

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Практикум по выполнению кинематических схем

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области транспорта
и транспортной деятельности в качестве учебно-методического пособия
для студентов высших технических учебных заведений по техническим специальностям*

Под редакцией П. В. Зелёного

Минск
БНТУ
2014

УДК 744:621(076.5)
ББК 30.11я7
И62

Авторы:

А. Ю. Лешкевич, С. В. Гиль, П. В. Зелёный, Т. А. Марамыгина

Рецензенты:

кафедра «Начертательная геометрия и инженерная графика»
УО «Брестский государственный технический университет»
(зав. кафедрой – *Н. С. Винник*);
профессор кафедры «Начертательная геометрия и инженерная графика»
УО «Брестский государственный технический университет»,
канд. техн. наук *Т. Н. Базенков*

Инженерная графика. Практикум по выполнению кинематических схем : учебно-методическое пособие для студентов технических специальностей / А. Ю. Лешкевич [и др.] ; под ред. П. В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2014. – 42 с.
ISBN 978-985-550-235-8.

Практикум дает подробное представление о схемах как графических конструкторских документах, требованиях к их выполнению и оформлению в соответствии с седьмой классификационной группой ЕСКД и включает термины и определения, общие для всех схем, виды и типы схем, общие правила выполнения схем.

Приведены основные сведения о кинематических схемах различных типов – их назначении, изображении отдельных элементов, функциональных и составных частей изделия, условных графических обозначениях и их расположении, указаниях на схемах, принятых допущениях, правилах заполнения перечня.

Предлагается методика изучения правил выполнения и оформления кинематических схем как составной части конструкторской документации на реальных устройствах, используемых на наземных транспортных средствах. Приведены индивидуальные задания в 30 вариантах для выполнения графических работ по кинематическим схемам и образец выполнения графической работы.

Практикум может использоваться на практических занятиях при изучении темы «Чертежи и схемы по специальности», а также при самостоятельном изучении этой темы в курсе инженерной графики студентами всех форм обучения техническим специальностям, при курсовом и дипломном проектировании.

УДК 744:621(076.5)
ББК 30.11я7

ISBN 978-985-550-235-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

На заключительном этапе изучения курса инженерной графики в техническом вузе выполняется чертеж по специальности. Для конструкторских и технологических специальностей машиностроительного профиля таким чертежом является кинематическая принципиальная схема, несущая основную смысловую концептуальную нагрузку при проектировании новой техники. Знание соответствующих правил и условных обозначений сопряжено с изучением принципов действия и устройства основных элементов, составляющих проектируемое изделие. Принципиальная кинематическая схема должна выражать основную идею узла, взаимодействие основных элементов для достижения поставленной задачи проектирования.

На начальном этапе обучения на первом или втором курсе важно привить студенту навыки изучения принципов действия основных механизмов и умения изображать свою конструкторскую мысль графическими схематическими средствами с применением современного компьютерного математического обеспечения геометрического моделирования, в частности, синтеза схем, принципиально обеспечивающих заданную работоспособность и параметры системы.

Данное учебно-методическое пособие позволит познакомить студента уже на начальной стадии обучения с правилами выполнения принципиальных кинематических схем, требованиями соответствующих стандартов и условным графическим обозначением механических элементов. Приведены необходимые элементарные сведения о принципах действия и параметрах основных механических устройств – редукторов, применяемых в станкостроении, автотракторостроении, носящих название коробок скоростей, коробок передач, раздаточных коробок, главных передач и т. д.

Цель данного пособия – познакомить студента с принципами работы и устройства основных механических передач, с их условными обозначениями и на базе основных механических устройств, применяемых в машиностроении, автотракторо- и станкостроении, освоить методики синтеза этих систем, исходя из функциональных особенностей отдельных элементов и узлов. Пособие содержит варианты и примеры выполнения принципиальных кинематических схем в соответствии со специальностью и специализацией студента.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Общие понятия о схемах

Схема – графический конструкторский документ, на котором условными изображениями и обозначениями показывают составные части изделия и связи между ними. Схемы выполняют в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.701–2008 [1].

В зависимости от характера элементов, входящих в состав изделия и связей между ними, схемы делят на виды, каждый из которых обозначают буквой: кинематическая – К; электрическая – Э; гидравлическая – Г; пневматическая – П и др.

В зависимости от основного назначения схемы делят на типы, обозначаемые цифрами: 1 – структурные, предназначенные для составления общего представления об изделии; 2 – функциональные, предназначенные для пояснения процессов, происходящих в изделии или его функциональных частях; 3 – принципиальные, определяющие полный состав элементов, входящих в изделие, все связи между ними, дают детальное представление о принципе работы изделия; 4 – схемы соединений, служащие для получения представления о видах, способах, средствах и местах соединения составных частей изделия и т. д.

Наиболее полное представление об изделии и его работе дают принципиальные схемы. Ими пользуются для изучения принципов работы изделия (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей.

При обозначении схемы буквы пишут перед цифрами: например, К3-схема кинематическая, принципиальная.

Под *элементом схемы* понимают составную часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии, не может быть разделена на части, имеет самостоятельное функциональное назначение.

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301–68, при этом основные форматы являются предпочтительными.

При выборе форматов следует учитывать:

- объем и сложность проектируемого изделия;
- необходимую степень детализации;
- условия хранения и обращения схем;
- особенности и возможности техники размножения;
- возможность обработки схем средствами вычислительной техники;

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и без учета действительного пространственного расположения составных частей изделия. Элементы схем изображают условными графическими знаками.

Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии ее составных частей.

Расстояние между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 1 мм. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 2 мм. При необходимости применяют нестандартизованные условные графические обозначения, но с обязательными пояснениями. Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол кратный 90°.

Связь между элементами показывают линиями связи, которые условно представляют валы, трубопроводы, кабели и т. д. Как правило, схемы вычерчивают в виде развертки с совмещением всех осей в одной плоскости, но допускается вычерчивание схем в аксонометрических проекциях.

Перечень документов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень документов формируют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз (рис. 1.1).

The diagram shows a table template with the following dimensions and structure:

- Table height: 15
- Table width: 185
- Column widths: 8, 20, 110, 10
- Row height: 8min
- Column headers: Зона, Поз. обозн., Наименование, Кол., Примеч.

| Зона | Поз. обозн. | Наименование | Кол. | Примеч. |
|------|-------------|--------------|------|---------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Рис. 1.1. Образец таблицы для формирования перечня документов

В графе «Поз. Обозначение» указывают позиционные обозначения элементов, в графе «Наименование» – наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен. В графе «Примечание» указывают технические данные, не содержащиеся в названии.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на бумаге формата А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104–68 (форма 2 и 2а). Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. При выполнении на схеме цифровых обозначений в перечень их записывают в порядке возрастания.

Чертежами-схемами пользуются при разработке всех конструкторских документов на изделия, при наладке, регулировке, контроле, эксплуатации и ремонте.

1.2. Кинематические схемы

Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.703–2011 (рис. 1.2). В зависимости от основного назначения кинематические схемы подразделяют на следующие типы:

- принципиальные;
- структурные;
- функциональные.

Наибольшее распространение имеют принципиальные кинематические схемы. На них должна быть представлена вся совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления, регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов; должны быть отражены кинематические связи (механические и немеханические), предусмотренные внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями и группами, а также связи с источником движения.

Все элементы на схеме изображают условными графическими обозначениями или упрощенно в виде контурных очертаний. Взаимное расположение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов механизма.

Допускается, не нарушая ясности схемы:

- 1) переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, выносить их за контур изделия, не меняя положения;
- 2) поворачивать элементы в положения, наиболее удобные для изображения.

В этих случаях сопряженные звенья (пары), вычерченные раздельно, соединяют штриховой линией.

Механизмы, отдельно собираемые и самостоятельно регулируемые, как правило, изображают на принципиальных кинематических схемах изделия без внутренних связей (например, электродвигатель, насос). Схему каждого такого механизма изображают в виде выносного элемента на принципиальной схеме изделия или выполняют отдельным документом, ссылку на который помещают на схеме изделия.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная с источника движения или буквенно-цифровые позиционные обозначения, в которых буквой указывают группу элементов, а цифрой – порядковый номер элемента в группе. Например, буквы можно присваивать: В – валам; М – источникам движения; Х – муфтам; Т – элементам зубчатых и фрикционных механизмов; К – элементам рычажных механизмов и т. д.

Валы допускается нумеровать римскими цифрами, остальные кинематические элементы нумеруют только арабскими цифрами. Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски. Под полкой линии-выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента или в табл. 1, где приведен перечень элементов, их позиционные обозначения, количество и зона расположения на чертеже.

Основные характеристики кинематических элементов, указанные на схеме, отражены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики и параметры кинематических элементов
(ГОСТ 2.703–2011)

| Наименование | Данные, указываемые на схеме |
|--|---|
| 1. Источник движения (двигатель) | Наименование, тип, характеристика |
| 2. Механизм, кинематическая группа | Характеристика основных исполнительных движений, диапазон регулирования и т. д.; передаточные отношения основных элементов; размеры, определяющие пределы перемещений: длин перемещения или угол поворота исполнительного органа; направление вращения или перемещения элементов, от которых зависит получение заданных исполнительных движений и их согласованность; допускается помещать надписи с указанием режимов работы изделия или механизма, которым соответствуют указанные направления движения. Для групп и механизмов, показанных на схеме условно, без внутренних связей, указывают передаточные отношения и характеристики основных движений |
| 3. Отсчетное устройство | Предел измерения или цена деления |
| 4. Кинематические звенья: а) шкивы ременной передачи б) зубчатое колесо в) зубчатая рейка г) червяк д) ходовой винт е) звездочка цепной передачи ж) кулачок | Диаметр (для сменных шкивов – отношение диаметров ведущих шкивов к диаметрам ведомых шкивов) Число зубьев (для зубчатых секторов – число зубьев полной окружности и фактическое число зубьев), модуль, для косозубых колес – направление и угол наклона зубьев Модуль для косозубых реек – направление и угол наклона зубьев Модуль осевой, число заходов, тип червяка (если он не архимедов), направление витка и диаметр червяка Ход винтовой линии, число заходов, надпись «лев.» – для левых резьб Число зубьев, шаг цепи Параметры кривых, определяющих скорость и пределы перемещения поводка (толкателя) |

Элементы покупных или заимствованных механизмов (редукторов, насоса и т. д.) не нумеруют, а порядковый номер присваивают всему механизму в целом.

На принципиальных схемах изображают:

– валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т. д. — сплошной толстой основной линией толщиной S ;

– элементы, изображенные упрощенно в виде контурных очертаний, зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки и т. п. — сплошными тонкими линиями толщиной $S/2$;

– контур изделия, в который вписана схема – сплошными тонкими линиями толщиной $S/3$;

– кинематические связи между сопряженными звеньями пары, вычерченными раздельно-штриховыми линиями толщиной $S/2$.

Пересекающиеся валы и оси в местах пересечения изображаются без разрыва. Если на схеме валы или оси закрыты другими элементами или частями механизма, то их изображают как невидимые.

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

На принципиальной схеме допускается указывать:

а) предельные величины чисел оборотов валов кинематических цепей;

б) справочные и расчетные данные (в виде графиков, диаграмм, таблиц), представляющие последовательность процессов по времени и поясняющие связи между отдельными элементами.

Если принципиальная схема служит для динамического анализа, то на ней указывают необходимые размеры и характеристики элементов, а также наибольшие величины нагрузок основных ведущих элементов.

На такой схеме показывают опоры валов и осей с учетом их функционального назначения

В остальных случаях опоры валов и осей допускается изображать общими условными графическими обозначениями.

2. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Условные графические обозначения элементов машин и механизмов, а также характер и направление движения в схемах, изображенных в ортогональных проекциях, определяются соответствующими стандартами [3, 4].

Обозначения элементов машин и механизмов, а также их варианты взаимодействия приведены в табл. 2.1.

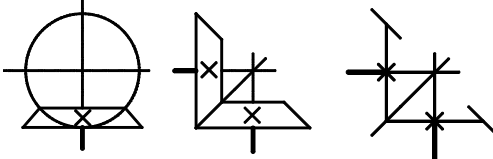
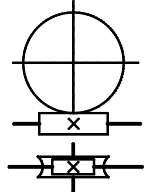
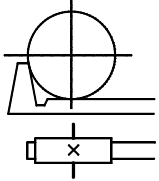


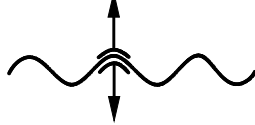
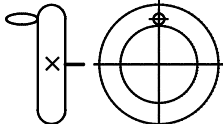
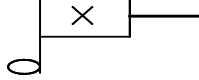
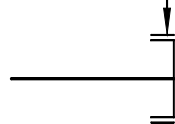
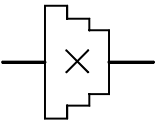
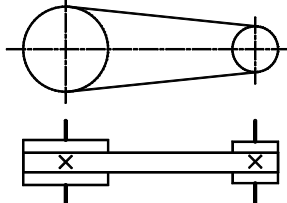
Таблица 2.1

| Условные обозначения элементов машин и механизмов на схемах* | | |
|--|--|--|
| 1 | Вал, ось |  |
| 2 | А) Неподвижное соединение детали с валом |  |
| | Б) Подвижное соединение детали с валом |  |

* Обозначения движений приведены в табл. 2.2.

| | | |
|---|---|--|
| 3 | Привод ручной общего обозначения | |
| 4 | Кинематическая пара а) вращательная б) вращательная многократная, например, двукратная в) поступательная г) винтовая д) цилиндрическая | |
| Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа) | | |
| 5.1 | Радиальные | |
| 5.2 | Упорные | |
| Подшипники скольжения | | |
| 5.3 | Радиальные | |
| 5.4 | Односторонние | |
| 5.5 | Двусторонние | |
| Упорные | | |
| 6.1 | Односторонние | |
| 6.2 | Двусторонние | |
| Подшипники качения | | |
| 7.1 | Радиальные | |
| 7.2 | Радиально-упорные односторонние | |
| 7.3 | Радиально-упорные двусторонние | |

| | | |
|--------------|--|--|
| 7.4 | Упорные односторонние |  |
| 7.5 | Упорные двусторонние |  |
| Муфты | | |
| 8.1 | Общее обозначение без уточнения типа |  |
| 8.2 | Общее обозначение муфты |  |
| 8.3 | Односторонняя |  |
| 8.4 | Двусторонняя |  |
| 8.5 | Муфта сцепляемая механическая синхронная |  |
| 8.6 | Муфта сцепляемая механическая асинхронная |  |
| 8.7 | Муфта сцепляемая электрическая |  |
| 8.8 | Муфта сцепляемая гидравлическая |  |
| 8.9 | Глухая |  |
| 8.10 | Упругая |  |
| 9 | Внешнее зацепление (без уточнения типа зубьев) |  |
| 10 | А. Внешнее зацепление (с прямыми и косыми зубьями) Б. Внутреннее зацепление |  |

| | | |
|----|---|--|
| 11 | Передачи зубчатые с пересекающимися валами |  |
| 12 | Передачи зубчатые со скрещивающимися валами и цилиндрическим червяком |  |
| 13 | Передачи зубчатые Реечные (общее обозначение без типа зубьев) |  |
| 14 | Гайка на винте, передающем движение |  |
| 15 | Неразъемная гайка |  |
| 16 | Разъемная гайка |  |
| 17 | Маховичок |  |
| 18 | Рукоятка |  |
| 19 | Тормоз (общее обозначение) |  |
| 20 | Шкив ступенчатый на валу |  |
| 21 | Передача ремнем без уточнения типа ремня |  |

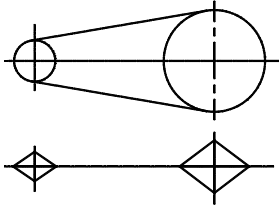
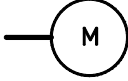
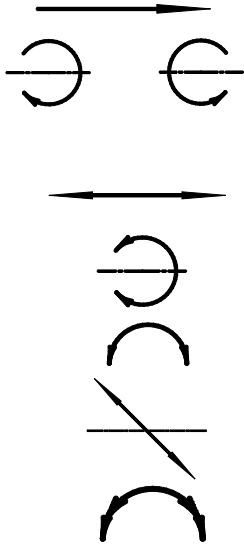
| | | |
|----|---|--|
| 22 | Передача цепью без уточнения типа цепи |  |
| 23 | Источник энергии (мотор) |  |

Таблица 2.2

Обозначения движений табл. 2.1

| Наименование | Обозначение |
|---|--|
| 1. Одностороннее движение: а) прямолинейное б) вращательное с осью вращения в плоскости чертежа 2. Возвратное движение: а) прямолинейное б) вращательное: – с осью вращения в плоскости чертежа – с осью вращения перпендикулярной плоскости чертежа в) винтовое: – с осью вращения в плоскости чертежа – с осью вращения перпендикулярной плоскости чертежа |  |

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧАХ В АВТО- И ТРАКТОРОСТРОЕНИИ

Трансмиссия – совокупность механических устройств, обеспечивающих кинематическое и динамическое согласование характеристик двигателя и движителя транспортного средства.

Двигатель – машина, преобразующая потенциальную энергию взрыва или быстрого сгорания топлива в механическую энергию вращательного движения.

Движитель – механическое устройство, осуществляющее перемещение транспортного средства. Движитель бывает колесного и гусеничного типа.

В состав трансмиссии входят:

- сцепление;
- коробка передач;
- раздаточная коробка;
- главная передача (колесная техника);
- бортовые механизмы поворота (гусеничная техника).

Сцепление представляет собой фрикционную муфту, соединяющую двигатель с коробкой передач и позволяющую при необходимости разъединять двигатель от трансмиссии.

Коробка передач (КП) предназначена для изменения передаточных чисел в трансмиссии в целях получения тяговых усилий на ведущих колесах, а также скоростей движения машины в более широких пределах, чем это может быть обеспечено за счет изменения режимов работы двигателя. КП обеспечивает также движение машины задним ходом и отключение двигателя от трансмиссии через сцепление.

По наличию ступеней и способу преобразования крутящего момента различают следующие коробки передач:

- бесступенчатые (электрические, механические, гидравлические);
- комбинированные (гидромеханические, электромеханические);
- ступенчатые (механические).

Ступенчатые механические КП получили наибольшее распространение в силу своей простоты, надежности и экономичности. К числу важнейших факторов, оказывающих влияние на КПД ступенчатых коробок передач, относятся кинематическая схема, от которой зависит число пар шестерен, находящихся в зацеплении, частота вращения, значение передаваемой мощности, эффективность смазочной системы, а также точность изготовления зубчатых колес.

Механические КП могут быть двух-, трех- и многовальными с постоянным зацеплением всех шестерен или с перемещаемыми блоками, обеспечивающими попеременное зацепление.

Двухвальные КП (рис. 3.1, *а*) просты по устройству, так как не имеют промежуточного вала. Крутящий момент у этих коробок передается через одну пару зубчатых колес, поэтому они имеют повышенный коэффициент полезного действия и могут быть удобными по компоновочным соображениям. Недостатками этих коробок являются:

отсутствие прямой передачи, вследствие чего зубчатые колеса и подшипники на высшей передаче работают под нагрузкой; ограниченные возможности получения передаточного числа на первой передаче. Такие коробки передач применялись в автобронетанковой технике в середине XX века, например, в танках Т-34, автомобилях ГАЗ-А; ГАЗ-АА и др.

Наибольшее распространение для грузовых гражданских и военных автомобилей и бронетранспортеров получили трехвальные коробки передач на четыре или пять ступеней, где ведущий и ведомый валы выполнены соосно (рис. 3.1, *б*). Такие схемы применялись на колесных бронетранспортерах БРДМ-2, БТР-70, автомобиле ГАЗ-66.

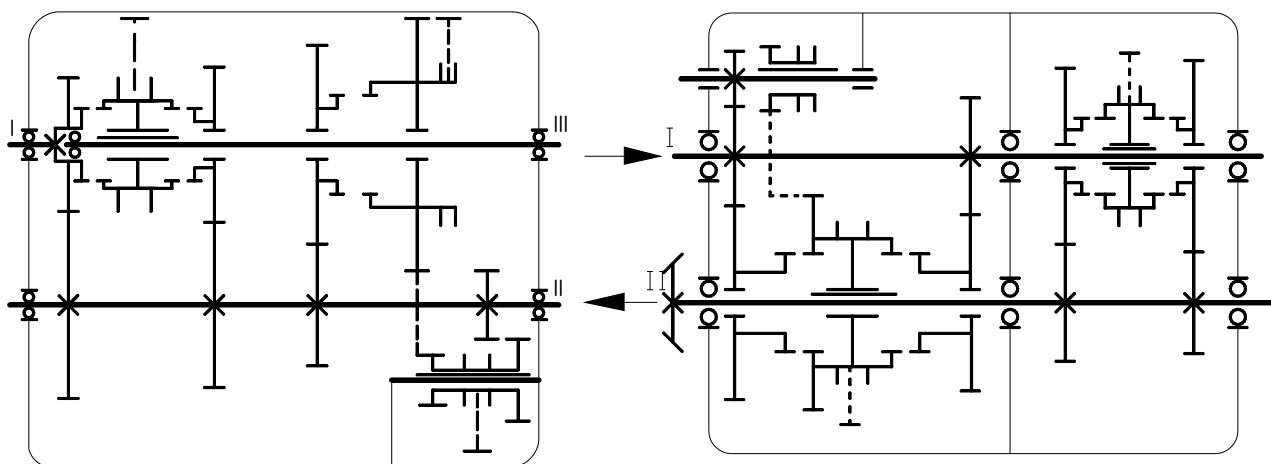


Рис. 3.1. Кинематическая схема четырехступенчатых двухвальной (а) и трехвальной (б) КП

Трехвальная четырехступенчатая соосная коробка передач имеет три пары постоянного зацепления. Число зубчатых колес на промежуточном валу этой коробки равно числу передач прямого хода. Соосное расположение ведущего и ведомого валов позволяет их легко соединить, получая прямую передачу. При движении на прямой передаче зубчатые колеса и подшипники коробки разгружаются, вследствие чего снижаются потери мощности. На других передачах переднего хода в трехвальной коробке крутящий момент передается через постоянную ступень понижения и через включенную пару зубчатых колес.

Основными конструктивными узлами КП являются первичный промежуточный вал, вторичный вал; перемещаемые блоки шестерен и синхронизаторы. Первичный вал (рис. 3.2) располагается в подшипниковой опоре и сам является корпусом для подшипника вторичного вала.

Промежуточный вал часто выполняют заодно с венцами шестерен, образуя узел: вал-шестерню (рис. 3.3).

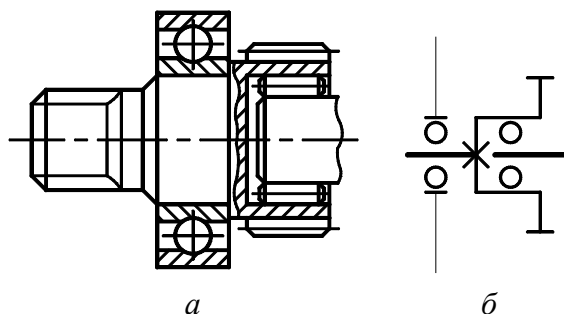


Рис. 3.2. Первичный вал КП:
а – конструктивная схема,
б – принципиальная схема

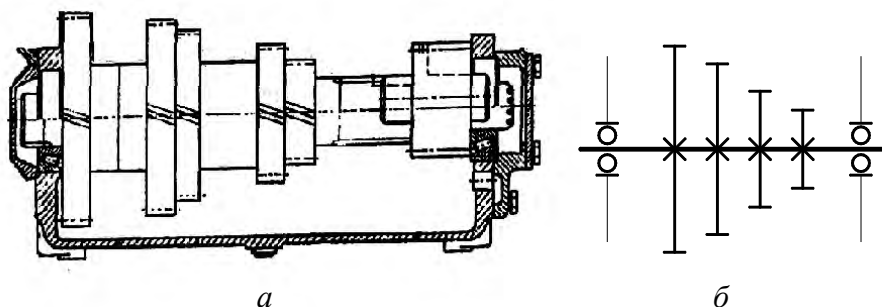


Рис. 3.3. Промежуточный вал КП:
а – конструктивная схема; б – принципиальная схема

Вторичный вал в сборе с шестернями и синхронизаторами установлен соосно с первичным валом (рис. 3.4).

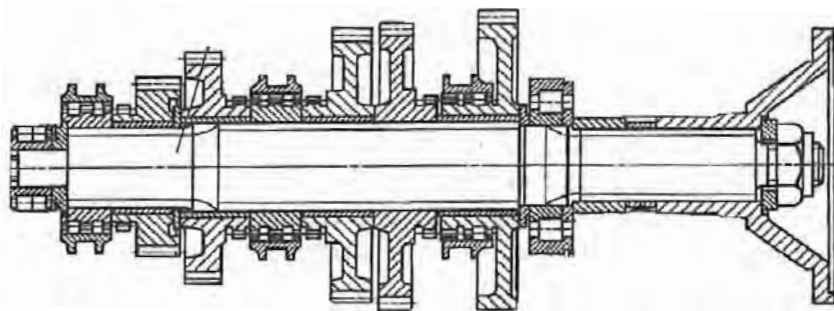


Рис. 3.4. Вторичный вал

Синхронизаторы облегчают и упрощают переключение передач посредством выравнивания угловых скоростей переключаемых элементов (рис. 3.5). Синхронизатор состоит из двух конусных колец 3 и 6, жестко связанных между собой пальцами 5 с развальцованными концами, каретки 4 с сухарями 2 и пружинами 1. Пальцы в средней части имеют конические блокирующие поверхности.

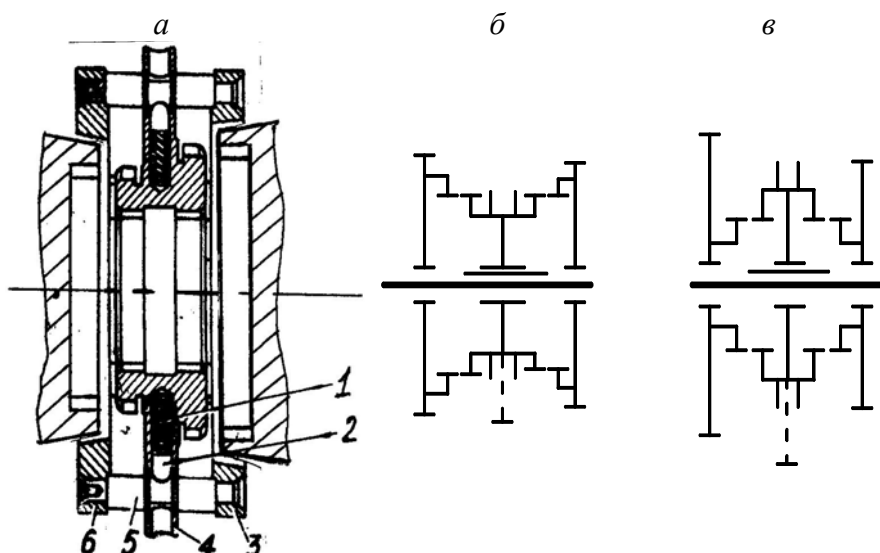


Рис. 3.5. Синхронизатор:

а – конструктивная схема; *б* – принципиальная схема с внутренним зацеплением кулачков шестерни; *в* – с наружным зацеплением кулачков шестерни

При передвижении каретки вилкой механизма переключения передач конусное кольцо, двигаясь вместе с кареткой, подводится к конусу шестерни. Вследствие разности частот вращения каретки и шестерни конусное кольцо движется относительно каретки до соприкосновения блокирующих поверхностей пальцев с блокирующими поверхностями каретки, препятствующими дальнейшему осевому передвижению каретки. Выравнивание частот вращения обеспечивается трением между коническими поверхностями кольца и шестерни. Когда частоты вращения каретки и шестерни выравниваются, блокирующие поверхности не мешают осевому движению каретки и происходит бесшумное включение передачи.

Перемещаемые вдоль вала блоки представляют собой несколько шестерен, выполненных в едином блоке, перемещаемых по шлицевому валу (рис. 3.6) до зацепления с шестерней определенной передачи.

В качестве примера на рис. 3.7 представлена конструктивная схема механической трехвальной коробки передач на шесть ступеней немецкой фирмы «ZF» (КП S-6-80); (коробка S-6-80 фирмы «ZF»).

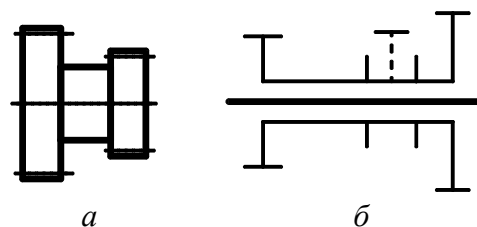


Рис. 3.6. Перемещаемый блок шестерен (каретка):
a – конструктивная схема;
б – принципиальная схема

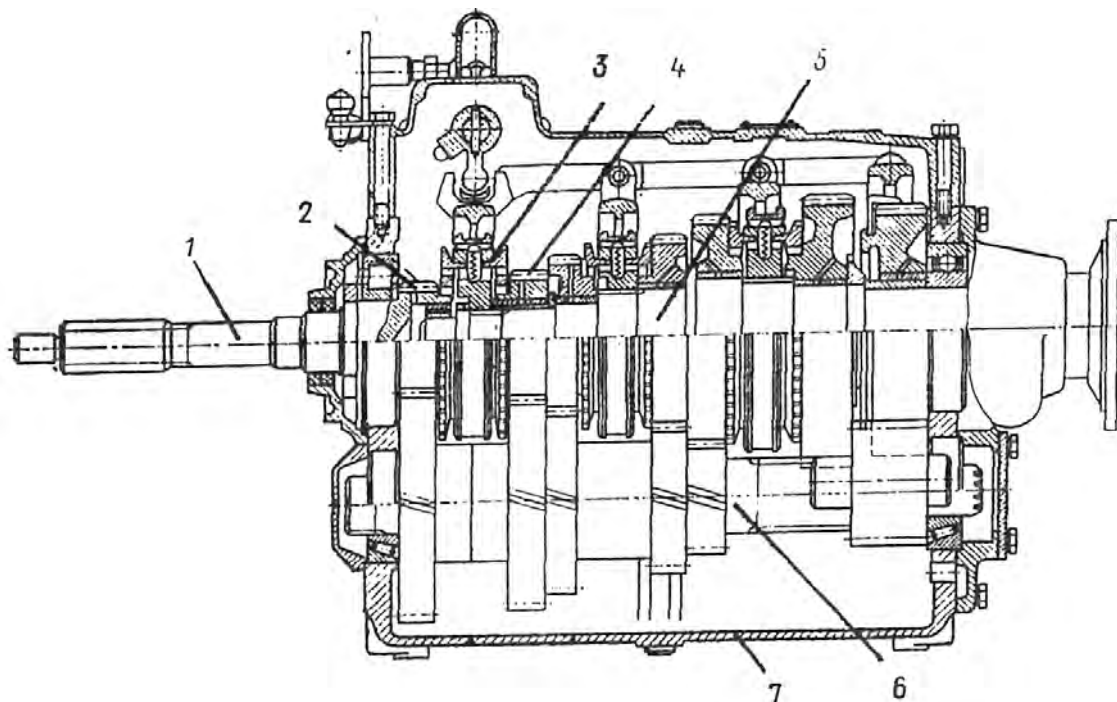


Рис. 3.7. Шестиступенчатая коробка передач:
1 – первичный вал; *2* – зубчатое колесо прямой передачи; *3* – муфта; *4* – зубчатое колесо ускоряющей передачи; *5* – вторичный вал; *6* – промежуточный вал; *7* – картер

Изображение коробки передач в 3D варианте приведено на рис. 3.8.

Раздаточная коробка устанавливается в трансмиссиях автомобилей, тракторов, колесных бронетранспортеров, имеющих два ведущих моста и более. Она служит для распределения крутящего момента между главными передачами ведущих мостов и выполняет функции дополнительных коробок передач в трансмиссии. В тракторах раздаточные коробки приводят в движение валы отбора мощности (ВОМ) для подключения сельхозтехники.

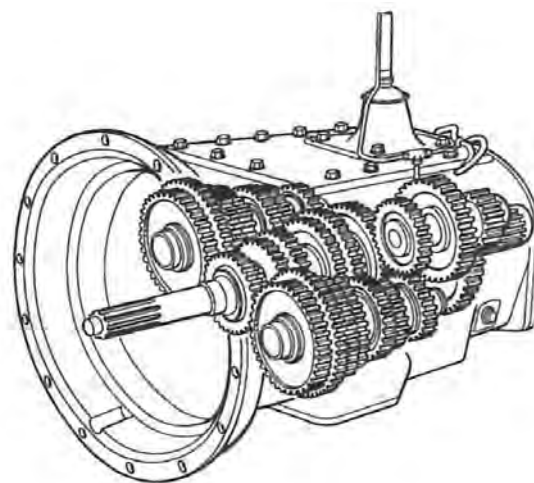


Рис. 3.8. Коробка передач с двумя промежуточными валами фирмы «FULLER»

Особенностью некоторых раздаточных коробок является применение планетарной передачи (рис. 3.9) и дифференциала (рис. 3.10).

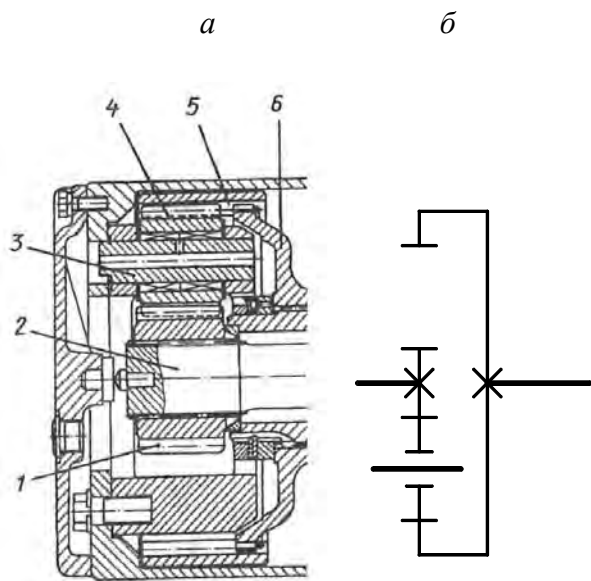


Рис. 3.9. Планетарная передача:
а – конструктивная;
б – принципиальная схемы

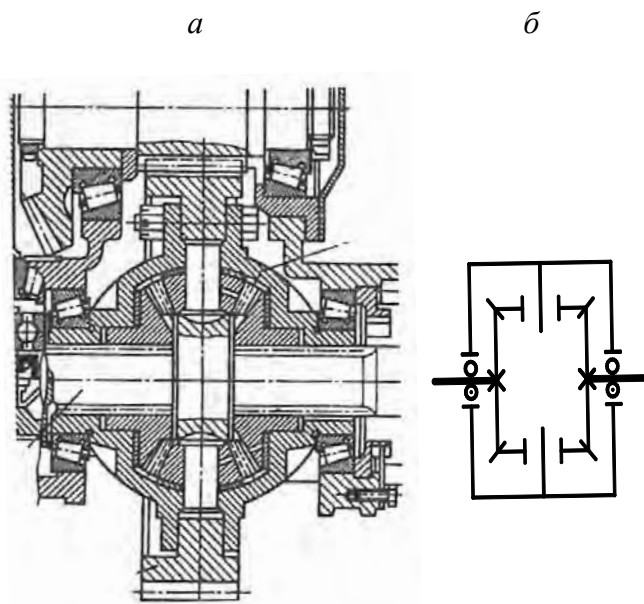


Рис. 3.10. Дифференциал:
а – конструктивная;
б – принципиальная схемы

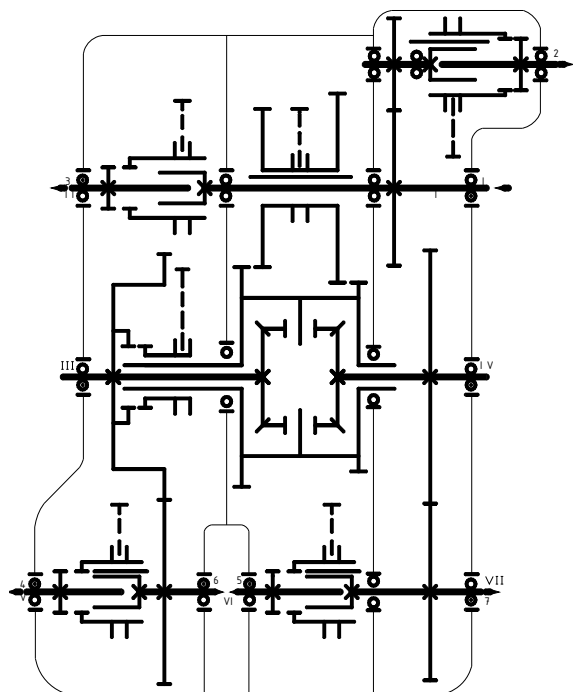


Рис. 3.11. Раздаточная коробка БТР-80 (кинематическая схема)

Изображение раздаточной коробки представлено на рис. 3.11 в виде кинематической схемы. Такие коробки применяются, например, на полноприводных военных автомобилях МАЗ, бронетранспортерах БТР-80 и т. д.

Главная передача является основной частью ведущего моста и должна обеспечивать передачу мощности к ведущим колесам. Составными частями являются межколесный дифференциал для кинематического разобщения колес моста при повороте и в ряде случаев планетарная передача привода ведущих колес для обеспечения компактности.

Главная передача автомобиля ЗИЛ 4331 показана на рис. 3.12, а ее схема на рис. 3.13.

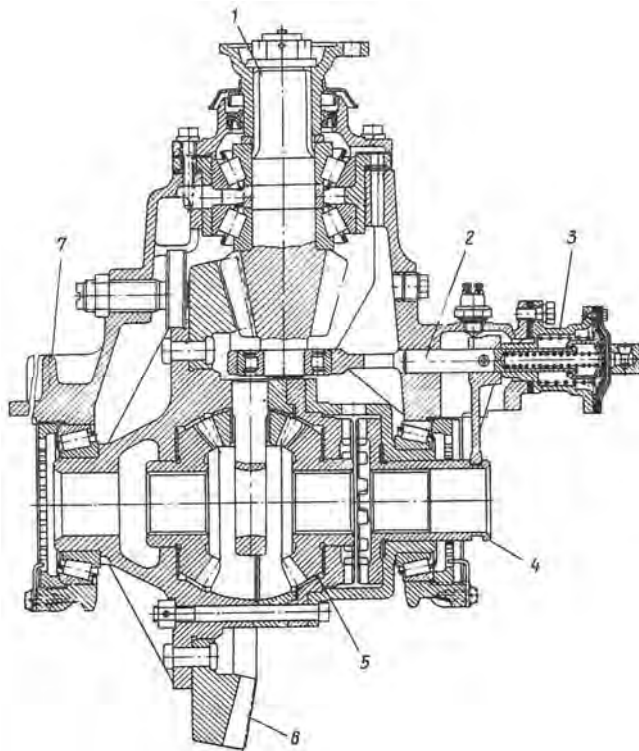


Рис. 3.12. Главная передача гипоидного типа заднего моста автомобиля ЗИЛ-4331:
 1 – вход от КП; 2 – выход привода водомета;
 3 – выход привода лебедки; 4 – выход привода первого моста; 5 – выход привода второго моста;
 6 – выход привода третьего моста; 7 – выход привода четвертого моста

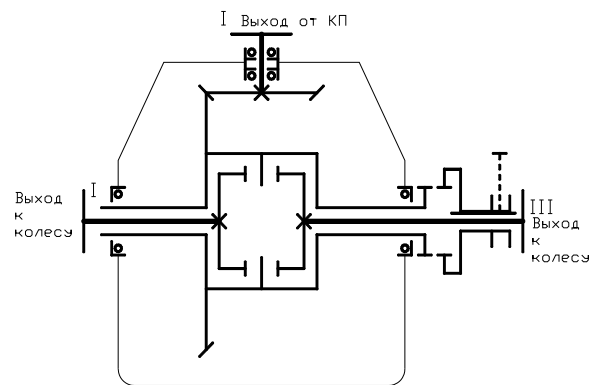


Рис. 3.13. Кинематическая схема главной передачи с блокировкой дифференциала:

- 1 – ведущее зубчатое колесо;
- 2 – шток муфты блокировки дифференциала;
- 3 – камера механизма блокировки дифференциала;
- 4 – муфта блокировки дифференциала;
- 5 – межколесный дифференциал;
- 6 – ведомое зубчатое колесо;
- 7 – картер главной передачи

Главная передача заднего моста автомобиля КраЗ изображена на рис. 3.14 конструктивно, а на рис. 3.15 – схематически.

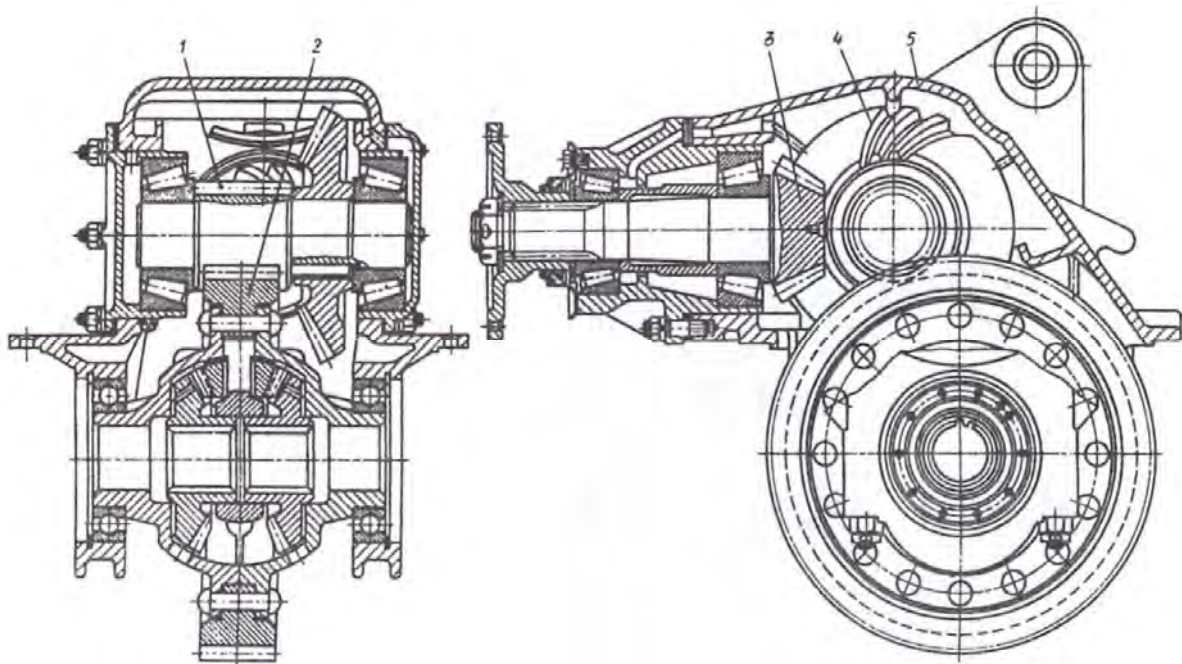


Рис. 3.14. Главная передача ведущего моста серийных автомобилей КраЗ

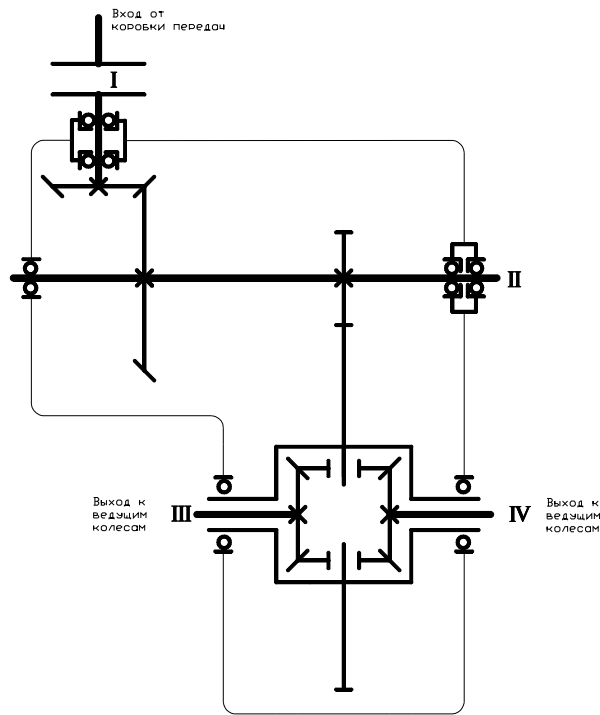


Рис. 3.15. Главная передача ведущего моста серийных автомобилей КраЗ

Главная передача промежуточного моста автомобиля КраЗ представлена на рис. 3.16, а ее кинематическая схема на рис. 3.17.

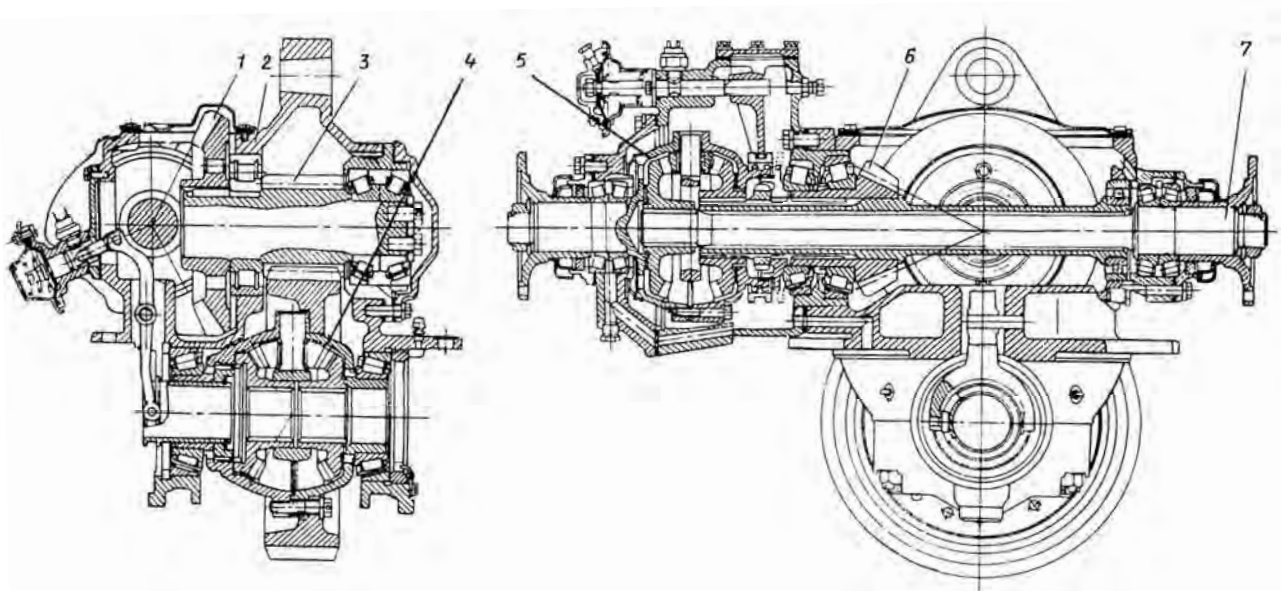


Рис. 3.16. Главная передача промежуточного моста автомобилей КраЗ:
 1 – ведомое коническое зубчатое колесо; 2 – картер; 3 – ведущее цилиндрическое зубчатое колесо; 4 – межколесный дифференциал с ведомым цилиндрическим зубчатым колесом;
 5 – межосевой дифференциал; 6 – ведущее коническое зубчатое колесо;
 7 – вал привода заднего моста

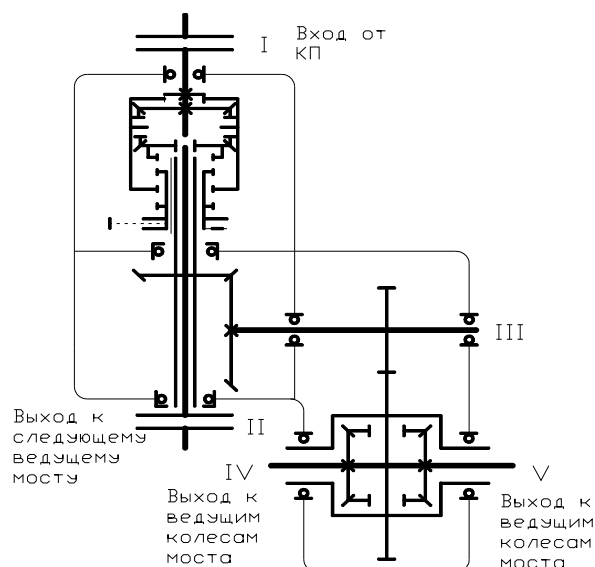


Рис. 3.17. Кинематическая схема главной передачи промежуточного моста автомобиля КраЗ

Привод заднего моста автомобиля МАЗ-54329 представлен на рис. 3.18.

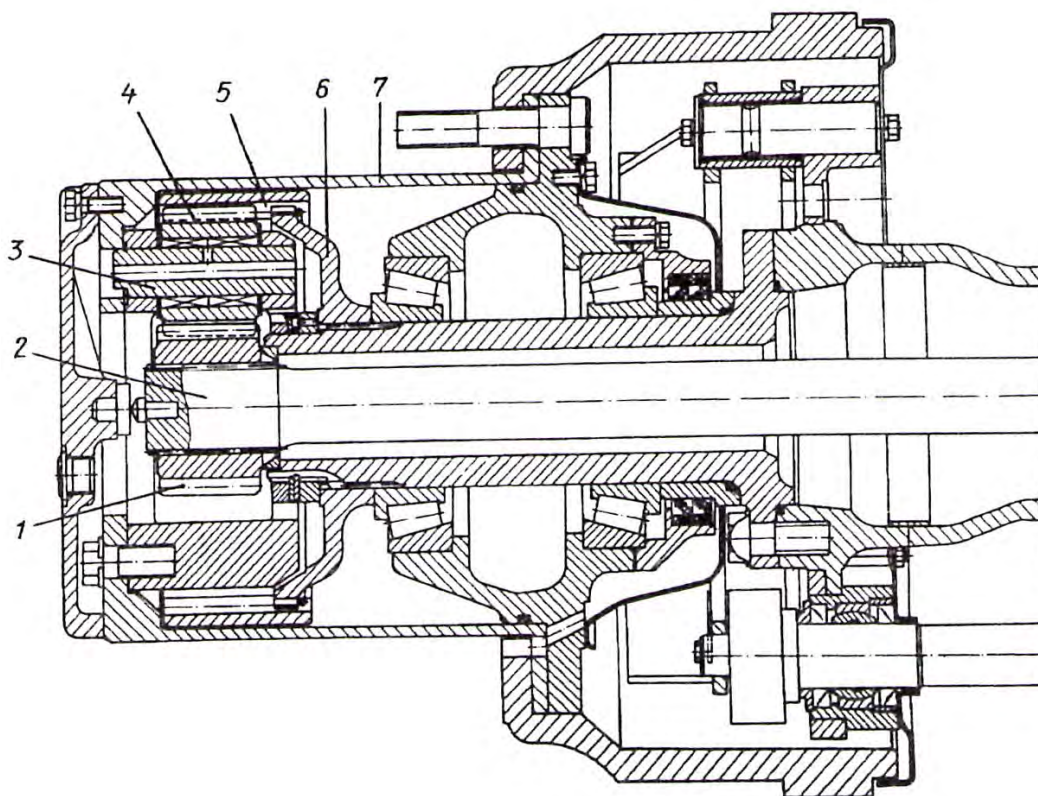


Рис. 3.18. Центральная передача заднего моста автомобиля МАЗ-54329:
 1 – картер редуктора; 2 – ведущее коническое зубчатое колесо;
 3 – межколесный дифференциал; 4 – ведомое коническое зубчатое колесо;
 5 – муфта блокировки дифференциала

Привод заднего моста автомобиля МАЗ-54329 представлен на рис. 3.19.

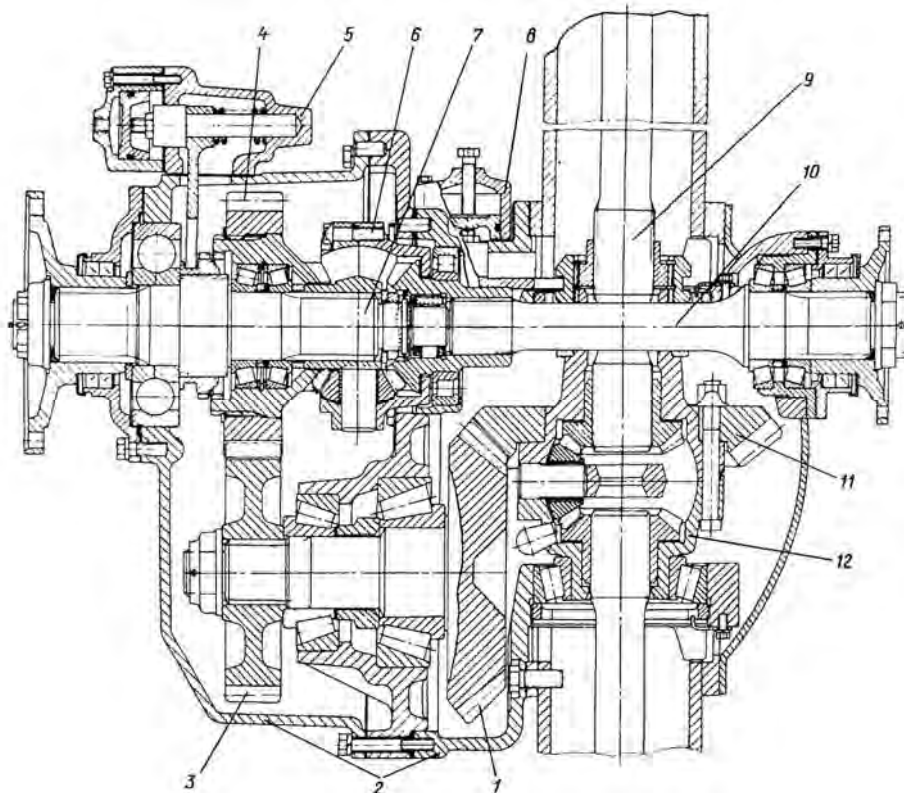


Рис. 3.19. Планетарная колесная передача заднего моста автомобиля МАЗ-54329:

- 1 – ведущее зубчатое колесо; 2 – полуось; 3 – ось сателлита; 4 – сателлит;
- 5 – коронное зубчатое колесо; 6 – ступица зубчатого колеса;
- 7 – картер колесного редуктора

Центральная передача промежуточного моста трехосного автомобиля МАЗ-64229 представлена на рис. 3.20.

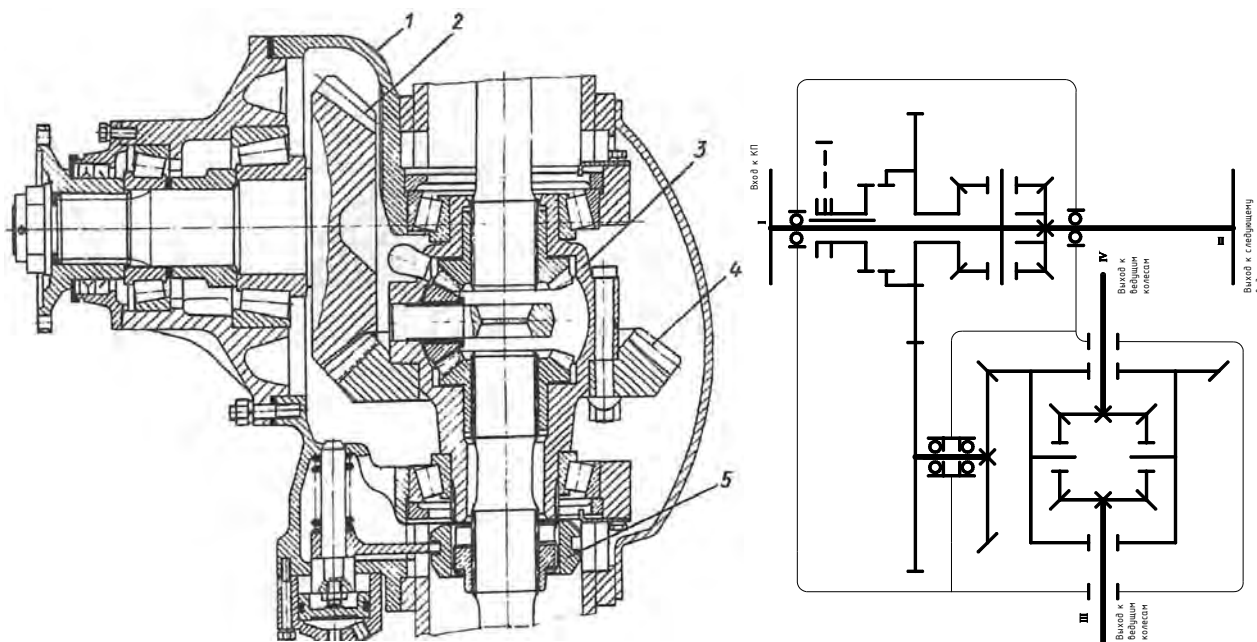


Рис. 3.20. Центральная передача промежуточного моста трехосного автомобиля МАЗ-64229 (конструкция и кинематическая схема)

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЧТЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

Рассмотрим кинематическую схему грузовой лебедки башенного крана (рис. 4.1) башенного крана.

Читать схему начинают от двигателя. На схеме он обозначается, как правило, окружностью с буквой *M* в середине. Вращательное движение от электродвигателя *1* через фрикционную муфту сцепления *2* с колодочным тормозом ТКГ-300 (стрелка с чертой) передается на вал I с зубчатым колесом *3*, которое зацепляется с зубчатым колесом *4* второго вала II. Зубчатое колесо *5* вала II передает вращение через зубчатое колесо *6* третьему валу III, на котором насажен барабан *7* для навивки каната. На концах валов показаны подшипники качения. Около зубчатых колес

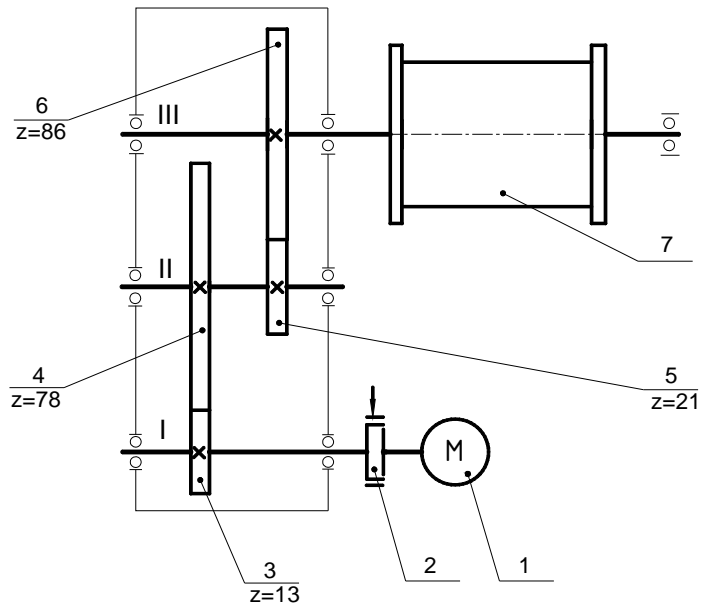


Рис. 4.1. Кинематическая схема грузовой лебедки

указаны модуль зацепления *m* и число зубьев колеса *z*. Выявляя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, изображенный на схеме, устанавливают его назначение и характер передачи движения.

Рассмотрим устройство и работу коробки скоростей шпинделя вертикально-фрезерного станка по его принципиальной кинематической схеме, изображенной на рис. 4.2.

На схеме представлены: двигатель *1*; две муфты *23* и *24*; плоскоременная передача; валы I, II, III, IV и V вместе с подшипниками, цилиндрическими и коническими зубчатыми колесами, находящимися в зацеплении.

Плоскоременная передача, включающая ремень и шкивы *2* и *3*, установлена на валах I и II. На валу II размещены три подвижных блока, перемещающиеся по направляющей шпонке и состоящие из цилиндрических зубчатых колес *4* и *6*, *8* и *10*, *12* и *14*. На валу III неподвижно установлены цилиндрические зубчатые колеса *5*, *7*, *9*, *11*, *13*, *15* и коническое зубчатое колесо *16*, с помощью которого передается крутящий момент с вала III на вал IV, расположенный перпендикулярно валу III. На валу IV неподвижно установлено коническое зубчатое колесо *17* и свободно посажены цилиндрические зубчатые колеса *18* и *20*, которые находятся в постоянном зацеплении с неподвижно установленными цилиндрическими зубчатыми колесами *19* и *21* на валу V. Нерасцепляемая упругая муфта *23* (позиция 8.10, табл. 2.1) предназначена для соединения вала электродвигателя с валом I, на котором установлен шкив *2*. Сцепляемая двусторонняя муфта *24* (позиция 8.4, табл. 2.1) предназначена для включения зубчатого колеса *18* или *20* для передачи крутящего момента с вала IV на вал V.

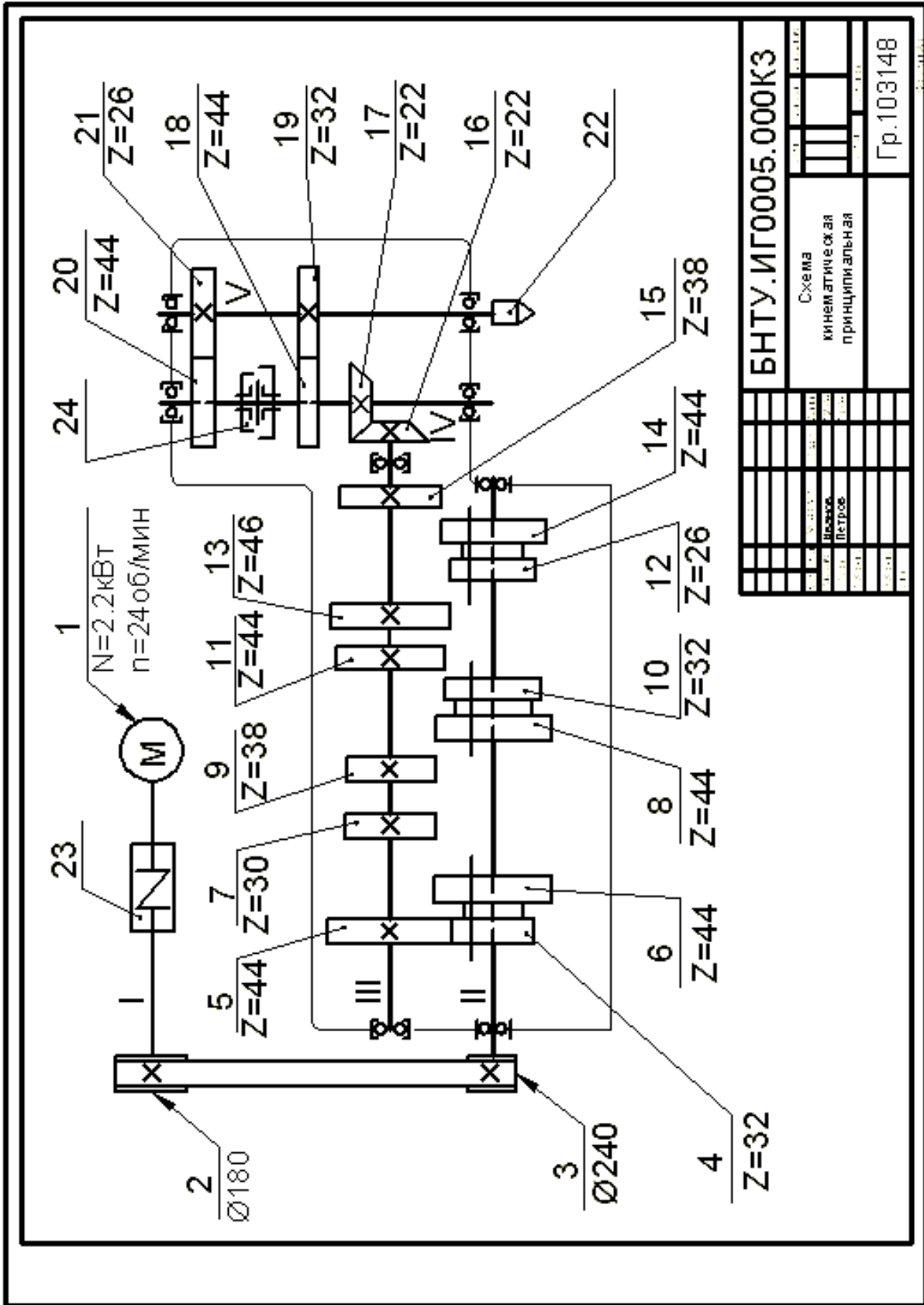


Рис. 4.2. Коробка скоростей шпинделя вертикально-фрезерного станка (образец выполнения графической работы)

На валах установлены подшипники:

– на валу II: радиальные подшипники качения на валах (позиция 7.1, табл. 2.1);

– на валах III и IV: двусторонние радиально-упорные подшипники качения (позиция 7.3, табл. 2.1);

– на валу V: односторонние радиально-упорные подшипники качения (позиция 7.2, табл. 2.1).

Коробка скоростей позволяет получить двенадцать различных скоростей вращения шпинделя 22.

5. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПО СИНТЕЗУ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ДЛЯ СТАНКОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

1. Студенту в соответствии с вариантом выдается принципиальная кинематическая (прил. 2) схема, где некоторые элементы пропущены и обозначены незаполненными прямоугольниками и знаками «X» и «?».

2. Студент должен, изучив принципы создания кинематических схем и последовательность их чтения в соответствии с представленным в пособии образцом, найти в табл. 2.1 отсутствующие элементы и приступить к синтезу схемы.

3. Дополнить принципиальную кинематическую схему буквенно-цифровыми позиционными обозначениями.

4. Индивидуальное задание выполнить в соответствии с рабочей программой дисциплины или на формате А3 белой бумаги, или средствами AutoCAD на компьютере. Образец выполненного индивидуального задания представлен на рис. 4.2.

6. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ ПО СИНТЕЗУ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

1. Студент должен, изучив принципы создания кинематических схем и последовательность их чтения, выполнить заданный вариант схемы. Изобразить элементы схемы *соответствующими линиями* с установленной правилами ГОСТ 2.303–68 «Линии» толщиной (на вариантах задания в прил. 2 все линии кинематических схем – тонкие). Номера рисунков прил. 2 совпадают с номерами вариантов заданий. Так, рис. П2.1 соответствует варианту 1, рис. П2.2 – варианту 2 и т. д.

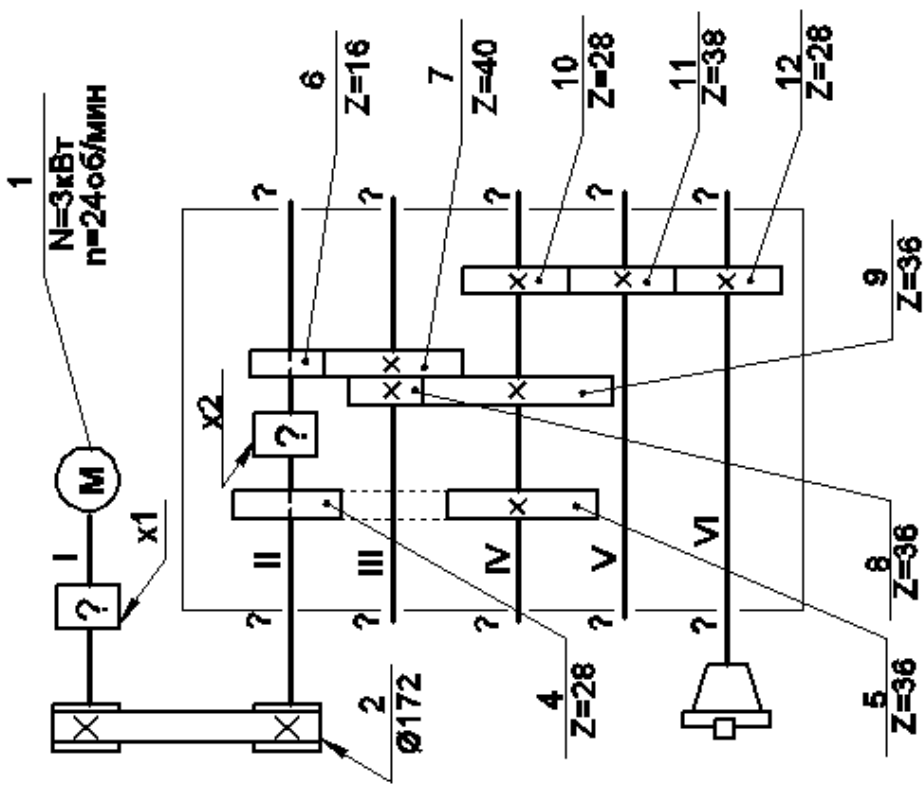
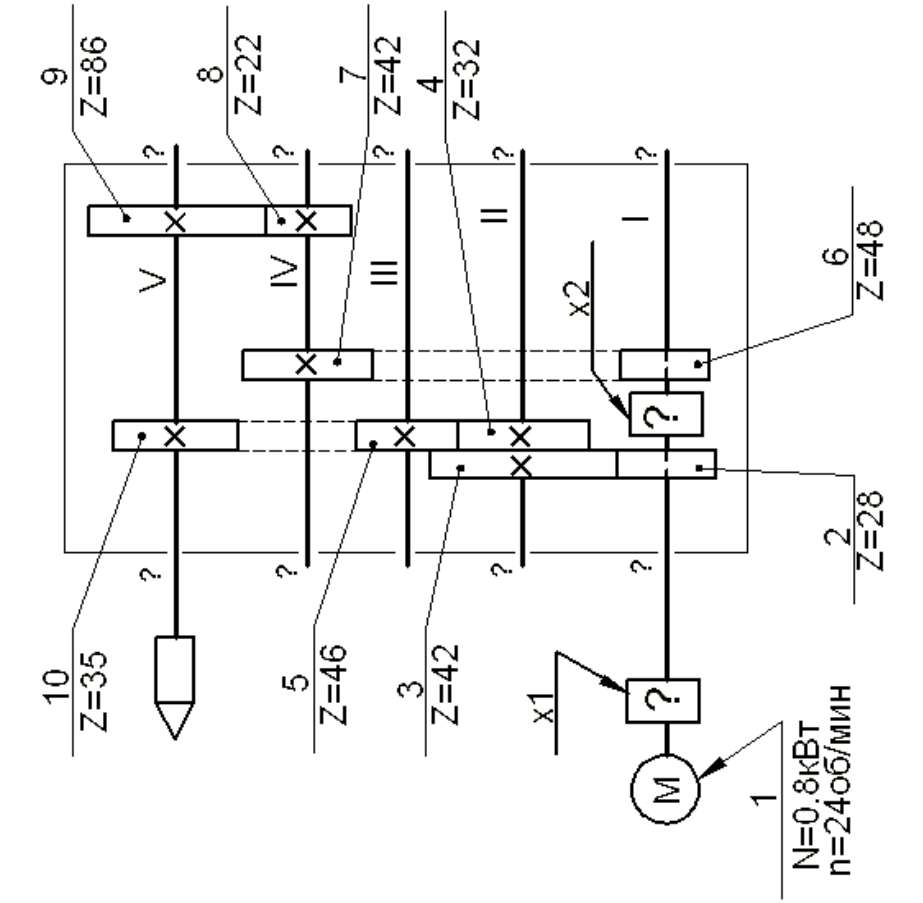
2. Дополнить принципиальную кинематическую схему буквенно-цифровыми позиционными обозначениями.

3. Индивидуальное задание выполнить в соответствии с рабочей программой дисциплины или на формате А3 белой бумаги, или средствами AutoCAD на компьютере. Образец выполненного индивидуального задания представлен на рис. 4.2.

ЛИТЕРАТУРА

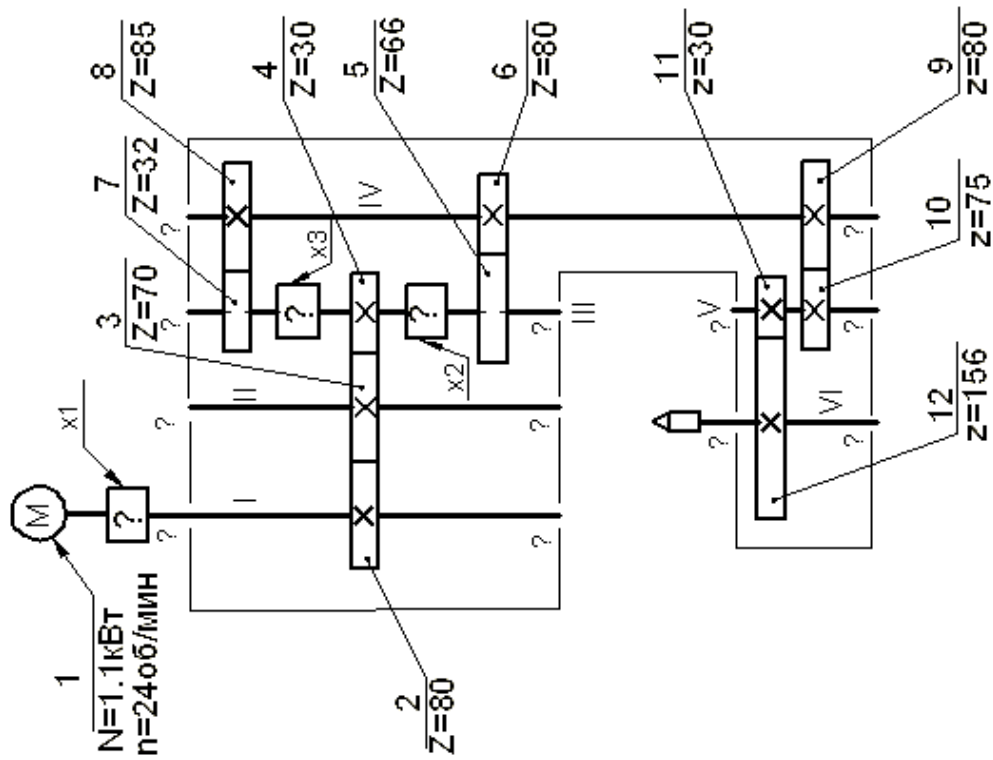
1. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению : ГОСТ 2.701–2008.
2. Правила выполнения кинематических схем : ГОСТ 2.703–2011.
3. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения : ГОСТ 2.721–74.
4. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики : ГОСТ 2.770–68.
5. Высоцкий, М. С. Грузовые автомобили. Проектирование и основы конструирования / М. С. Высоцкий [и др.]. – М. : Машиностроение, 1995. – 256 с.
6. Кучер, А. М. Металлорежущие станки : альбом общих видов кинематических схем и узлов / А. М. Кучер. – М. : Машиностроение, 1971. – 306 с.
7. Колев, Н. С. Металлорежущие станки учебное пособие для втузов / Н. С. Колев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1980. – 500 с.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ С НЕДОСТАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

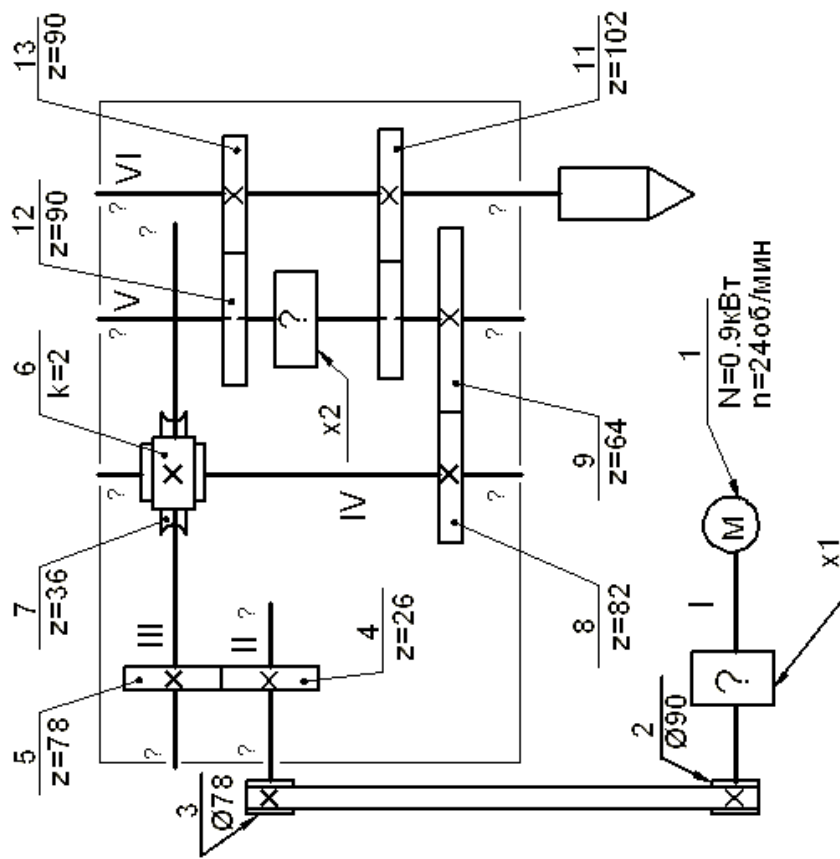


| Вариант | Муфты | | Валы | | | | |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | I | II | III | IV | V |
| 3 | 8.10 | 8.2 | 7.2 | 7.1 | 5.3 | 7.1 | 7.3 |
| 4 | 8.9 | 8.4 | 7.2 | 7.1 | 5.4 | 7.1 | 7.2 |

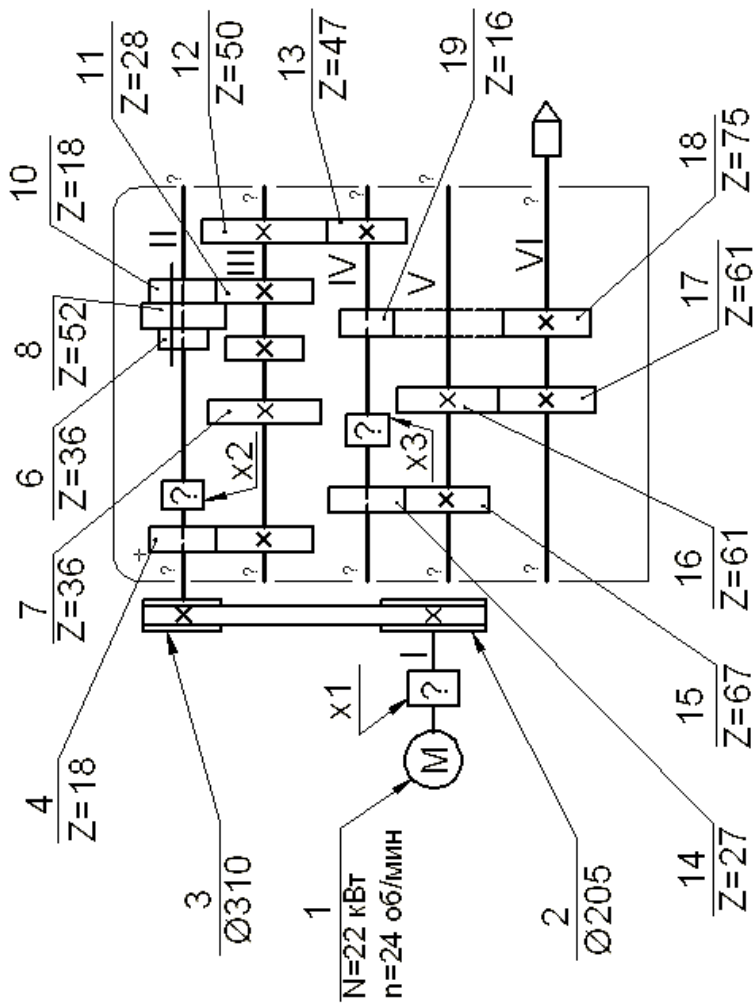
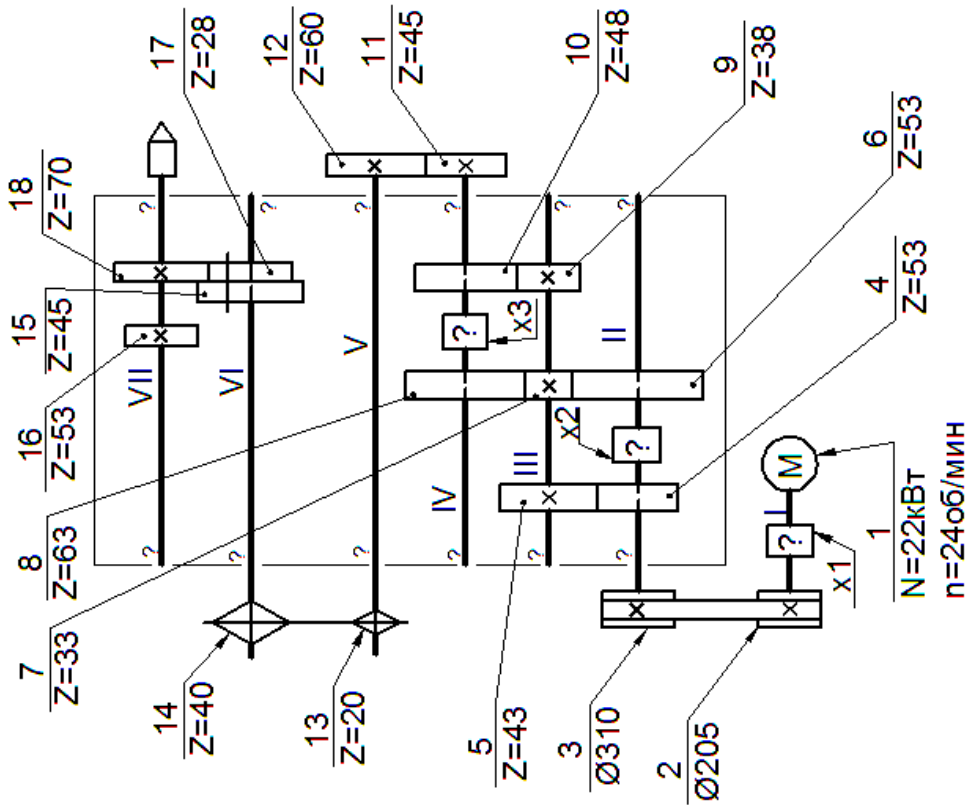
| Вариант | Муфты | | Валы | | | | | |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | I | II | III | IV | V | VI |
| 1 | 8.1 | 8.2 | - | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 7.3 | 7.3 |
| 2 | 8.9 | 8.4 | - | 7.3 | 7.1 | 7.1 | 5.3 | 7.2 |



| Вариант | Муфты | | Валы | | | | | |
|---------|-------|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | X1 | X2 X3 | I | II | III | IV | V | VI |
| 5 | 8.9 | 8.3 8.3 | 7.2 | 5.3 | 7.3 | 7.5 | 7.1 | 5.5 |
| 6 | 8.10 | 8.6 8.6 | 7.2 | 7.1 | 7.2 | 7.5 | 7.1 | 5.4 |

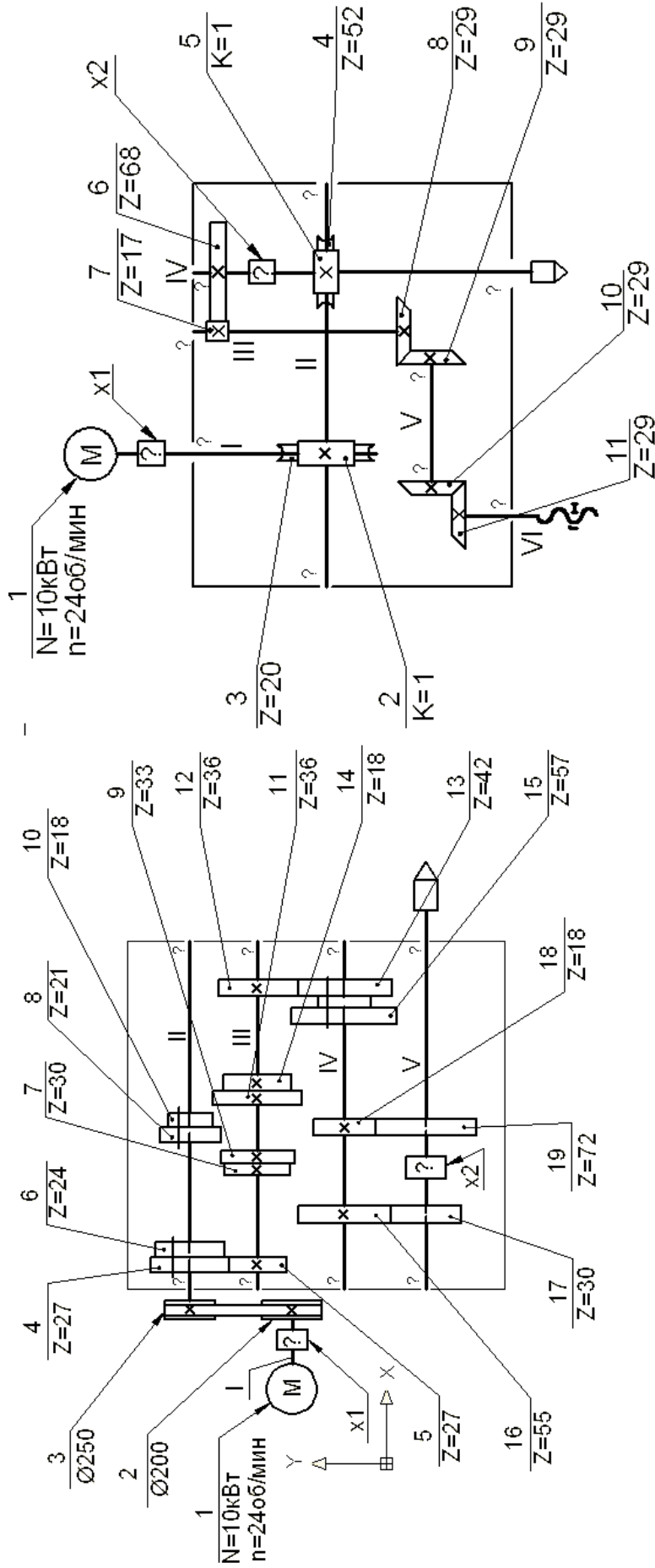


| Вариант | Муфты | | Валы | | | | | |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | X1 | X2 | I | II | III | IV | V | VI |
| 7 | 8.1 | 8.5 | - | 7.1 | 7.2 | 7.2 | 7.1 | 7.3 |
| 8 | 8.9 | 8.6 | - | 7.1 | 7.3 | 7.3 | 5.3 | 7.2 |



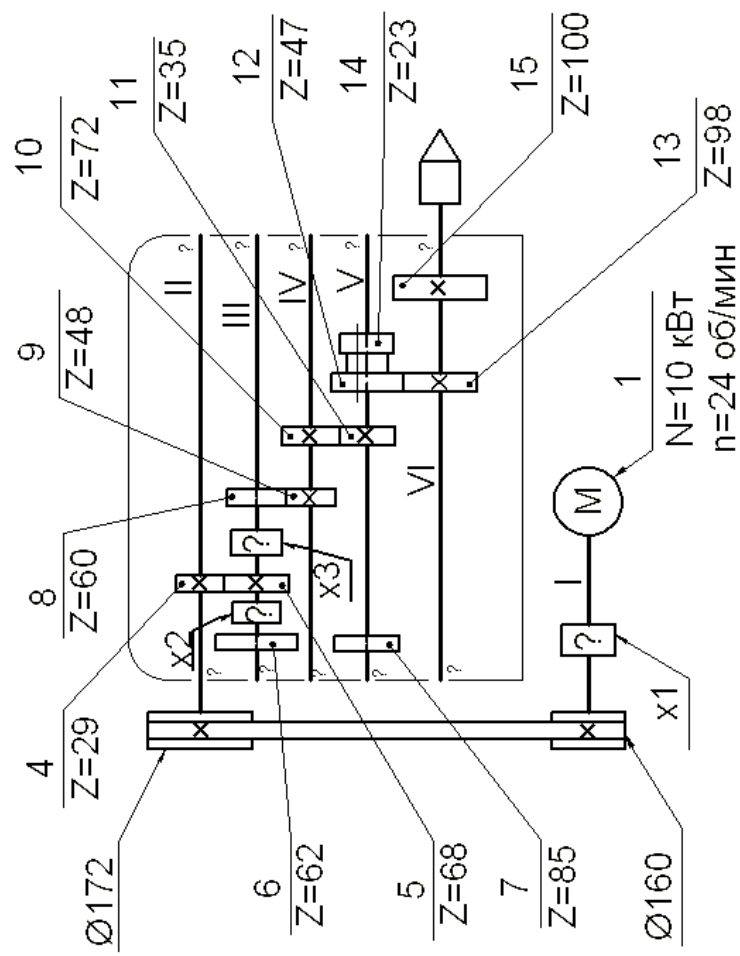
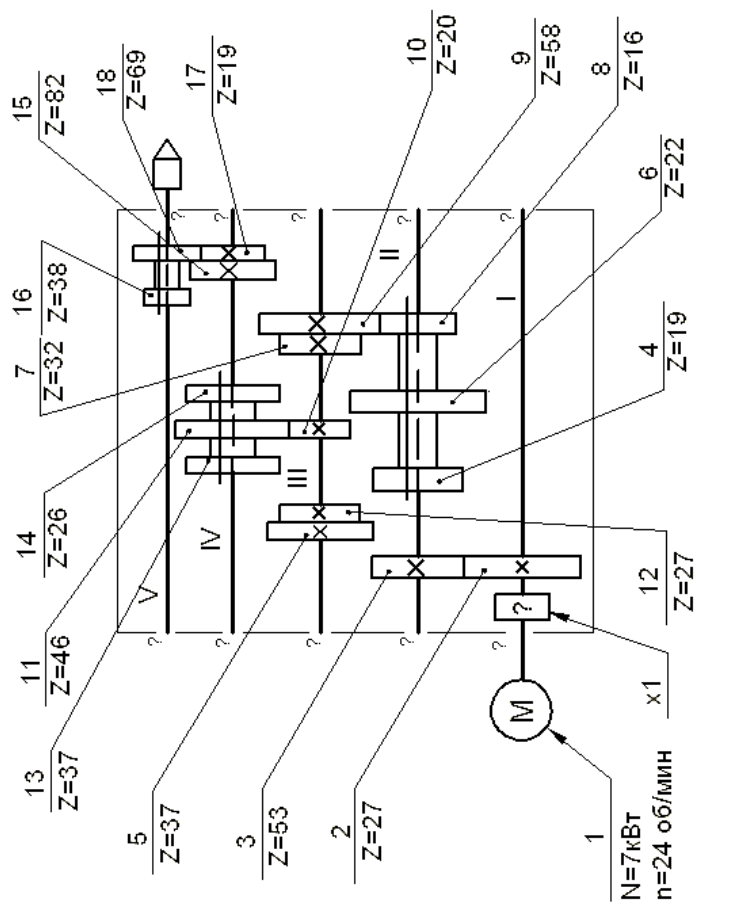
| Вариант | Муфты | | | Валы | | | | | | |
|---------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | x3 | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 11 | 8.10 | 8.8 | 8.8 | - | 7.1 | 5.3 | 5.3 | 7.1 | 7.2 | 5.4 |
| 12 | 8.10 | 8.4 | 8.4 | - | 7.2 | 5.4 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 5.5 |

| Вариант | Муфты | | | Валы | | | | | | |
|---------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | x3 | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 9 | 8.1 | 8.4 | 8.4 | - | 7.2 | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 5.5 | 5.5 |
| 10 | 8.10 | 8.2 | 8.2 | - | 7.3 | 6.2 | 7.3 | 7.1 | 7.2 | 7.2 |



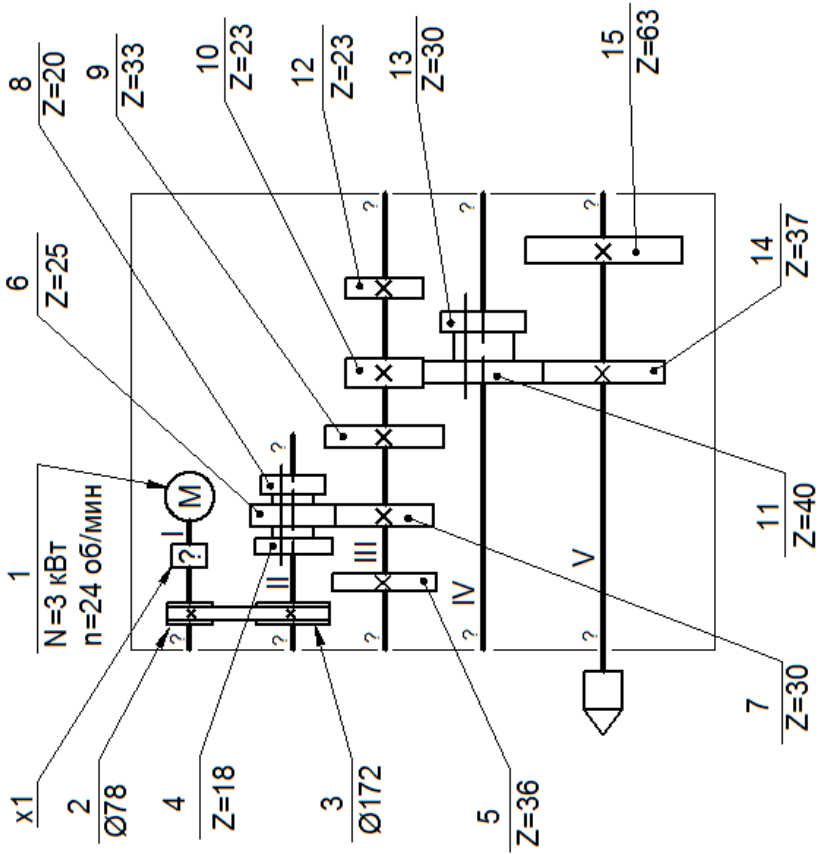
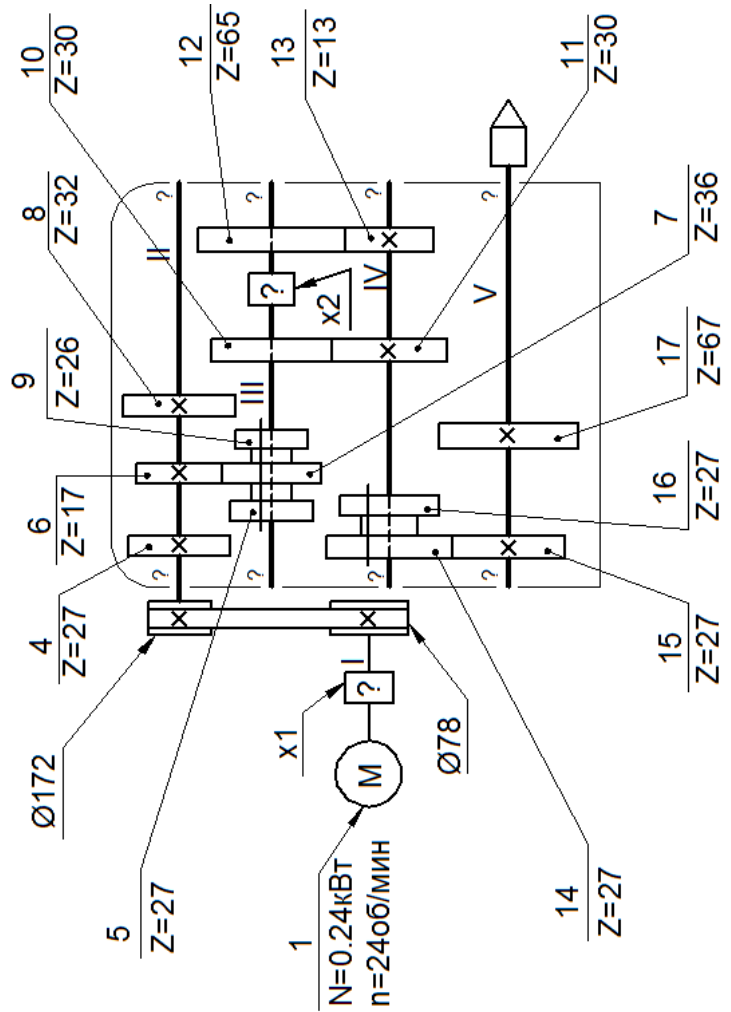
| Вариант | Муфты | | Валы | | | | | |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | I | II | III | IV | V | VI |
| 23 | 8.9 | 8.5 | 7.7 | 7.3 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 6.2 |
| 24 | 8.10 | 8.8 | 5.5 | 5.5 | 5.4 | 5.3 | 7.3 | 6.1 |

| Вариант | Муфты | | Валы | | | | |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | I | II | III | IV | V |
| 21 | 8.10 | 8.4 | - | 7.2 | 7.1 | 6.1 | 6.2 |
| 22 | 8.10 | 8.2 | - | 5.4 | 5.3 | 6.1 | 6.2 |



| Вариант | Муфты | Валы | | | | |
|---------|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| | | I | II | III | IV | V |
| 27 | X1 | 7.1 | 7.2 | 5.3 | 7.3 | 7.3 |
| 28 | 8.7 | 7.1 | 7.3 | 7.1 | 5.4 | 5.5 |

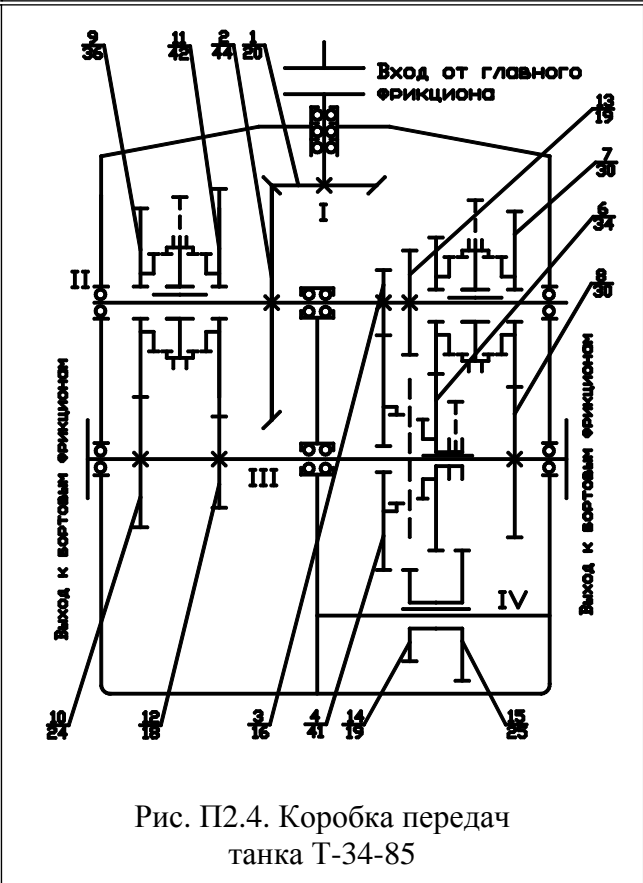
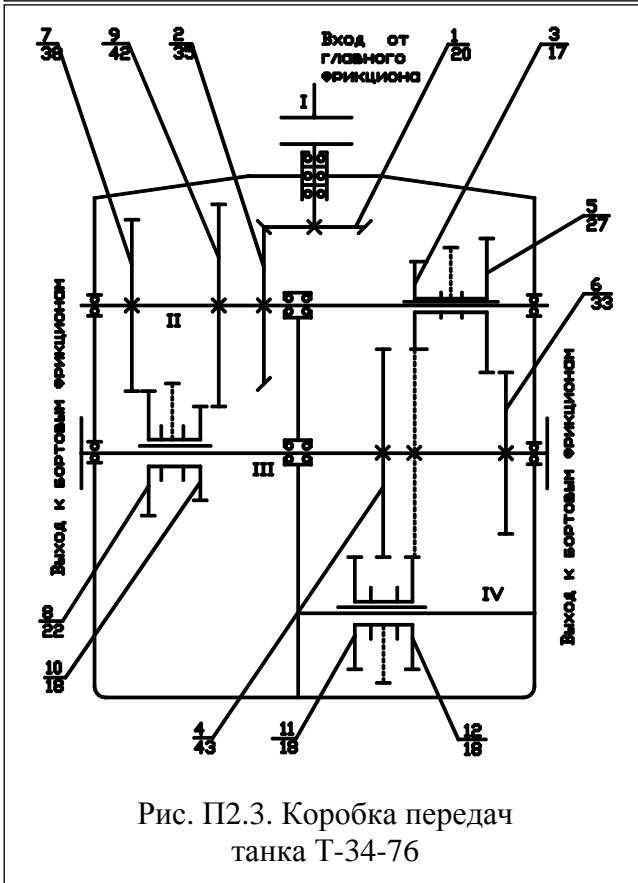
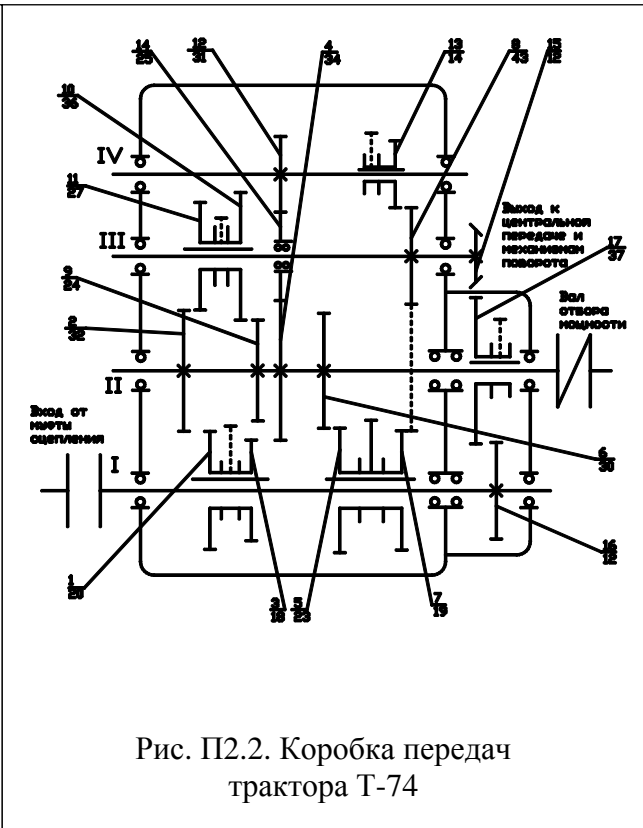
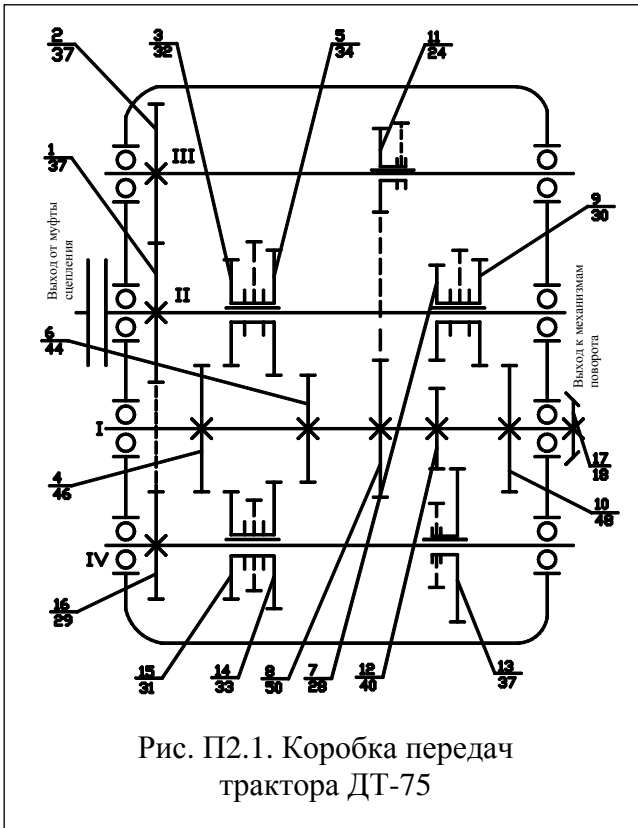
| Вариант | Муфты | Валы | | | | | |
|---------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| 25 | X1 X2 | 8.1 | 8.6 | 8.6 | 7.1 | 7.2 | 7.3 |
| 26 | 8.9 | 8.7 | 8.7 | 7.1 | 7.3 | 5.3 | 7.5 |



| Вариант | Муфты | | | | | Валы | | | | |
|---------|-------|-----|---|-----|-----|------|-----|--|--|--|
| | x1 | x2 | I | II | III | IV | V | | | |
| 31 | 8.10 | 8.4 | - | 7.1 | 7.2 | 7.2 | 5.5 | | | |
| 32 | 8.9 | 8.8 | - | 7.2 | 7.3 | 7.2 | 5.4 | | | |

| Вариант | Муфты | | | | | Валы | | | | |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|------|--|--|--|--|
| | x1 | I | II | III | IV | V | | | | |
| 29 | 8.6 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.2 | 7.5 | | | | |
| 30 | 8.8 | 5.5 | 7.3 | 7.2 | 5.4 | 5.4 | | | | |

Варианты заданий для изображения элементов кинематических схем с соблюдением толщины и начертания линий



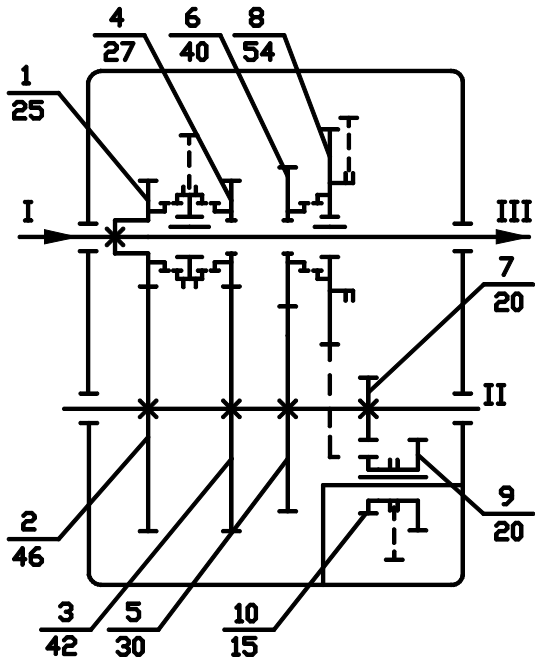


Рис. П2.5. Коробка передач ГАЗ-53 (ГАЗ-66)

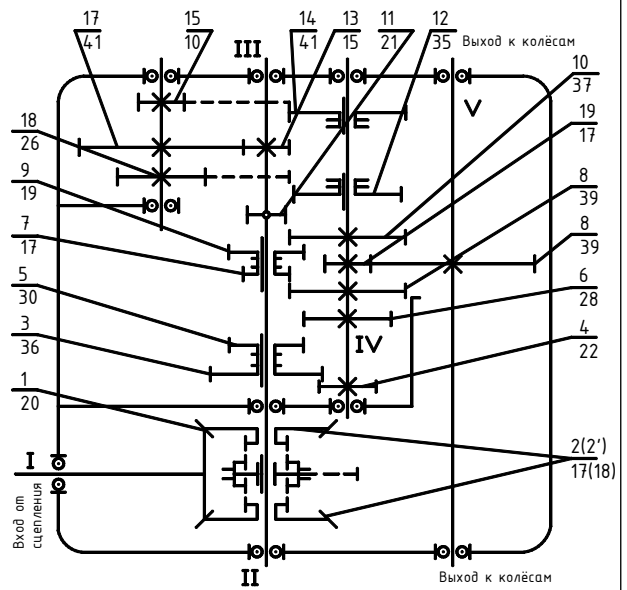


Рис. П2.6. Коробка передач трактора Т-40

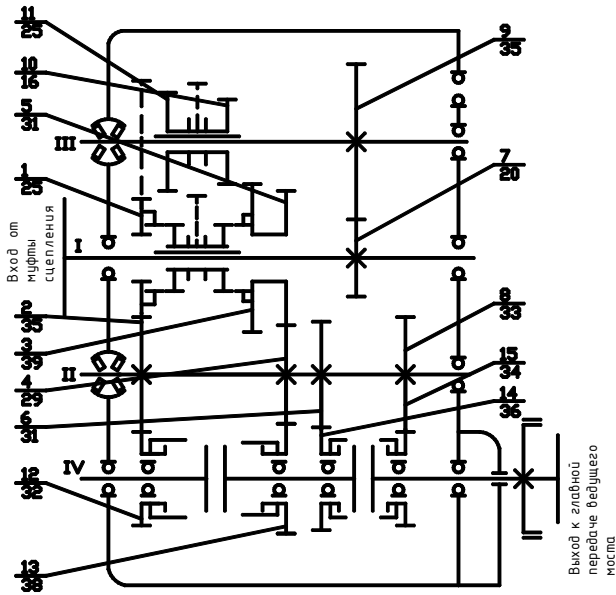


Рис. П2.7. Коробка передач трактора Т-150

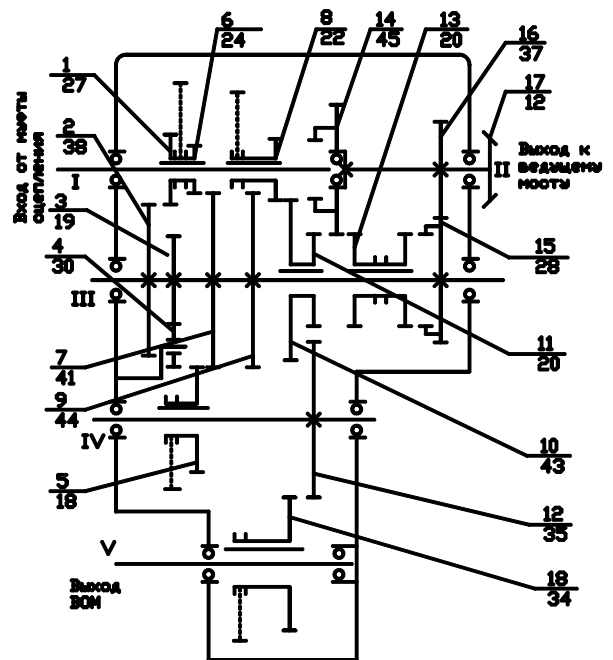


Рис. П2.8. Коробка передач трактора МТ3-50

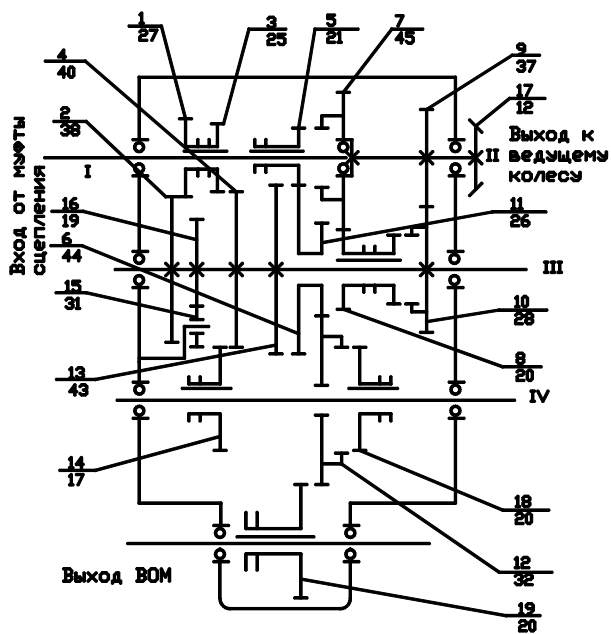


Рис. П2.9. Коробка передач трактора МТЗ-80

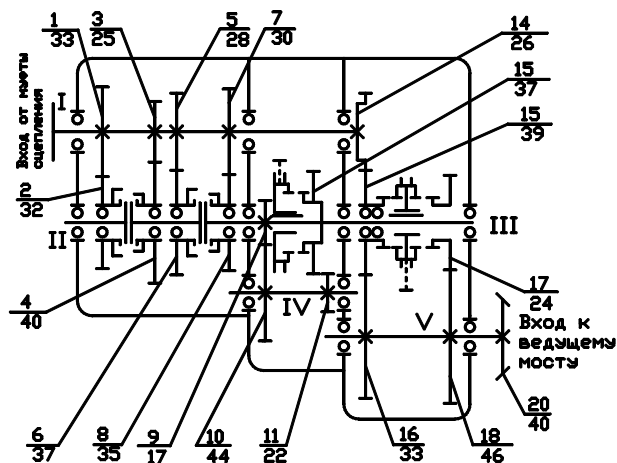


Рис. П2.10. Коробка передач трактора Т-150К

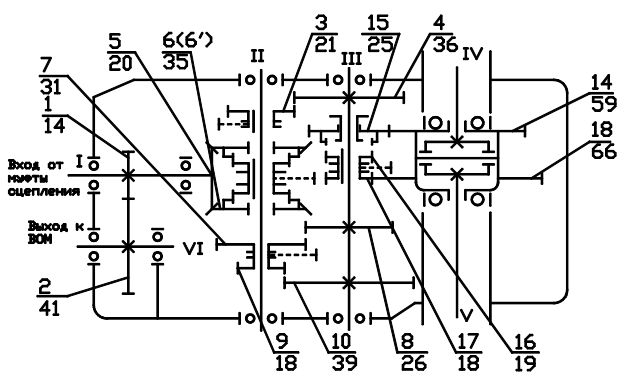


Рис. П2.11. Коробка передач трактора Т-25

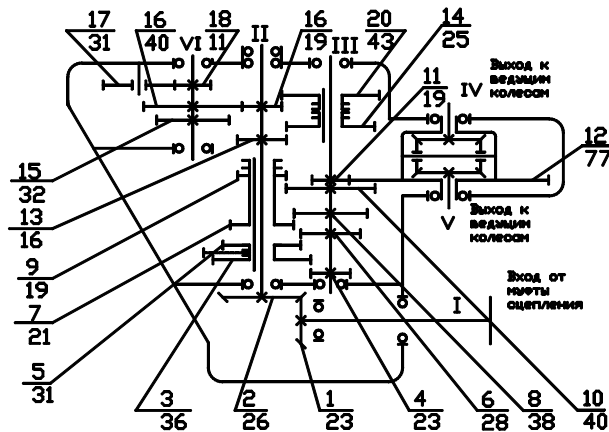
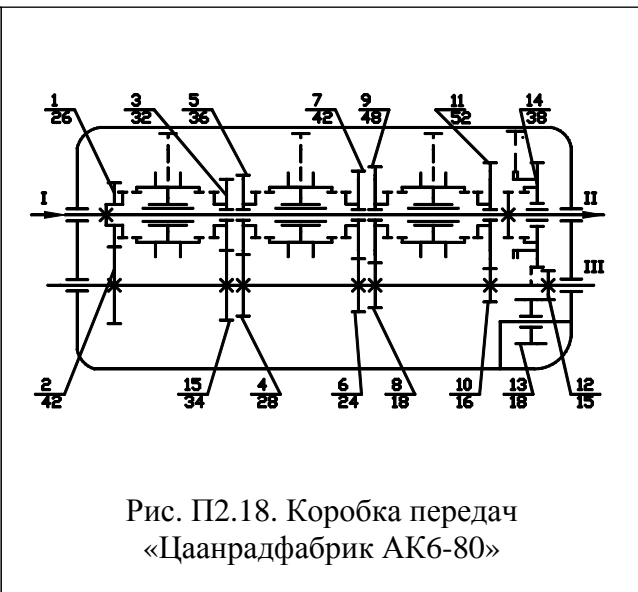
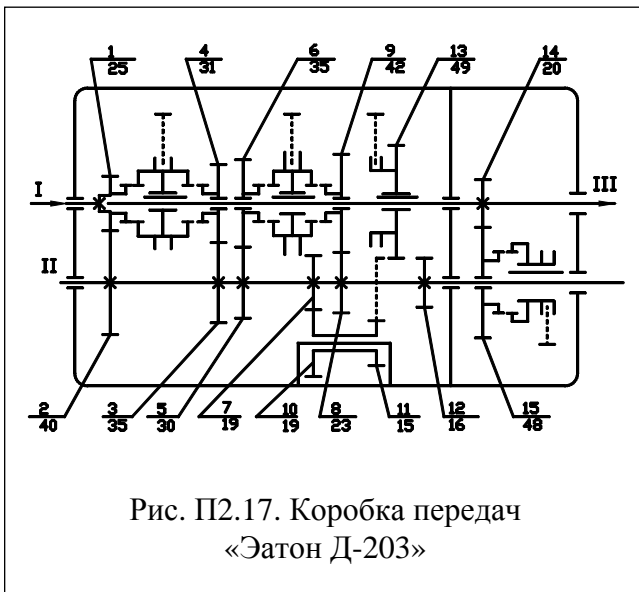
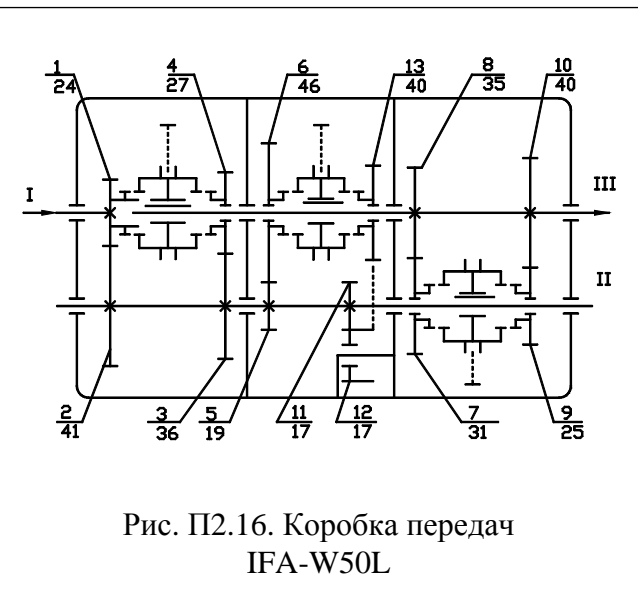
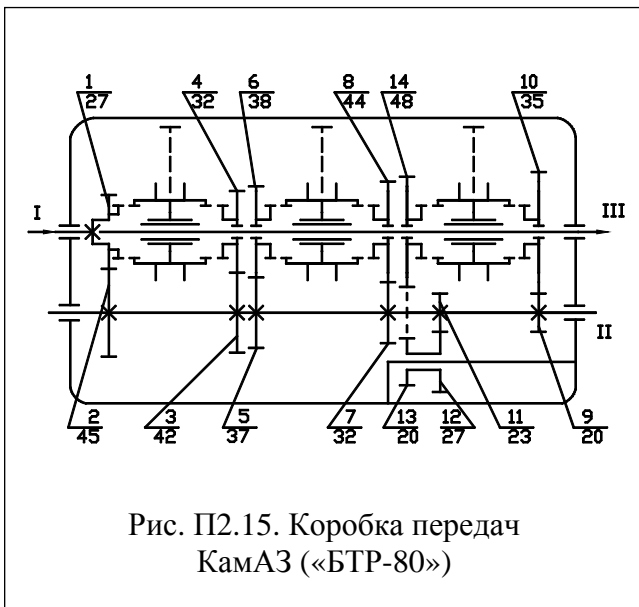
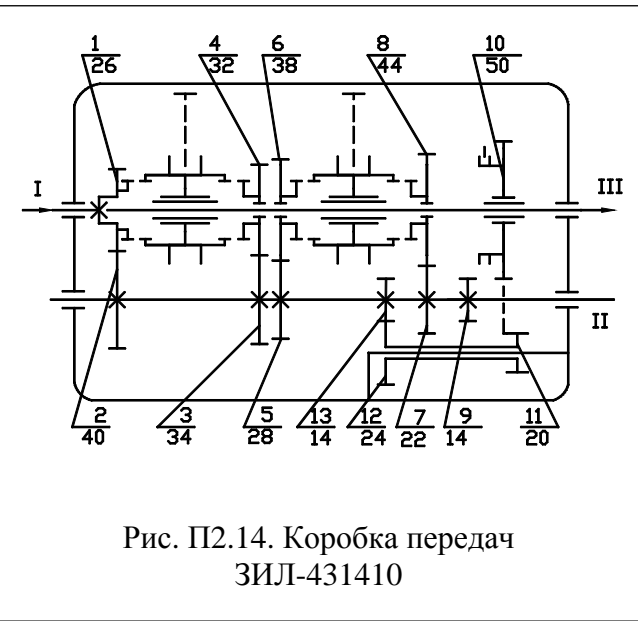
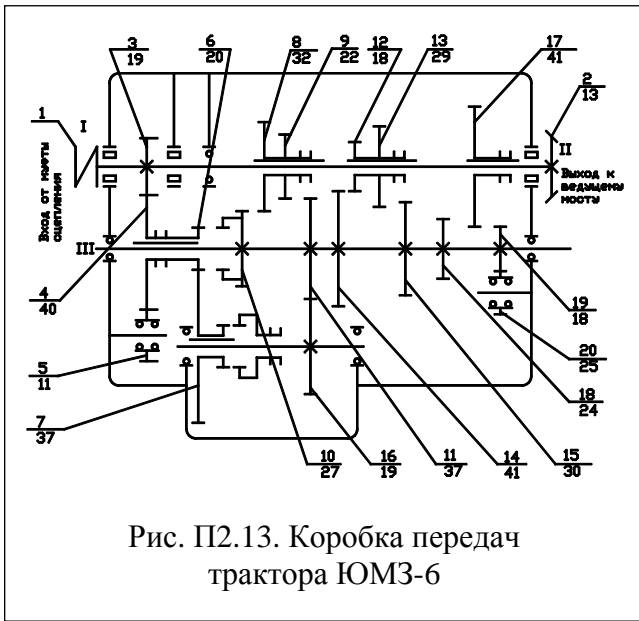


Рис. П2.12. Коробка передач Т-16М (самоходное шасси)



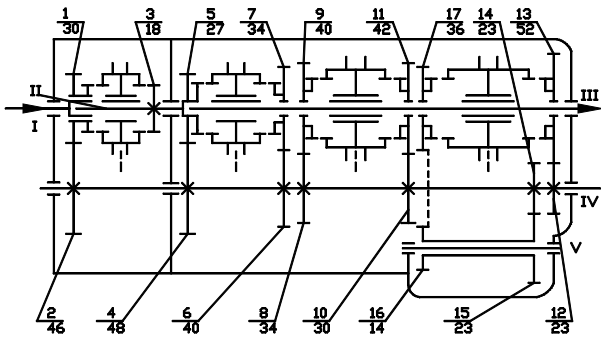


Рис. П2.19. Коробка передач с редуктором-делителем (10-ступенчатая)

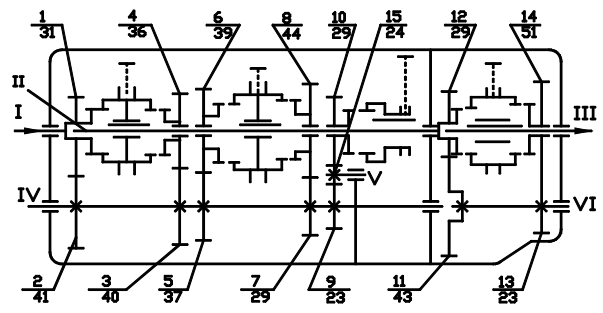


Рис. П2.20. Коробка передач 8-ступенчатая с вальным редуктором

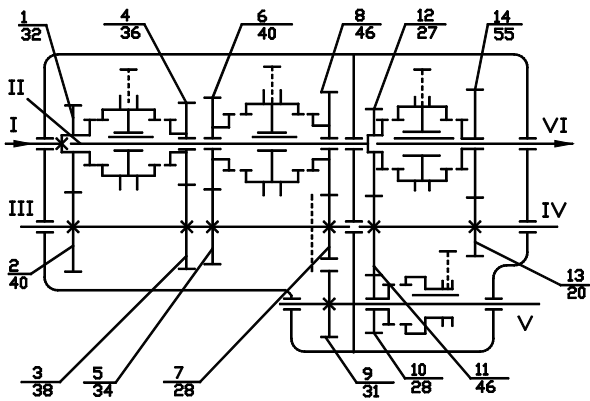


Рис. П2.21. Коробка передач 8-ступенчатая

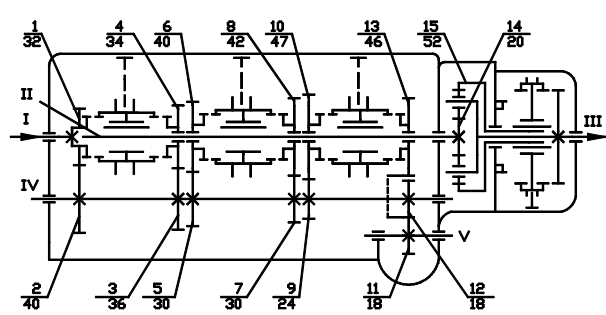


Рис. П2.22. Коробка передач 9-ступенчатая с задним планетарным редуктором

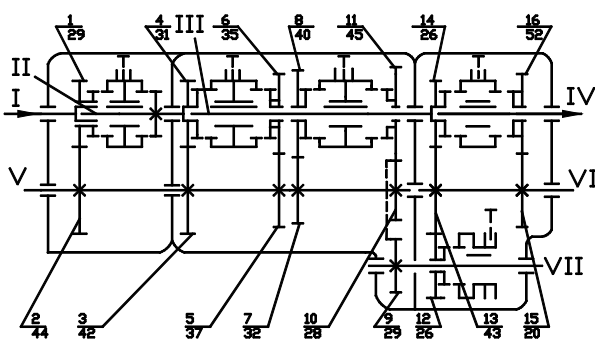


Рис. П2.23. Коробка передач 16-ступенчатая

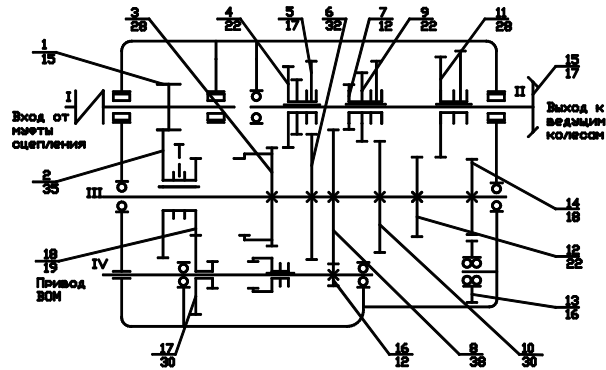


Рис. П2.24. Коробка передач трактора МТЗ-7

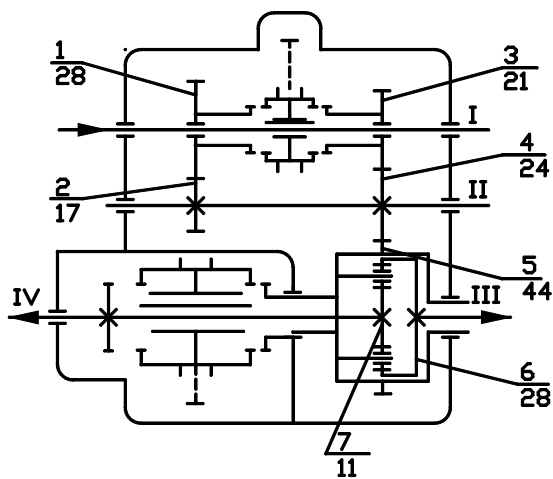


Рис. П2.25. Раздаточная коробка
УРАЛ-375Д

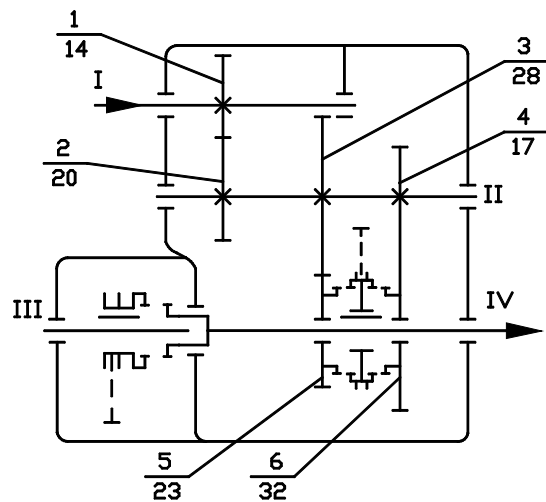


Рис. П2.26. Раздаточная коробка
ЗИЛ-131

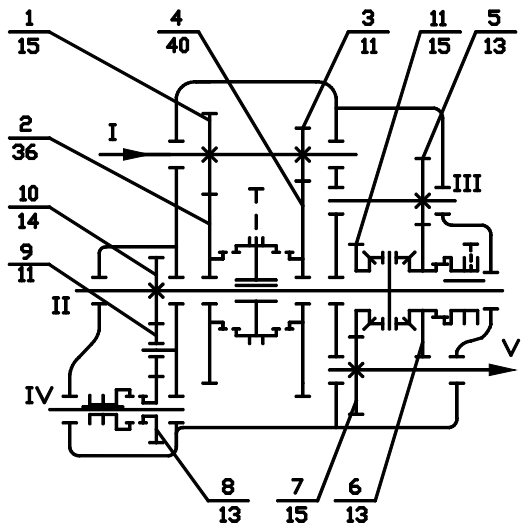


Рис. П2.27. Раздаточная коробка
КамАЗ-4310

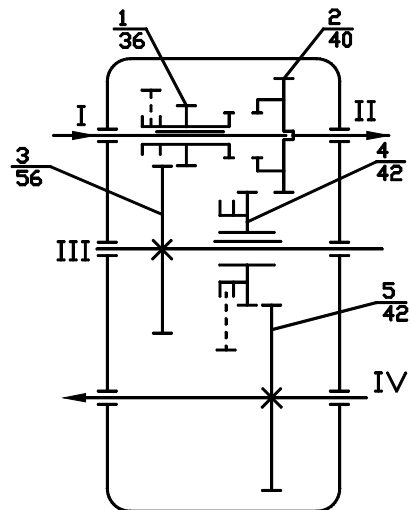


Рис. П2.28. Раздаточная коробка
УАЗ-452

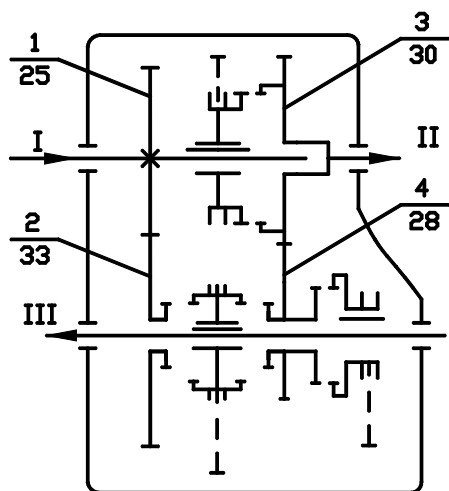


Рис. П2.29. Раздаточная коробка
БТР-70

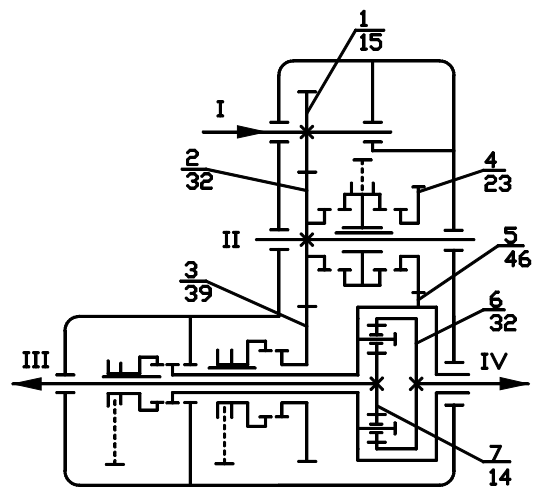


Рис. П2.30. Раздаточная коробка
КамАЗ-4310

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение. | 3 |
| 1. Основные положения. | 4 |
| 1.1. Общие понятия о схемах. | 4 |
| 1.2. Кинематические схемы. | 6 |
| 2. Условные графические обозначения в кинематических схемах. | 9 |
| 3. Общие сведения о механических передачах в авто- и тракторостроении. | 13 |
| 4. Последовательность чтения кинематических схем. | 23 |
| 5. Методика выполнения и варианты индивидуального задания по синтезу принципиальных кинематических схем для станкостроительных конструкторских и технологических специальностей. | 25 |
| 6. Методика выполнения и варианты индивидуального задания по синтезу принципиальных кинематических схем для автотракторных конструкторских специальностей. | 25 |
| Литература. | 26 |
| Приложение 1. Варианты заданий с недостающими элементами. | 27 |
| Приложение 2. Варианты заданий для изображения элементов кинематических схем с соблюдением толщины и начертания линий. | 35 |

Учебное издание

ЛЕШКЕВИЧ Александр Юрьевич
ГИЛЬ Светлана Валентиновна
ЗЕЛЕНый Петр Васильевич
МАРАМЫГИНА Татьяна Александровна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Практикум по выполнению
кинематических схем

Учебно-методическое пособие
для студентов технических специальностей

Редактор *Т. А. Зезюльчик*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 15.01.2014. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 1,91. Тираж 100. Заказ 521.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.