника;

- в графе 21 - подпись лица, принявшего подлинник на хранение, и дату приемки;

- в графе 22 - инвентарный номер подлинника документа, взамен которого выпущен новый подлинник;

- в графе 23 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

- в графе 24 - массу изделия, изображенного на чертеже, в килограммах без указания единицы массы;

- в графе 25 - масштаб (проставляют в соответствии с ГОСТ 2.302);

- в графе 26 - обозначение формата листа по ГОСТ 2.301. Для электронного документа указывают формат листа, на котором изображение будет соответствовать установленному масштабу;

- в графе 27 - краткое наименование организации-заказчика. Графу 27, указанную штриховой линией, вводят при необходимости.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Примеры библиографических записей

1. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : лабораторный практикум : специальность 20.05.01 Пожарная безопасность / авт.-сост. В. В. Крудышев [и др.]. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 76 с.
2. Вахламов, В. К. Автомобили: эксплуатационные свойства : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – 5-е изд., стер. – Москва : Академия, 2012. – 240 с.
3. ГОСТ 34350–2017 Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Морозова, Е. А. Анализ тягово-скоростных характеристик пожарных автомобилей на новых моделях шасси ГАЗ / Е. А. Морозова, В. В. Крудышев, А.В. Филиппов // Техносферная безопасность. – 2019. – № 3 (24). – С. 20–29.
5. Приказ МЧС России от 01.10.2020 № 737 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».
6. Пожарная техника : учебник / М. Д. Безбородько, М. В. Алешков, С. Г. Цариченко и др. ; под ред. М. Д Безбородько. – Москва : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 580 с.
7. Руководство по эксплуатации ГАЗон NEXT. URL: http://azgaz.ru/service/docs/.
8. Терентьев, В. В. Технические устройства пенного пожаротушения : учебное пособие : специальность 20.05.01 Пожарная безопасность / В. В. Терентьев и др. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 85 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Справочные данные

Таблица П.1. Технические характеристики базовых шасси и модели совместимых коробок переключения передач

Марка и модель автомобиля	Колесная формула	Передаточное число главной передачи	Маркировка шин	Технические характеристики двигателя				Марка и модель совместимой КПП
				Модель ДВС	Тип ДВС	Мощность, кВт/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	Крутящий момент, Нм/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	
КАМАЗ 43253	4х2	6,53	10.00 R20	КамАЗ 740.31-240	дизельный с турбонаддувом и ОНВ, V8	177/2200	931/1300	КамАЗ 142, КамАЗ 152
		6,53	11.00 R20	КамАЗ 740.51-320		235/2200	1020/1400	КамАЗ 154, ZF 6S1000
		6,53	11.00 R20	Cummins 6ISBe 300	дизельный с турбонаддувом и ОНВ, L6	265/2600	800/1600	ZF 9S1310
		6,53	10.00 R20	Cummins ISBe6.7 E5 250		178/2500	937/1300	ZF 6S700
КАМАЗ 43502	4х4	5,94	390/95 R20	Cummins ISBe6.7 E5 285	дизельный с турбонаддувом и ОНВ, L6	204/2500	1007/1300	ZF 9S1310
		5,94	390/95 R20	КамАЗ 740.652-260	дизельный с турбонаддувом и ОНВ, V8	191/1900	1128/1300	КамАЗ 154, ZF 6S1000
		5,94	390/95 R20	Cummins ISB 6.7 275	дизельный с турбонаддувом и ОНВ, L6	205/2500	990/1500	ZF 9S1310
		5,94	390/95 R20	КамАЗ 740.622-280	дизельный с турбонаддувом и ОНВ, V8	206/1900	1177/1300	КамАЗ 154

Продолжение таблицы П.1.

Марка и модель автомобиля	Колесная формула	Передаточное число главной передачи	Маркировка шин	Технические характеристики двигателя				Марка и модель совместимой КПП
				Модель ДВС	Тип ДВС	Мощность, кВт/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	Крутящий момент, Нм/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	
КАМАЗ 65115	6х4	5,94	11.00 R20	Cummins ISB6.7 E5 300	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	215/2500	1087/1300	ZF 9S1310
		4,98	11.00 R22,5	КамАЗ 740.705-300	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	220/1900	1275/1300	ZF 9S1310 КамАЗ 154
		5,94	11.00R22,5	Cummins ISB6.7E4 300	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	219/2500	1100/1400	ZF 9S1310
		5,43	11,00 R20	КамАЗ 740.65-240	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	176/1900	980/1300	ZF 9S1310 КамАЗ 154 КамАЗ 152
КАМАЗ 65111	6х6	4,98 5,43	11.00 R20 11.00 R22,5	КамАЗ 740.705-300	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	220/1900	1275/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
		4,98 5,43	10.00 R20 (280 R508)	КамАЗ 740.52-260		191/2200	1079/1400	КамАЗ 154
		4,98 5,43	11.00 R20	КамАЗ 740.622-280		206/1900	1177/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
		6,53	11.00 R22,5	Cummins ISB6.7 E5 300	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	215/2500	1087/1300	ZF 9S1310

Продолжение таблицы П.1.

Марка и модель автомобиля	Колесная формула	Передаточное число главной передачи	Маркировка шин	Технические характеристики двигателя				Марка и модель совместимой КПП
				Модель ДВС	Тип ДВС	Мощность, кВт/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	Крутящий момент, Нм/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	
КАМАЗ 43118	6х6	5,94	425/85 R21	КамАЗ 740.622-280	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	206/1900	1177/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
		5,94	390/95 R20	КамАЗ 740.705-300		220/1900	1275/1300	ZF 9S1310
		6,53	425/85 R21	КамАЗ 740.662-300		220/1900	1275/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
		6,53	425/85R21	Cummins ISL340 50	дизельный с турбокомпрессором и OHB, L6	243/2200	1200/1400	ZF 9S1310
КАМАЗ 4308	4х2	4,22	245/70 R19,5	Cummins ISBe6.7 E5 250	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	178/2500	937/1300	ZF 6S1000
		4,22	245/70 R19,5	Cummins ISB6. 7e4 245	дизельный с турбонаддувом и OHB, L4	178/2500	925/1300	ZF 6S1000
		4,22	245/70 R19,5	Cummins 6 ISBe 210	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	154/2500	773/1600	ZF 6S1000
		4,22	245/70 R19,5	Cummins 4 ISBe 185	дизельный с турбонаддувом и OHB, L4	136/2500	636/1700	ZF 6S700 ZF 6S1000

Продолжение таблицы П.1.

Марка и модель автомобиля	Колесная формула	Передаточное число главной передачи	Маркировка шин	Технические характеристики двигателя				Марка и модель совместимой КПП
				Модель ДВС	Тип ДВС	Мощность, кВт/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	Крутящий момент, Нм/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	
КАМАЗ 53605	4х2	6,27 6,33 6,5	315/80 R22,5	Cummins ISB6.7 E5 300	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	215/2500	1087/1300	ZF 9S1310 КамАЗ 154
		6,33	12.00 R20	КамАЗ 740.30-260	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	191/2200	1059/1400	КамАЗ 152 КамАЗ 154
		6,33	315/80 R22,5	Cummins 6ISBe4 300	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	220/2500	1100/1400	ZF 9S1310
		6,33	315/80 R22,5	КамАЗ 740.622-280	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	206/1900	1177/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
КАМАЗ 5350	6х6	5,94	425/85 R21	КамАЗ 740.30-260	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	191/2200	1059/1400	КамАЗ 152 КамАЗ 154
		5,94	425/85 R21	КамАЗ 740.622-280	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	206/1900	1177/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
		5,94	390/95 R20	КамАЗ 740.662-300	дизельный с турбонаддувом и OHB, V8	220/1900	1275/1300	КамАЗ 154 ZF 9S1310
		5,94	390/95 R20	Cummins ISBe6.7 E5 285	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	204/2500	1007/1300	ZF 9S1310 КамАЗ 154

Продолжение таблицы П.1.

Марка и модель автомобиля	Колесная формула	Передаточное число главной передачи	Маркировка шин	Технические характеристики двигателя				Марка и модель совместимой КПП
				Модель ДВС	Тип ДВС	Мощность, кВт/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	Крутящий момент, Нм/ при оборотах коленчатого вала, об/мин	
УРАЛ 5557	6х6	7,32	390/95R20	ЯМЗ-236НЕ23	дизельный с турбонаддувом и OHB, V6	169/2100	883/1200	ЯМЗ--236У
		7,49	425/85 R21	ЯМЗ-65674		168/2100	900/1300	ЯМЗ-2361-156
		7,49	425/85 R21	ЯМЗ-53623-10	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	202/2300	1177/1450	ЯМЗ-1205
		7,49	425/85 R21	ЯМЗ-65654	дизельный с турбонаддувом и OHB, V6	170/2100	883/1300	ЯМЗ-2361-256
УРАЛ 4320 NEXT	6х6	7,49	14.00 R20	ЯМЗ-65674	дизельный с турбонаддувом и OHB, V6	168/2100	900/1300	ЯМЗ-2361-156
		7,49	14.00 R20	ЯМЗ-53623-10	дизельный с турбонаддувом и OHB, L6	202/2300	1177/1450	ЯМЗ-1105
		7,49	425/85 R21	ЯМЗ-53653-10		228/2300	1250/1450	ЯМЗ-1105
		7,49	425/85 R21	ЯМЗ-53613-10		228/2300	1250/1450	ZF-9S1310

Таблица П.2. Технические характеристики коробок переключения передач и совместимых коробок отбора мощности

Марка/модель КПП	Передаточные числа ступеней КПП									Марка/модель совместимой КОМ	Передаточное число КОМ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
КамАЗ 142	7,82	4,03	2,50	1,53	1,0	-	-	-	-	МП03-4215010-20 МП03-4215010-50 МП23-4206010-11 МП23-4206010-60 МП23-4206010-61 МП24-4208010 МП27-4215010-01 МП27-4215010-31 МП28-4206010-10 МП28-4206010-60	0,6 0,607 1,0 0,64 0,64 0,69 0,88 0,6 1,0 0,64
КамАЗ 152 (с делителем) низшая высшая	 7,82 6,38	 4,03 3,29	 2,50 2,04	 1,53 1,25	 1,00 0,815	 -	 -	 -	 -		
КамАЗ 154 (с делителем) низшая высшая	 7,82 6,38	 4,03 3,29	 2,50 2,04	 1,53 1,25	 1,00 0,815	 -	 -	 -	 -		
ZF 6S700	6,02	3,32	2,07	1,40	1,00	0,79	-	-	-	ZF NL/6b-01 ZF NL/6b-02 ZF NL/6b-03	0,9 0,84 0,78
ZF 6S1000	6,75	3,60	2,13	1,39	1,00	0,78	-	-	-	OMFB 010-061-00176 ZF NL/10bC-01 ZF NL/10bC-02 ZF NL/10bC-03	0,55 0,49 0,59 0,84
ZF 9S1310	9,48	6,58	4,68	3,48	2,62	1,89	1,35	1,00	0,75	МП49-4209010-60 МП49-4209010-63 МП49-4209010-65 (КОМ) 010-036-12173 (КОМ) 010-039-12170 ZF N109/10bC-01 ZF N109/10bC-02 ZF N109/10bC-03	0,83 0,6 0,53 0,66 0,81 0,53 0,69 0,84
ЯМЗ--236У	5,22	2,90	1,52	1,00	0,66	-	-	-	-	МП58-4202010 МП58-4202010-10 МП53-4215010	0,905 0,987 0,608

Продолжение таблицы П.2.

Марка/модель КПП	Передаточные числа ступеней КПП									Марка/модель совместимой КОМ	Передаточное число КОМ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
ЯМЗ-1105	5,22	2,90	1,52	1,00	0,71	-	-	-	-	МП58-4202010-25 МП58-4202010 МП58-4202010-10	0,905 0,905 0,987
ЯМЗ-1205	5,17	2,75	1,51	1,00	0,7	-	-	-	-	МП58-4202010-25 МП58-4202010	0,905 0,987
ЯМЗ-2361-156	5,22	2,90	1,52	1,00	0,664	-	-	-	-	МП58-4202010 МП58-4202010-10 МП53-4215010	0,905 0,987 0,608
ЯМЗ-2361-256	5,22	2,90	1,52	1,00	0,664	-	-	-	-		

Таблица П.3. Технические характеристики коробок отбора мощности и их совместимость с КПП

Марка/модель КОМ	Передаточное число	Максимальный крутящий момент на валу КОМ, Нм	Максимальная отбираемая мощность от вала КОМ, кВт	Марка/модель совместимой КПП
Коробки отбора мощности для шасси КамАЗ				
МП03-4215010-20	0,6	380	100	Камаз 142 Камаз 152 Камаз 154
МП03-4215010-50	0,607	380	90	
МП23-4206010-11	1,0	1000	160	
МП23-4206010-60	0,64	1000	160	
МП23-4206010-61	0,64	1000	160	
МП24-4208010	0,69	1000	160	
МП27-4215010-01	0,88	320	75	
МП27-4215010-31	0,6	380	101	
МП28-4206010-10	1,0	1100	190	Камаз 144 Камаз 154
МП28-4206010-60	0,64	1100	190	
МП49-4209010-60	0,83	620	105	ZF 9S1310
МП49-4209010-63	0,6	450	105	
МП49-4209010-65	0,52	390	105	
(КОМ) 010-036-12173	0,66	350	100	
(КОМ) 010-039-12170	0,81	450	120	
ZF N109/10C-01	0,53	410	160	
ZF N109/10C-02	0,69	530	160	
ZF N109/10C-03	0,84	630	150	
ZF NL/6b-01	0,9	1000	105	ZF 6S700
ZF NL/6b-02	0,84	1070	100	
ZF NL/6b-03	0,78	1120	100	
OMFB 010-061-00176	0,55	300	120	ZF 6S1000
ZF NL/10bC-01	0,49	270	110	
ZF NL/10bC-02	0,59	320	110	
ZF NL/10bC-03	0,84	480	120	

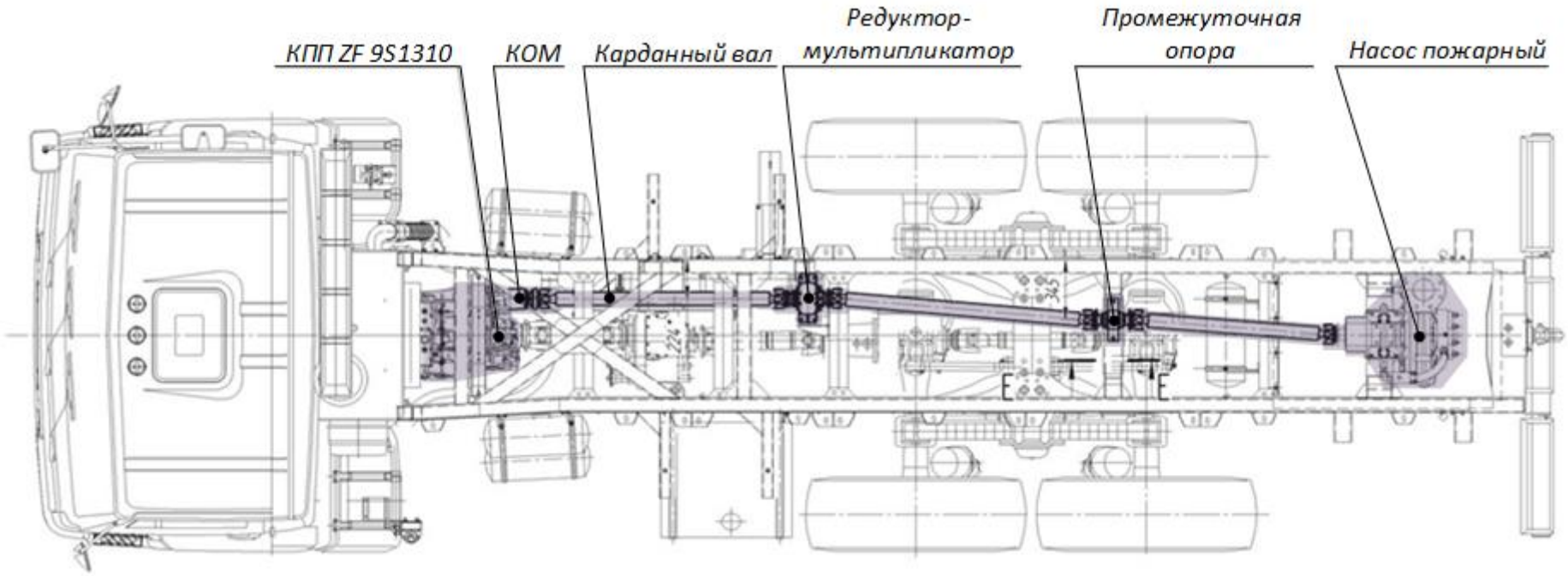
Продолжение таблицы П.3.

Марка/модель КОМ	Передаточное число	Максимальный крутящий момент на валу КОМ, Нм	Максимальная отбираемая мощность от вала КОМ, кВт	Марка/модель совместимой КПП
Коробки отбора мощности для шасси Урал				
МП58-4202010	0,905	280	44	ЯМЗ-236 ЯМЗ -238 ЯМЗ -0905 ЯМЗ -1105
МП58-4202010-10	0,987	250	44	
МП58-4202010-25	0,905	250	44	
МП58-4202010	0,905	280	44	
МП58-4202010-10	0,987	250	44	
МП58-4202010	0,905	280	44	
МП58-4202010-10	0,987	250	44	
МП53-4215010	0,608	380	100	ЯМЗ-236
МП53-4215010	0,608	380	100	
МП58-4202010-25	0,76	250	44	ЯМЗ-239, -1205
МП58-4202010	0,76	280	44	

Таблица П.4. Технические характеристики коробок отбора мощности и их совместимость с раздаточными коробками

Марка/модель КОМ	Передаточное число	Максимальный крутящий момент на валу КОМ, Нм	Максимальная отбираемая мощность от вала КОМ, кВт	Марка/модель совместимой РК
Коробки отбора мощности для шасси КамАЗ				
МП24-4208010-01	0,69	1000	160	РК КамАЗ
МП24-4208010-05	0,69	2000	200	РК КамАЗ
МП24-4208010-06	0,69	1200	200	РК КамАЗ
МП24-4208010-10	0,69	1000	160	РК КамАЗ
МП24-4208010-20	0,51	300	45	РК КамАЗ 4310-1800020
МП24-4208010-25	0,51	300	45	РК КамАЗ 4310-1800020
МП24-4208010-27	0,51	300	80	РК КамАЗ 43114, КамАЗ 65111
МП54-4205010-55	1,0	750	150	РК КамАЗ 43114, КамАЗ 65111
МП24-4208010-В0	0,62	1000	160	РК МП2200 ЗМТ
Коробки отбора мощности для шасси Урал				
МП25-4207010-01	0,64	1000	160	РК УРАЛ
МП25-4207010-11	0,8	1000	160	РК УРАЛ
МП25-4207010-21	1,0	1000	160	РК УРАЛ
МП24-4208010-В0	0,62	1000	160	РК УРАЛ
Отдельно устанавливаемые коробки отбора мощности				
МП77-2220010-41	1,0	1000	160	отдельно стоящий, в разрез карданных валов
МП77-2220010-46	0,6	1000	160	отдельно стоящий, в разрез карданных валов

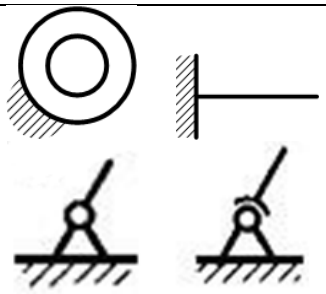
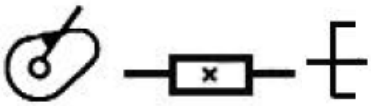
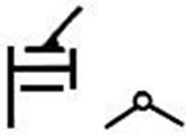
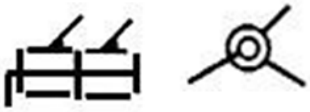
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Пример конструкции дополнительной трансмиссии

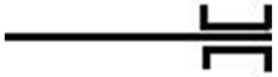
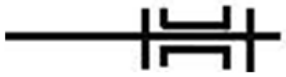
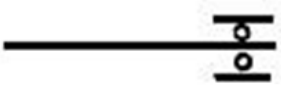
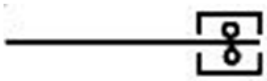


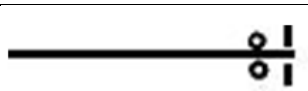
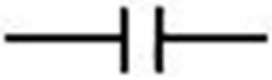
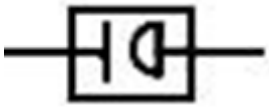
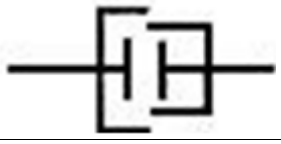
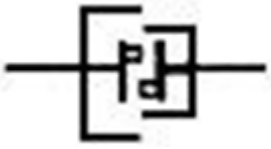
Шасси	Камаз 43118
КПП	ZF 9S1310
КОМ	ZF N109/10C
Пожарный насос	Johstadt NP4000

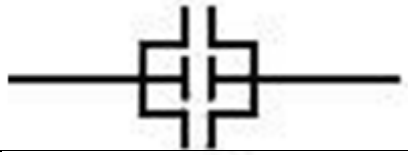
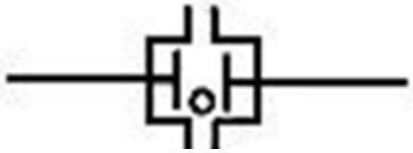
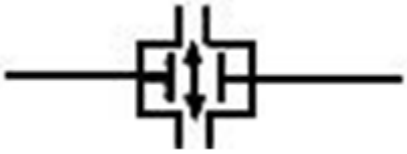
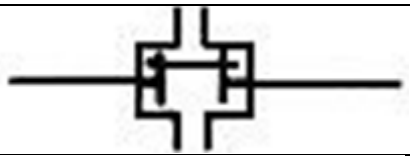
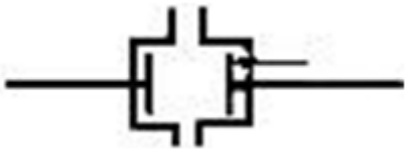
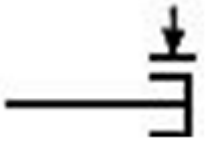
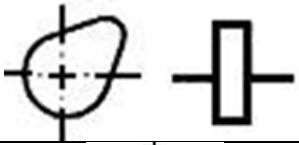
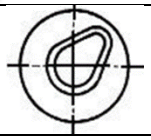
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Условные обозначения элементов кинематических схем

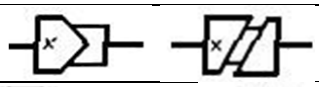
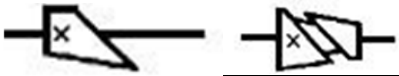
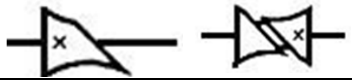
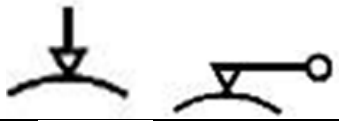
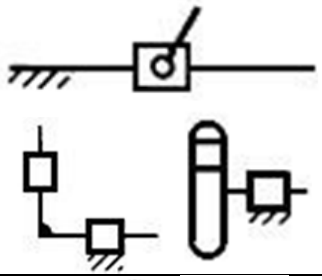
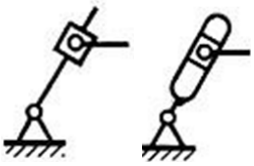
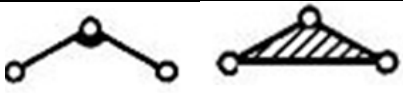
Таблица П.5. Условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.770 – 68

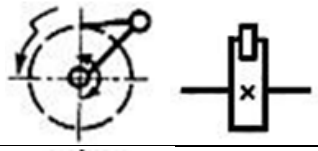
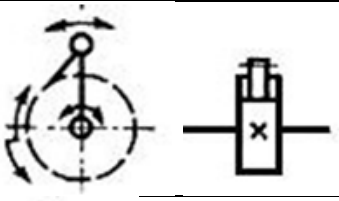
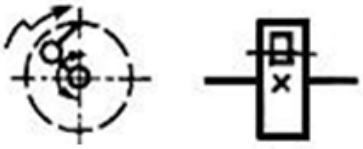
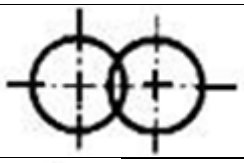
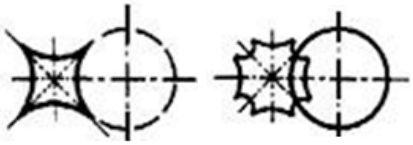
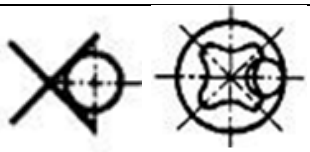
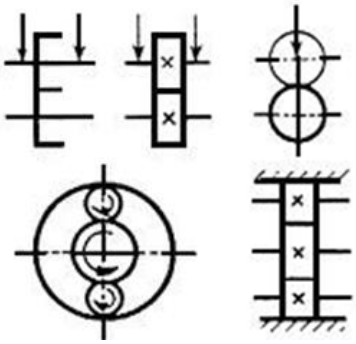
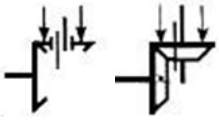
№ п/п	Наименование	Условное обозначение
1	Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.	
2	Неподвижное звено (стойка). Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой	
3	Соединение частей звена	
а)	неподвижное	
б)	неподвижное, допускающее регулировку	
в)	неподвижное соединение детали с валом, стержнем	
4	Кинематическая пара	
а)	вращательная	
б)	вращательная многократная (например, двукратная)	
в)	поступательная	
г)	винтовая	
д)	цилиндрическая	
е)	сферическая с пальцем	

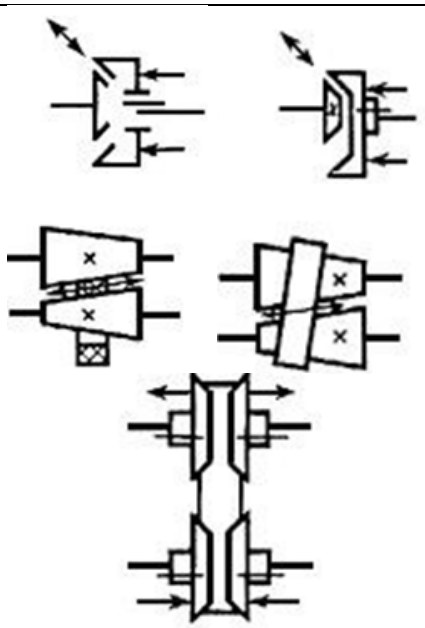
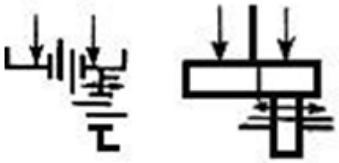
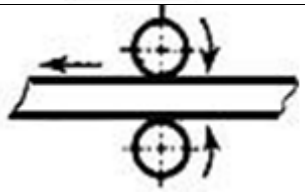
ж)	карданный шарнир	
з)	сферическая (шаровая)	
и)	плоскостная	
к)	трубчатая (шар-цилиндр)	
л)	точечная (шар-плоскость)	
5	Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа)	
а)	радиальные	
б)	упорные	
6	Подшипники скольжения	
а)	радиальные	
б)	радиально-упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	
в)	упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	
7	Подшипники качения	
а)	радиальные	
б)	радиально-упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	

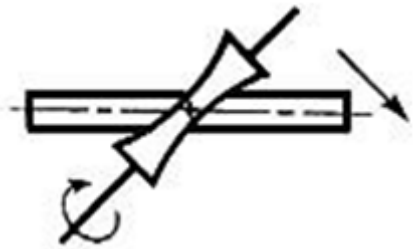
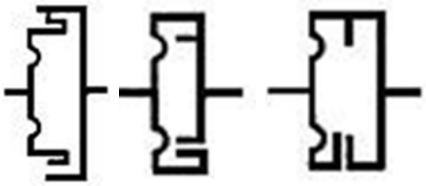
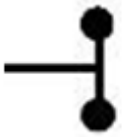
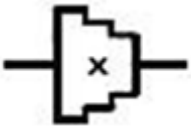
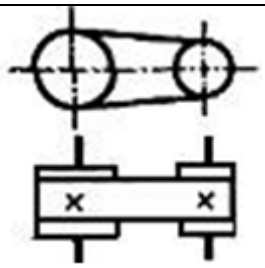
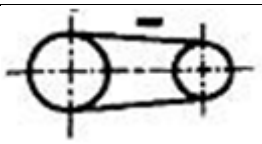
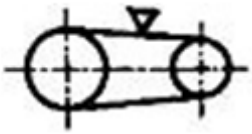
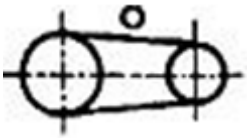
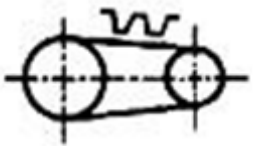
в)	упорные:	
	односторонние	
	двусторонние	
8	Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
9	Муфта нерасцепляемая (неуправляемая)	
а)	глухая	
б)	упругая	
в)	компенсирующая	
10	Муфта сцепляемая (управляемая)	
а)	общее обозначение	
б)	односторонняя	
в)	двусторонняя	
11	Муфта сцепляемая механическая	
а)	синхронная (например, зубчатая)	
б)	асинхронная (например, фрикционная)	

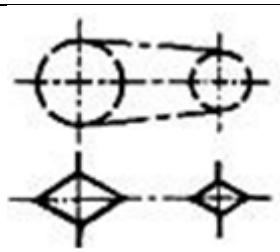
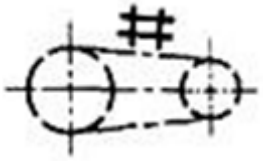
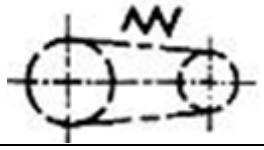
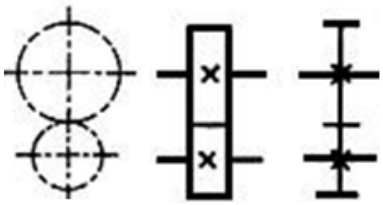
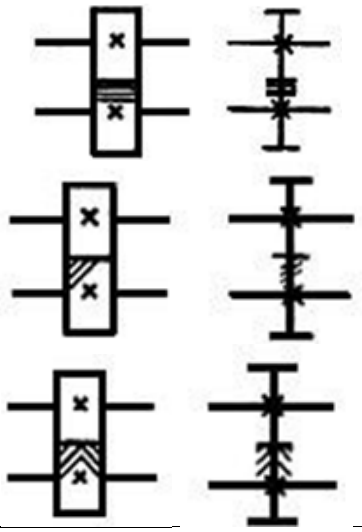
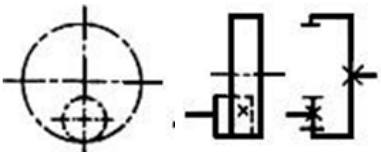
11а	Муфта сцепляемая электрическая	
11б	Муфта сцепляемая гидравлическая или пневматическая	
12	Муфта автоматическая (самодействующая)	
а)	общее обозначение	
б)	обгонная (свободного хода)	
в)	центробежная фрикционная	
г)	предохранительная с разрушаемым элементом	
д)	с неразрушаемым элементом	
13	Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа	
14	Кулачки плоские	
а)	продольного перемещения	
б)	вращающиеся	
в)	вращающиеся пазовые	

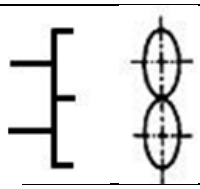
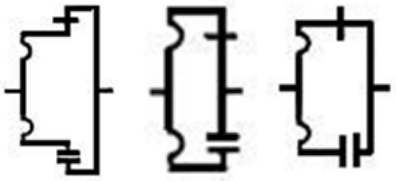
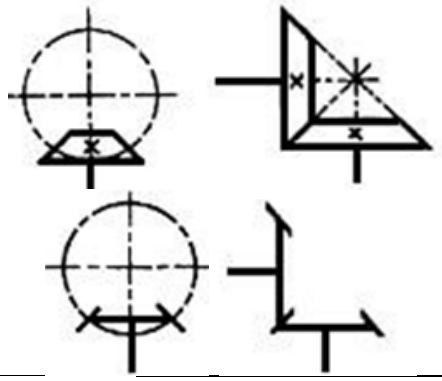
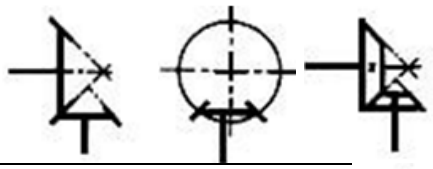
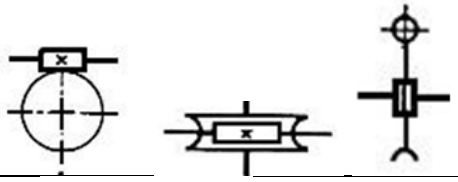
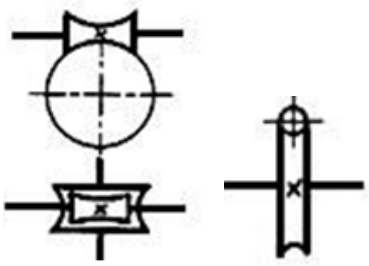
15	Кулачки барабанные	
а)	цилиндрические	
б)	конические	
в)	криволинейные	
16	Толкатель (ведомое звено)	
а)	заостренный	
б)	дуговой	
в)	роликовый	
г)	плоский	
17	Звено рычажных механизмов двухэлементное	
а)	кривошип, коромысло, шатун	
б)	эксцентрик	
в)	ползун	
г)	кулиса	
18	Звено рычажных механизмов трехэлементное	

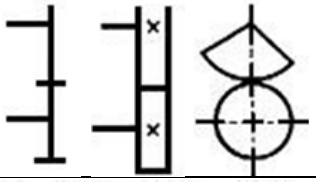
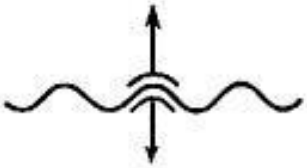
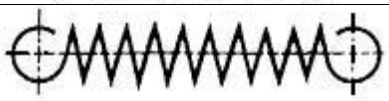
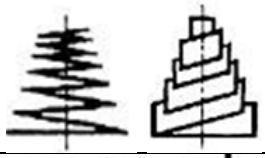
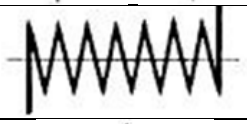
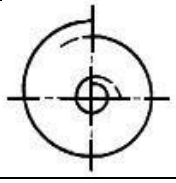
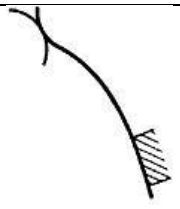
19	Храповые зубчатые механизмы	
а)	с наружным зацеплением односторонние	
б)	с наружным зацеплением двусторонние	
в)	с внутренним зацеплением односторонние	
г)	с реечным зацеплением	
20	Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста	
а)	общее обозначение	
б)	с наружным зацеплением	
в)	с внутренним зацеплением	
21	Передачи фрикционные	
а)	с цилиндрическими роликами	
б)	с коническими роликами	

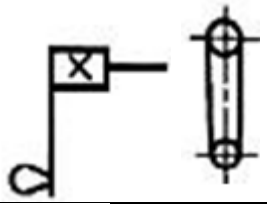
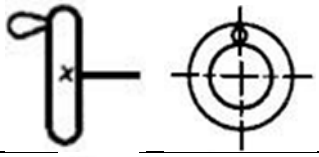
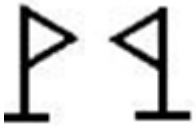
в)	с коническими роликами регулируемые	
г)	с криволинейными образующими рабочих тел и наклоняющимися роликами регулируемые	
д)	торцовые (лобовые) регулируемые	
е)	со сферическими и коническими (цилиндрическими) роликами регулируемые	
ж)	с цилиндрическими роликами, преобразующие вращательное движение в поступательное	

з)	с гиперболоидными роликами, преобразующими вращательное движение в винтовое	
и)	с гибкими роликами (волновые)	
22	Маховик на валу	
23	Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
24	Передача ремнем без уточнения типа ремня	
25	Передача плоским ремнем	
26	Передача клиновидным ремнем	
27	Передача круглым ремнем	
28	Передача зубчатым ремнем	

29	Передача цепью	
а)	общее обозначение без уточнения типа цепи	
б)	круглозвенной	
в)	пластинчатой	
г)	зубчатой	
30	Передачи зубчатые (цилиндрические)	
а)	внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
б)	внешнее зацепление с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
в)	внутреннее зацепление	

г)	с некруглыми колесами	
30а	Передачи зубчатые с гибкими колесами (волновые)	
31	Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические	
а)	общее обозначение без уточнения типа зубьев	
б)	с прямыми, спиральными и круговыми зубьями	
32	Передачи зубчатые со скрещивающимися валами:	
а)	гипоидные	
б)	червячные с цилиндрическим червяком	
в)	червячные глобоидные	

33	Передачи зубчатые реечные	
а)	общее обозначение без уточнения типа зубьев	
33а	Передача зубчатым сектором без уточнения типа зубьев	
34	Винт, передающий движение	
35	Гайка на винте, передающем движение	
а)	неразъемная	
б)	неразъемная с шариками	
в)	разъемная	
36	Пружины	
а)	цилиндрические сжатия	
б)	цилиндрические растяжения	
в)	конические сжатия	
г)	цилиндрические, работающие накручение	
д)	спиральные	
е)	листовые:	
	Одинарная	

	рессора	
ж)	тарельчатые	
37	Рычаг переключения	
38	Конец вала под съемную рукоятку	
39	Рукоятка	
40	Маховичок	
41	Передвижные упоры	
42	Гибкий вал для передачи вращающего момента	

Учебное издание

Крудышев Владимир Валерьевич, **Яковенко** Татьяна Анатольевна,
Балаба Станислав Владимирович

ПОЖАРНАЯ, СПЕЦИАЛЬНАЯ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Проектирование параметров совместной работы автомобиля и пожарного насоса

Подписано в печать 31.05.2021
Бумага писчая. Цифровая печать. 5,12 п. л.
2,35 учет.-изд. л. Тираж 75

Издано в редакционно-издательском отделе
Уральского института ГПС МЧС России
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Уральского института ГПС МЧС России
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22