

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038023**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.06.24

(51) Int. Cl. **F16H 3/66 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201700590

(22) Дата подачи заявки
2017.10.12

(54) **ОСНОВНАЯ КОРОБКА ПЛАНЕТАРНОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ, ПЛАНЕТАРНАЯ
КОРОБКА ПЕРЕДАЧ**

(43) **2019.04.30**

(56) US-A-4346623
WO-A1-2012084367
RU-C1-2091248
RU-C1-2324850

(96) **2017/EA/0078 (BY) 2017.10.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ"; ОТКРЫТОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"МИНСКИЙ ЗАВОД КОЛЁСНЫХ
ТЯГАЧЕЙ" (BY)**

(72) Изобретатель:
**Альгин Владимир Борисович,
Поддубко Сергей Николаевич,
Белабенко Дмитрий Сергеевич,
Кузнецов Евгений Викторович (BY)**

(57) Изобретение относится к планетарным коробкам передач, состоящим из основной коробки и диапазонного редуктора. Основная коробка содержит базовую коробку, включающую три планетарных ряда и три тормоза, обеспечивающую три передачи прямого хода, и присоединенный к базовой коробке механизм, включающий блокировочную муфту либо блокировочную муфту и по меньшей мере один зубчатый механизм с элементом управления. Упомянутый зубчатый механизм с элементом управления представляет собой планетарный ряд с тормозом либо зубчатую передачу с неподвижными осями колес и муфтой. Диапазонный редуктор служит для получения передачи переднего хода и реверсивной и/или прямой передачи. Планетарная коробка передач обеспечивает ряд передаточных чисел, близкий к геометрическому, с числом передач от 4 до 12 передач прямого хода, в последнем случае имеющих 11 понижающих передач либо от 2 до 4 повышающих передач, что обеспечивает ей высокие функциональные свойства и универсальность. Достижимый технический результат - расширение функциональных свойств, повышение надежности, КПД, степени унификации, снижение габаритов, универсальность планетарной коробки передач.

B1

038023

038023

B1

Изобретение относится к планетарным коробкам передач и может быть использовано в трансмиссиях строительно-дорожных, карьерных и транспортных средств.

В большегрузных карьерных самосвалах (например, Катерпиллер, Комацу, БелАЗ и др.) и внедорожных транспортных средствах применяются многоступенчатые планетарные коробки передач с числом передач (ступеней) переднего хода 6-8 и выше; число передач заднего хода - по меньшей мере одна [1]. В планетарных коробках передач преимущественно используются простые планетарные ряды, имеющие отрицательное передаточное отношение, а также планетарные ряды с парными сателлитами, имеющие положительное передаточное отношение.

Коробки передач большегрузных автомобилей имеют отношение (шаг) передаточных чисел смежных передач в пределах 1,3-1,4. Более высокие значения приводят к увеличению расхода топлива и снижению динамических качеств автомобиля, меньшие значения ведут к усложнению коробки передач. При заданном диапазоне передаточных чисел передаточные числа промежуточных передач в большинстве случаев рассчитывают по геометрической прогрессии, что обеспечивает возможность работы двигателя при разгоне автомобиля в одинаковом режиме на всех передачах. Передаточное число передачи заднего хода принимают близким по абсолютной величине к передаточному числу первой передачи [2], с. 25-26.

Среди высокомоментных коробок передач наиболее востребованы 8-10-ступенчатые планетарные коробки передач с шагом передаточных чисел передач в пределах 1,30-1,40, что обеспечивает диапазон передаточных чисел планетарной коробки передач 6,3-10,5 и более и, за счет этого, высокие тягово-скоростные свойства мобильной машине. Распространенным решением является получение высокомоментной планетарной коробки передач последовательным соединением основной коробки и дополнительного редуктора.

Известна планетарная коробка передач [3], которая имеет девять передач переднего хода и три передачи заднего хода. При этом две передачи переднего хода - повышающие. Подобные коробки передач, выполненные по схеме образования передаточных чисел $(3) \times (3+1)$, где (3) - число передач в основной коробке, $(3+1)$ - число передач переднего хода плюс число передач заднего хода в дополнительном редукторе, имеют общий недостаток: последовательность их переключения передач содержит по меньшей мере в двух случаях режимы, на которых выключаются и включаются по два элемента управления. Это усложняет процесс управления. Кроме того, коробка передач имеет очень высокие скорости вращения сателлитов первых трех планетарных рядов на третьей, шестой, девятой передачах, на которых используется повышающая передача в основной коробке, имеющая передаточное число 0,551. Также очень высока нагруженность планетарного ряда и тормоза диапазонного редуктора, которые работают на первой передаче. Планетарный ряд дополнительного редуктора имеет очень высокое по абсолютной величине передаточное отношение (4,091), которое находится на границе допустимых рациональных значений. Такое решение вынуждено, поскольку передаточное число первой передачи образуется за счет использования только одного этого планетарного ряда.

Указанные недостатки являются следствием принятой схемы образования передаточных чисел коробки передач $(3) \times (3+1)$; они также обусловлены тем, что основная коробка имеет три передачи, из которых одна прямая, а две повышающие. В целом это приводит к низкой надежности коробки передач.

Наиболее близкой к предлагаемому решению является коробка передач [4], содержащая последовательно установленные редуктор-реверс для обеспечения прямого или обратного направления движения, основную коробку для обеспечения четырех передач, а также дополнительный редуктор для увеличения значений передаточных чисел основной коробки и удвоения их числа. Основная коробка имеет центральный вал, соосный с ее входным валом, а также первый, второй, третий и четвертый планетарные ряды, каждый из которых имеет первое центральное колесо, второе центральное колесо и водило с сателлитами, тормоза для выборочной остановки вторых центральных колес, водила двух планетарных рядов соединены между собой и с входным валом основной коробки, второе центральное колесо второго планетарного ряда соединено с водилом третьего планетарного ряда, второе центральное колесо которого соединено с водилом четвертого планетарного ряда, первые центральные колеса всех планетарных рядов соединены между собой и с выходным валом основной коробки, который соединен с входным валом диапазонного редуктора, содержащим планетарный ряд с тормозом, соединенным со вторым центральным колесом упомянутого планетарного ряда, водило которого соединено с выходным валом, и муфту, для связи входного вала дополнительного редуктора с его выходным валом, который является выходным валом коробки передач, и тем самым блокирования дополнительного редуктора.

Недостаток известной планетарной коробки передач - ее сложная конструкция, включающая три модуля: редуктор-реверс, основную коробку и дополнительный редуктор. Для получения передачи в данной коробке передач необходимо одновременное включение трех элементов управления (по одному в каждом модуле), что усложняет ее систему управления.

Основная коробка имеет четыре повышающие передачи, при этом угловая скорость вращения сателлитов относительно водил планетарных рядов очень высока: она достигает десяти и более кратного превышения угловой скорости ее входного вала. Снижение абсолютных значений скоростей вращения сателлитов относительно их водил выполняет редуктор-реверс, установленный на входе в коробку пере-

дач, поэтому без этого модуля основная коробка и коробка передач в целом не работоспособны. Кроме редуктора реверса также необходим дополнительный редуктор для обеспечения требуемого ряда передаточных чисел коробки передач, путем удвоения ряда передаточных чисел основной коробки. Таким образом, коробка передач имеет сложную конструкцию из трех модулей, большие габариты, низкую надежность.

Кроме того, планетарные ряды основной коробки не могут быть унифицированы, поскольку две ее передачи получают с использованием отдельных планетарных рядов, а отношение (шаг) передаточных чисел смежных передач имеет разброс в пределах 1,35-1,47.

Также в рассматриваемой основной коробке нет варианта, сочетающего понижающие и повышающую передачи, отсутствует прямая передача. Основная коробка передачи и дополнительный редуктор не содержат реверсивного механизма. Все это ограничивает функциональные (кинематические) возможности основной коробки и дополнительного редуктора, не позволяет использовать их в качестве планетарной коробки передач для высокомошной мобильной техники.

Задачей изобретения является расширение функциональных свойств, повышение надежности, КПД, степени унификации, снижение габаритов, достижение универсальности планетарной коробки передач, состоящей из основной коробки и дополнительного редуктора, повышение тягово-скоростных свойств машины, содержащей предлагаемую планетарную коробку передач.

Это достигается тем, что основная коробка планетарной коробки передач содержит входной и выходной валы, три тормоза, три планетарных ряда, включающих каждый первое центральное колесо, второе центральное колесо и водило с сателлитами, первые центральные колеса трех планетарных рядов основной коробки установлены на одном валу, и присоединенный механизм, содержащий по меньшей мере один элемент управления, отличающаяся тем, что упомянутые входной и выходной валы, три планетарных ряда и три тормоза основной коробки передач объединены в базовую коробку, в которой водило первого планетарного ряда соединено со вторым центральным колесом второго планетарного ряда, входной вал соединен со вторым центральным колесом первого планетарного ряда, при этом выходной вал соединен с водилом этого планетарного ряда, либо входной вал соединен с водилом первого планетарного ряда, при этом входной вал соединен со вторым центральным колесом этого планетарного ряда, вал, на котором установлены первые центральные колеса трех планетарных рядов базовой коробки, выполнен полым с возможностью расположения в нем вала основной коробки, первый, второй и третий тормоза базовой коробки связаны, соответственно, с водилом второго планетарного ряда, водилом третьего планетарного ряда и полым валом базовой коробки, причем присоединенный механизм выполнен в виде блокировочной муфты или блокировочной муфты и по меньшей мере одного присоединенного зубчатого механизма с элементом управления, кинематически связывающего полый вал базовой коробки и водило ее третьего планетарного ряда, при этом блокировочная муфта кинематически связывает входной и выходной валы основной коробки, либо полый вал базовой коробки с одним из них или с любым другим основным подвижным звеном базовой коробки.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основная коробка целью расширения функциональных свойств и обеспечения надежной и компактной конструкции содержит по меньшей мере один присоединенный зубчатый механизм с элементом управления выполненный в виде планетарного ряда, содержащего первое и второе центральные колеса и водило с сателлитами, и тормоза, связанного с одним из звеньев планетарного ряда.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью расширения функциональных свойств путем получения дополнительной передачи прямого хода, продолжающей ряд передаточных чисел, получаемых в базовой коробке, первое центральное колесо планетарного ряда присоединенного механизма соединено с полым валом базовой коробки, а водило - с водилом ее третьего планетарного ряда.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью расширения функциональных свойств путем получения дополнительной передачи прямого хода, смежной с прямой передачей основной коробки, водило планетарного ряда присоединенного механизма соединено с полым валом базовой коробки, второе центральное колесо - с водилом ее третьего планетарного ряда, а планетарный ряд имеет положительное передаточное отношение.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью расширения функциональных свойств путем получения реверсивной передачи первое центральное колесо планетарного ряда присоединенного механизма соединено с полым валом базовой коробки, второе центральное колесо - с водилом ее третьего планетарного ряда, а планетарный ряд имеет положительное передаточное отношение.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью повышения КПД путем снижения потерь на холостое вращение тормоза планетарного ряда присоединенного механизма упомянутый тормоз выполнен в виде зубчатой муфты, связывающей затормаживаемое звено планетарного ряда с неподвижным звеном.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью расширения кинематических возможностей при получении дополнительных понижаю-

шей, повышающей и реверсивной передач в основной коробке передач присоединенный зубчатый механизм с элементом управления выполнен в виде по меньшей мере одной кинематической цепи, включающей одну или несколько зубчатых передач с неподвижными осями колес и муфты.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки, содержащей присоединенный зубчатый механизм с элементом управления, выполненный в виде по меньшей мере одной кинематической цепи, включающей одну или несколько зубчатых передач с неподвижными осями колес и муфты, с целью повышения КПД путем снижения потерь при холостом вращении муфты, она выполнена зубчатой.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью расширения функциональных свойств путем получения понижающих передач с рядом передаточных чисел, близких к геометрическому за счет включения элементов управления базовой коробки ее входной вал соединен со вторым центральным колесом первого планетарного ряда базовой коробки, а выходной вал соединен с водилом этого же планетарного ряда.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения основной коробки с целью достижения ее универсальности путем получения повышающих передач с рядом передаточных чисел, близких к геометрическому, за счет включения элементов управления базовой коробки ее входной вал соединен с водилом первого планетарного ряда базовой коробки, а выходной вал соединен со вторым центральным колесом этого же планетарного ряда.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что планетарная коробка передач, содержащая основную коробку, выполненную в любом представленном ранее виде, с целью расширения диапазона ее передаточных чисел соединена с дополнительным редуктором, содержащим входной и выходной валы, первый планетарный ряд, включающий первое центральное колесо, которое соединено с входным валом дополнительного редуктора, водило, которое соединено с выходным валом дополнительного редуктора, и второе центральное колесо, связанное с тормозом, второй планетарный ряд и/или муфту, причем второй планетарный ряд содержит три основных звена, каждое из которых выполнено в виде первого центрального колеса, второго центрального колеса или водила, при этом его первое основное звено выполнено в виде первого центрального колеса и соединено с первым центральным колесом первого планетарного ряда дополнительного редуктора, второе основное звено соединено с одним из звеньев первого планетарного ряда дополнительного редуктора, третье основное звено связано с тормозом, а входной вал дополнительного редуктора кинематически связан муфтой с его выходным валом или с водилом второго планетарного ряда дополнительного редуктора.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения планетарной коробки передач с целью обеспечения простой и надежной конструкции дополнительного редуктора его второй планетарный ряд содержит второе основное звено, выполненное в виде второго центрального колеса, а третье основное звено - в виде водила, связанного с тормозом.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения планетарной коробки передач с целью обеспечения компактной конструкции дополнительного редуктора его второй планетарный ряд содержит второе основное звено, выполненное в виде водила, третье основное звено - в виде второго центрального колеса, связанного с тормозом, а планетарный ряд выполнен с положительным передаточным отношением.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения планетарной коробки передач с целью равномерного распределения нагрузок между планетарными валами дополнительного редуктора и основной коробки и обеспечения тем самым высокой надежности и компактности конструкции ее входной вал выполнен в виде входного вала дополнительного редуктора, установленного перед основной коробкой, на выходном валу которой, служащем выходным валом планетарной коробки передач, установлен ведущий элемент узла, передающего поток мощности к движителю.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения планетарной коробки передач с целью уменьшения габаритов основной коробки и планетарной коробки передач в целом ее входной вал выполнен в виде входного вала основной коробки, которая установлена перед дополнительным редуктором, а элемент, передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к движителю, установлен на выходном валу дополнительного редуктора, служащем выходным валом планетарной коробки передач.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в частном случае исполнения планетарной коробки передач с целью получения компактного блока "планетарная коробка передач - узел распределения мощности между передними и задними ведущими колесами" в дополнительном редукторе выходной вал выполнен полым и расположен со стороны его входного вала, и на нем установлен элемент, передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к движителю.

Сущность предлагаемого технического решения поясняется фиг. 1-15, которые не исчерпывают все варианты реализации изобретения, но наглядно демонстрируют возможность достижения требуемого технического результата приведенной совокупностью признаков.

На фиг. 1 изображена схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу и четыре понижающих передачи при соединении входного вала со вторым централь-

ным колесом первого планетарного ряда с расположением блокировочной муфты, соединяющей полый вал базовой коробки и выходной вал, на выходе основной коробки;

на фиг. 2 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, три понижающих и одну повышающую передачи;

на фиг. 3 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, три понижающих и одну реверсивную передачи;

на фиг. 4 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, четыре понижающих и одну повышающую передачи;

на фиг. 5 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, три понижающих и одну реверсивную передачи, с исполнением тормоза реверсивного планетарного ряда в виде зубчатой муфты, связывающей водило реверсивного планетарного с неподвижным звеном;

на фиг. 6 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, три понижающих и одну реверсивную передачи, в которой водило реверсивного планетарного ряда соединено с неподвижным звеном, а зубчатая муфта связывает первое центральное колесо реверсивного планетарного ряда с полым валом базовой коробки;

на фиг. 7 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, три понижающих и одну реверсивную передачи с исполнением присоединенного зубчатого механизма с элементом управления в виде реверсивной кинематической цепи, связывающей полый вал базовой коробки и водило ее третьего планетарного ряда и содержащей, зубчатую передачу с неподвижными осями колес и муфту;

на фиг. 8 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей прямую передачу, три понижающих, две повышающих и одну реверсивную передачи с исполнением присоединенного зубчатого механизма с элементом управления в виде трех кинематических цепей, содержащих каждая зубчатую передачу, соединенную с полым валом базовой коробки, зубчатую передачу, соединенную с водилом третьего планетарного ряда базовой коробки и муфты, связывающей указанные зубчатые передачи и обеспечивающих получение реверсивной и двух повышающих передач;

на фиг. 9 - схема основной коробки планетарной коробки передач, обеспечивающей четыре повышающих передачи и прямую передачу при соединении входного вала с водилом первого планетарного ряда, с размещением блокировочной муфтой, соединяющей входной и выходной валы, над первым планетарным рядом;

на фиг. 10 - схема дополнительного редуктора планетарной коробки передач с двумя простыми планетарными рядами;

на фиг. 11 - схема дополнительного редуктора планетарной коробки передач со вторым планетарным рядом, имеющим положительное передаточное отношение;

на фиг. 12 - схема дополнительного редуктора планетарной коробки передач со вторым планетарным рядом, имеющим положительное передаточное отношение, в котором выходной вал выполнен полым и расположен со стороны его входного вала;

на фиг. 13 - схема дополнительного редуктора планетарной коробки передач с планетарным рядом и муфтой;

на фиг. 14 - схема планетарной коробки передач с расположением дополнительного редуктора, содержащего планетарный ряд с тормозом и муфту, перед основной коробкой по фиг. 8;

на фиг. 15 - схема планетарной коробки передач, содержащей основную коробку по фиг. 9 и обеспечивающей 10 передач переднего хода, из них 3 повышающих, и 4 передачи заднего хода, с ведущим элементом, передающим крутящий момент от коробки передач к движителю, расположенным на полом выходном валу планетарной коробки передач между ее основной коробкой и дополнительным редуктором.

Основная коробка передач содержит входной 7 и выходной валы 8, три тормоза 10, 20, 30, три планетарных ряда 1, 2, 3, включающих каждый первое центральное колесо, второе центральное колесо и водило с сателлитами, первые центральные колеса 11, 21, 31 трех планетарных рядов 1, 2, 3 основной коробки установлены на одном валу 9, блокировочную муфту 14 либо упомянутую муфту 14 и присоединенный механизм, включающий по меньшей мере один элемент управления, упомянутые входной 7 и выходной 8 валы, три планетарных ряда 1, 2, 3 и три тормоза 10, 20, 30 основной коробки передач объединены в базовую коробку, в которой водило 13 первого планетарного ряда 1 соединено со вторым центральным колесом 22 второго планетарного ряда 2, водило 23 второго планетарного ряда 2 соединено со вторым центральным колесом 32 третьего планетарного ряда 3, вал 9, на котором установлены первые центральные колеса 11, 21, 31 трех планетарных рядов 1, 2, 3 базовой коробки, выполнен полым с возможностью расположения в нем вала основной коробки, первый 10, второй 20 и третий 30 тормоза базовой коробки связаны, соответственно, с водилом 23 второго планетарного ряда 2, водилом 33 третьего планетарного ряда 3 и полым валом 9 базовой коробки. В частном случае исполнения основной коробки (фиг. 1-8) ее входной вал 7 соединен со вторым центральным колесом 12 первого планетарного ряда 1, при этом выходной вал 8 соединен с водилом 13 первого планетарного ряда 1, в другом частном случае исполнения основной коробки (фиг. 9) ее входной вал 7 соединен с водилом 13 первого планетарного ряда 1, при этом выходной вал 8 соединен со вторым центральным колесом 12 первого планетарного ря-

да 1. Присоединенный механизм в частном случае выполнен в виде блокировочной муфты 14, в другом частном случае исполнения - в виде блокировочной муфты 14 и присоединенного зубчатого механизма с элементом управления.

Блокировочная муфта 14 в одном случае исполнения связывает входной и выходной валы (фиг. 9), в других частных случаях исполнения - полый вал 9 базовой коробки с выходным валом 8 (фиг. 1-8) либо с входным валом 7, либо с любым другим основным подвижным звеном базовой коробки.

Присоединенный зубчатый механизм с элементом управления кинематически связывает полый вал 9 базовой коробки и водило 33 ее третьего планетарного ряда 3. Различные частные случаи исполнения указанного механизма обеспечивают расширенные функциональные свойства основной коробке и планетарной коробке передач в целом за счет получения в основной коробке дополнительной прямой передачи, одной или различных комбинаций понижающей, повышающей и реверсивной передач, а также повышение надежности, степени унификации, КПД и снижения габаритов конструкции.

В частном случае исполнения присоединенного зубчатого механизма с элементом управления он содержит по меньшей мере один планетарный ряд с тормозом: на фиг. 1 - планетарный ряд 4, обеспечивающий понижающую передачу, на фиг. 2 - планетарный ряд 74, обеспечивающий повышающую передачу, на фиг. 3 - планетарный ряд 84, обеспечивающий реверсивную передачу, на фиг. 4 - два планетарных ряда 4 и 84; при этом конструкция основной коробки получается надежной и компактной.

В частном случае исполнения (фиг. 5) тормоз планетарного ряда присоединенного механизма выполнен в виде зубчатой муфты 85, связывающей затормаживаемое водило 83 планетарного ряда 84 с неподвижным звеном; это повышает КПД основной коробки за счет снижения потерь на холостое вращение тормоза планетарного ряда присоединенного механизма.

В частном случае исполнения присоединенного зубчатого механизма с элементом управления он выполнен в виде по меньшей мере одной кинематической цепи, включающей одну или несколько зубчатых передач с неподвижными осями колес и муфту (фиг. 6-8). При этом зубчатая передача с неподвижными осями колес выполнена, например, планетарной 100, содержащей первое центральное колесо 101, второе центральное колесо 102, соединенное с водилом третьего планетарного ряда 33 базовой коробки, и водило с сателлитами 103, соединенное с неподвижным звеном, а элемент управления выполнен в виде зубчатой муфты 110, соединяющей первое центральное колесо 101 планетарной передачи 100 с полым валом 9 базовой коробки (фиг. 6). Такое решение эффективно для реверсивной передачи, обеспечивается упрощение конструкции и повышение КПД.

В других частных случаях исполнения зубчатых передач с неподвижными осями колес присоединенного механизма (фиг. 7, 8) при получении передач с различными значениями передаточных чисел, например при получении реверсивной передачи, упомянутая кинематическая цепь содержит соосную зубчатую передачу 220 и муфту 210, при этом муфта 210 выполнена зубчатой (фиг. 7). Это расширяет кинематические возможности при получении передач за счет снятия ограничений, присущих планетарным механизмам. Например, для получения двух повышающих передач, создания при этом компактной конструкции присоединенного механизма, зубчатые передачи присоединенного механизма выполнены разнесенными, состоящими из ведущих (320, 420, 520) и ведомых (330, 430, 530) частей, соединенных соответственно муфтой 310 реверсивной передачи, муфтой 410 первой повышающей передачи и муфтой 510 второй повышающей передачи (фиг. 8), при этом оси вращения муфт совмещены с расположенными параллельно друг другу неподвижными осями колес упомянутых зубчатых передач.

Универсальность основной коробки и планетарной коробки передач в целом обеспечивается за счет ее реализации как с понижающими, так и с повышающими передачами базовой коробки. При соединении входного вала 7 со вторым центральным колесом 12, а выходного вала 8 с водилом 13 первого планетарного ряда 1 (фиг. 1-8, 14) в базовой коробке реализуются понижающие передачи. При соединении входного вала 7 с водилом 13, а выходного вала 8 со вторым центральным колесом 12 первого планетарного ряда 1 (фиг. 9, 15) в базовой коробке реализуются повышающие передачи.

Планетарная коробка передач включает два модуля: основную коробку и дополнительный редуктор.

Дополнительный редуктор содержит входной 44 и выходной 65 валы, первый планетарный ряд 5, включающий первое центральное колесо 51, которое соединено с входным валом 44 дополнительного редуктора, водило 53, которое соединено с выходным валом дополнительного редуктора, и второе центральное колесо 52, связанное с тормозом 50, второй планетарный ряд 6 и/или муфту 64, причем второй планетарный ряд 6 содержит три основных звена, каждое из которых выполнено в виде первого центрального колеса, второго центрального колеса или водила, при этом его первое основное звено выполнено в виде первого центрального колеса 61 и соединено с первым центральным колесом 51 первого планетарного ряда 5 дополнительного редуктора, второе основное звено соединено с одним из звеньев первого планетарного ряда 5 дополнительного редуктора, третье основное звено связано с тормозом 60, а входной вал 44 дополнительного редуктора кинематически связан муфтой 64 с его выходным валом 65 или с водилом 63 второго планетарного ряда 6 дополнительного редуктора.

Дополнительный редуктор в зависимости от реализуемых передач имеет различное исполнение. На фиг. 13 представлен дополнительный редуктор в исполнении с одним планетарным рядом 5 и муфтой 64, при этом он имеет передачу переднего хода и прямую передачу. При наличии в дополнительном редук-

торе реверсивной передачи второй планетарный ряд 6 дополнительного редуктора в первом случае исполнения (фиг. 10) содержит второе основное звено, выполненное в виде второго центрального колеса 62, а третье основное звено - в виде водила 63, связанного с тормозом 60. Это обеспечивает простую и надежную конструкцию. При реализации в дополнительном редукторе реверсивной передачи второй планетарный ряд 6 дополнительного редуктора во втором случае исполнения (фиг. 11) содержит второе основное звено, выполненное в виде водила 63, третье основное звено - в виде второго центрального колеса 62, связанного с тормозом 60, а планетарный ряд 6 выполнен с положительным передаточным отношением. Это обеспечивает компактную конструкцию.

Дополнительный редуктор может содержать муфту 64 для получения прямой передачи.

В планетарной коробке передач основная коробка может быть расположена перед дополнительным редуктором или за ним.

В первом частном случае исполнения планетарной коробки передач (см., например, фиг. 14), ее входной вал выполнен в виде входного вала 44 дополнительного редуктора, установленного перед основной коробкой, на выходном валу которой 8, служащем выходным валом планетарной коробки передач, установлен элемент 66, передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к двигателю. Такое расположение дополнительного редуктора и основной коробки и обеспечивает равномерную нагруженность между планетарными валами дополнительного редуктора и основной коробки, и тем самым высокую надежность и компактность конструкции.

Во втором частном случае исполнения планетарной коробки передач (см., например, фиг. 15), ее входной вал выполнен в виде входного вала 7 основной коробки, которая установлена перед дополнительным редуктором, а элемент 66, передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к двигателю, установлен на выходном валу 65 дополнительного редуктора, служащем выходным валом планетарной коробки передач. Это позволяет уменьшить габариты основной коробки и планетарной коробки передач в целом.

Кроме того, в частном случае исполнения в дополнительном редукторе выходной вал 65 выполнен полым и расположен со стороны его входного вала 44. Это позволяет выполнить компактным блок "планетарная коробка передач - узел распределения мощности между передними и задними ведущими колесами" за счет того, что элемент 66, передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к двигателю, установлен на полем выходном валу 65 дополнительного редуктора между основной коробкой и дополнительным редуктором.

Планетарная коробка передач работает следующим образом.

За счет попеременного включения одного из элементов управления в каждом ее модуле - основной коробке и дополнительном редукторе - реализуется определенная передача и устанавливается определенное соотношение между угловыми скоростями входного и выходного валов в этих модулях и, тем самым, входного и выходного валов планетарной коробки передач. Работа планетарной коробки определяется рабочими процессами в основной коробке и дополнительном редукторе.

Основная коробка работает следующим образом.

В зависимости от конструктивного исполнения основная коробка реализует 4 и более передач по числу ее элементов управления.

При включении блокировочной муфты 14 (фиг. 1-9, 14, 15) основная коробка блокируется, образуется прямая передача, входной крутящий момент передается от ее входного вала 7 к выходному валу 8.

При включении одного из тормозов (10, 20, 30) базовой коробки или элемента управления (40, 70, 80, 85, 110, 201, 310, 410, 510) присоединенного механизма в основной коробке образуются различные силовые схемы, обеспечивающие получение передач с различными передаточными числами (фиг. 1-9, 14, 15).

При включении тормоза 30 (фиг. 1-9, 14, 15) затормаживается полый вал 9 базовой коробки. Работает и преобразует крутящий момент один планетарный ряд 1. Угловая скорость выходного вала 8 основной коробки равна угловой скорости водила 13 планетарного ряда 1; ее величина определяется передаточным отношением первого планетарного ряда 1.

При включении тормоза 10 (фиг. 1-9, 14, 15) затормаживается водило 23 второго планетарного ряда 2 базовой коробки. Образуется силовая схема из двух планетарных рядов 1 и 2, в которой преобразуется входной крутящий момент, подводимый к входному валу 7. Преобразованный крутящий момент отводится от выходного вала 8 основной коробки. В отличие от предыдущего режима угловая скорость выходного вала 9 базовой коробки не равна нулю. Угловая скорость выходного вала 8 определяется передаточными отношениями планетарных рядов 1 и 2 с учетом того, что угловые скорости их первых центральных колес 11 и 21 равны между собой, а угловая скорость второго центрального колеса 22 второго планетарного ряда 2, соединенного с водилом 13 первого планетарного ряда 1, связана с угловой скоростью первого центрального колеса 21 планетарного ряда 2 его передаточным отношением, так как водило 23 этого планетарного ряда заторможено.

При включении тормоза 20 (фиг. 1-9, 14, 15) затормаживается водило 33 третьего планетарного ряда 3 базовой коробки. Образуется силовая схема из трех планетарных рядов 1, 2 и 3, в которой преобразуется входной крутящий момент, подводимый к входному валу 7. Преобразованный крутящий момент

отводится от выходного вала 8 основной коробки. В отличие от предыдущего режима угловая скорость водила 23 планетарного ряда 2 не равна нулю. Угловая скорость выходного вала 8 определяется передаточными отношениями планетарных рядов 1, 2 и 3 с учетом того, что угловые скорости их первых центральных колес 11, 21 и 31 равны между собой, а угловая скорость второго центрального колеса 32 планетарного ряда 3, соединенного с водилом 23 второго планетарного ряда 2, связана с угловой скоростью первого центрального колеса 31 планетарного ряда 3 его передаточным отношением, так как водило 33 этого планетарного ряда заторможено.

При включении одного из элементов управления (40, 70, 80, 85, 110, 201, 310, 410, 510) присоединенного механизма (фиг. 1-9, 14, 15) этот механизм превращается в кинематическую цепь с одной степенью свободы. При этом образуется силовая схема из планетарных рядов 1, 2 и 3 и кинематической цепи присоединенного механизма, в которой преобразуется входной крутящий момент, подводимый к входному валу 7. Преобразованный крутящий момент отводится от выходного вала 8 основной коробки. В отличие от предыдущего режима угловая скорость водила 33 планетарного ряда 3 не равна нулю. Угловая скорость выходного вала 8 определяется передаточными отношениями планетарных рядов 1, 2, 3 и передаточным отношением зубчатой передачи кинематической цепи. Образованная кинематическая цепь представляет собой механизм с одной степенью свободы, устанавливающий определенное отношение между скоростями полого вала 9 базовой коробки и водилом 33 ее третьего планетарного ряда 3. Изменением этого отношения при включении различных элементов управления (фиг. 1-9, 14, 15, элементы управления 40, 70, 80, 85, 110, 201, 310, 410, 510) присоединенного механизма изменяется передаточное число включенной передачи основной коробки.

Дополнительный редуктор работает следующим образом.

При включении тормоза 50 (фиг. 10-15) затормаживается второе центральное колесо планетарного ряда 5. Крутящий момент, подводимый к входному валу 44 дополнительного редуктора, преобразуется в планетарном ряду 5 и отводится от водила 53 этого ряда, которое соединено с выходным валом 65 дополнительного редуктора, тем самым в дополнительном редукторе реализуется понижающая передача переднего хода.

При включении муфты 64 (фиг. 13, 14, 15) дополнительный редуктор блокируется, образуется прямая передача, крутящий момент передается от входного вала 44 к выходному валу 65 дополнительного редуктора.

При включении тормоза 60 (фиг. 10-12, 14, 15) затормаживается одно из основных звеньев планетарного ряда 6. В зависимости от конструктивного исполнения планетарного ряда 6 дополнительного редуктора затормаживается водило 63 (фиг. 10 - планетарный ряд 6 с отрицательным передаточным отношением) либо второе центральное колесо 62 (фиг. 11, 12, 15 - планетарный ряд 6 с положительным передаточным отношением). Крутящий момент, подводимый к входному валу 44 дополнительного редуктора, который соединен с первым центральным колесом 61 планетарного ряда 6, преобразуется в планетарном ряду 6 и снимается со второго подвижного звена этого ряда (второе центральное колесо 62 на фиг. 10 или водило 63 на фиг. 11, 12, 15 планетарного ряда 6), соединенного с выходным валом 65 дополнительного редуктора, тем самым в дополнительном редукторе реализуется передача заднего хода.

Особенности предлагаемого технического решения состоят в следующем.

Входной 7 и выходной валы 8 основной коробки соединяются с двумя звеньями одного первого планетарного ряда 1. В первом случае при соединении входного вала 7 со вторым центральным колесом 12, а выходного вала 8 с водилом 13 первого планетарного ряда коробка передач имеет не менее трех понижающих передач прямого хода. Во втором случае при соединении входного вала 7 и водила 13, входного вала 8 и второго центрального колеса 12 планетарного ряда коробка передач имеет не менее трех повышающих передач прямого хода.

В частных случаях исполнения планетарной коробки передач число ее передач переднего хода составляет от 4 до 12 (при числе передач прямого хода основной коробки от 4 до 6); число передач заднего хода составляет от 2 (при наличии реверсивной передачи в основной коробке) до 6 (при реверсивном планетарном ряду в дополнительном редукторе и 6-ти передачах прямого хода в основной коробке передач).

В частных случаях исполнения число повышающих передач в планетарной коробке может достигать 2-4, а число унифицированных по передаточному отношению планетарных рядов до 4.

В табл. 1 приведены передаточные числа планетарной коробки передач по фиг. 14 и передаточные отношения, входящих к ее состав зубчатых механизмов при четырех унифицированных планетарных рядах, а табл. 2 - при трех унифицированных планетарных рядах базовой коробки, при этом обеспечивается 12 передач переднего хода с шагом передаточных чисел в пределах 1,27-1,33; в табл. 3 приведены передаточные числа планетарной коробки передач по фиг. 15, имеющей три повышающие передачи, и передаточные отношения, входящих в ее состав зубчатых механизмов при трех унифицированных планетарных рядах (1, 2, 3) базовой коробки, и унифицированных по абсолютной величине передаточных отношений планетарных рядов 6 и 74.

Таблица 1. Передаточные числа планетарной коробки передач по фиг. 14 на передачах при четырех унифицированных планетарных рядах

Элемент, включенный в дополнительный редукторе	Элемент, включенный в основной коробке						
	10	20	30	14	320	330	310
64	9,606	7,250	5,462	4,144	3,188	2,452	-7,998
50	2,318	1,749	1,318	1,000	0,769	0,592	-1,930

Примечание: $u_{D1}=u_{D2}=u_{D3}=u_{D5}=-3,144$; $u_{300}=2,080$; $u_{400}=1,478$; $u_{500}=1,319$, u_{Di} - передаточное отношение i -го планетарного ряда, $i=1,2,3,5$; u_j - передаточное отношение j -й зубчатой передачи, $j=300, 400, 500$, где 300, 400 и 500 - зубчатые передачи, входящие в кинематические цепи, которые обеспечивают соответственно реверсивную, первую и вторую повышающие передачи в основной коробке.

Таблица 2. Передаточные числа планетарной коробки передач по фиг. 14 на передачах при трех унифицированных планетарных рядах

Элемент, включенный в дополнительный редукторе	Элемент, включенный в основной коробке						
	10	20	30	14	320	330	310
64	11,53	8,700	6,554	4,973	3,825	2,942	-9,597
50	2,318	1,749	1,318	1,000	0,769	0,592	-1,930

Примечание: $u_{D5}=-3,973$, остальные параметры те же, что в табл. 1.

Таблица 3. Передаточные числа планетарной коробки передач по фиг. 15 на передачах при трех унифицированных планетарных рядах

Элемент, включенный в дополнительном редукторе	Элемент, включенный в основной коробке				
	70	14	30	20	10
64	5,315	4,002	3,036	2,288	1,726
50	1,328	1,000	0,759	0,572	0,431
60	-3,946	-2,971	-2,254	-1,698	-1,282

Примечание: $u_{D1}=u_{D2}=u_{D3}=u_{D5}=-3,144$; $u_{D5}=-3,002$; $u_{D6}=3,971$; $u_{D74}=-3,971$, u_{Di} - передаточное отношение i -го планетарного ряда, $i=1, 2, 3, 5, 6, 74$.

Таким образом, планетарная коробка передач имеет расширенные функциональные свойства за счет ее реализации с различным числом передач, широким диапазоном передаточных чисел, близких к геометрическому ряду, универсальность за счет возможности реализации многих понижающих и повышающих передач, при этом также обеспечивается компактность, высокая степень унификации планетарных рядов, повышенный КПД.

1. Цитович И.С., Альгин В.Б., Грицкевич В.В. Планетарные коробки передач автомобилей и тракторов. - Минск: Наука и техника, 1987. - 224 с.

2. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник/Под общ. ред. Гришкевича А.И. - М: Машиностроение, 1984. - 272 с.

3. Патент US № 8083631, опубликован 27.12.2011.

4. Патент US № 4346623, опубликован 31.08.1982.

Список обозначений.

1 - Первый планетарный ряд базовой коробки;

2 - второй планетарный ряд базовой коробки;

3 - третий планетарный ряд базовой коробки;

4 - четвертый планетарный ряд основной коробки (планетарный ряд присоединенного механизма, служащий для получения дополнительной передачи прямого хода, продолжающей ряд передаточных чисел, получаемых в базовой коробке);

5 - первый планетарный ряд дополнительного редуктора;

6 - второй планетарный ряд дополнительного редуктора;

7 - входной вал основной коробки;

8 - выходной вал основной коробки;

9 - полый вал базовой коробки;

10 - первый тормоз основной коробки;

11 - первое центральное колесо первого планетарного ряда базовой коробки;

- 12 - второе центральное колесо первого планетарного ряда базовой коробки;
- 13 - водило первого планетарного ряда базовой коробки;
- 14 - блокировочная муфта основной коробки;
- 20 - второй тормоз основной коробки;
- 21 - первое центральное колесо второго планетарного ряда базовой коробки;
- 22 - второе центральное колесо второго планетарного ряда базовой коробки;
- 23 - водило второго планетарного ряда базовой коробки;
- 30 - третий тормоз основной коробки;
- 31 - первое центральное колесо третьего планетарного ряда базовой коробки;
- 32 - второе центральное колесо третьего планетарного ряда базовой коробки;
- 33 - водило третьего планетарного ряда базовой коробки;
- 40 - четвертый тормоз основной коробки;
- 41 - первое центральное колесо четвертого планетарного ряда основной коробки;
- 42 - второе центральное колесо четвертого планетарного ряда основной коробки;
- 43 - водило четвертого планетарного ряда основной коробки;
- 44 - входной вал дополнительного редуктора;
- 50 - первый тормоз дополнительного редуктора;
- 51 - первое центральное колесо первого планетарного ряда дополнительного редуктора;
- 52 - второе центральное колесо первого планетарного ряда дополнительного редуктора;
- 53 - водило первого планетарного ряда дополнительного редуктора;
- 60 - второй тормоз дополнительной коробки;
- 61 - первое центральное колесо второго планетарного ряда дополнительного редуктора;
- 62 - второе центральное колесо второго планетарного ряда дополнительного редуктора;
- 63 - водило второго планетарного ряда дополнительного редуктора;
- 64 - муфта дополнительного редуктора;
- 65 - выходной вал дополнительного редуктора;
- 66 - элемент, передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к движителю.
- 70 - пятый тормоз основной коробки;
- 71 - первое центральное колесо пятого планетарного ряда основной коробки;
- 72 - второе центральное колесо пятого планетарного ряда основной коробки;
- 73 - водило пятого планетарного ряда основной коробки;
- 74 - пятый планетарный ряд основной коробки (планетарный ряд присоединенного механизма, служащий для получения дополнительной передачи прямого хода, смежной с прямой передачей основной коробки);
- 80 - шестой тормоз основной коробки;
- 81 - первое центральное колесо шестого планетарного ряда основной коробки;
- 82 - второе центральное колесо шестого планетарного ряда основной коробки;
- 83 - водило шестого планетарного ряда основной коробки;
- 84 - шестой планетарный ряд основной коробки (планетарный ряд присоединенного механизма, служащий для получения реверсивной передачи);
- 85 - зубчатая муфта, выполняющая функции тормоза, соединяющая водило шестого планетарного ряда с неподвижным звеном;
- 100 - планетарный ряд с заторможенным звеном реверсивной кинематической цепи, включающей реверсивную зубчатую передачу с неподвижными осями колес и муфту;
- 101 - первое центральное колесо планетарного ряда реверсивной кинематической цепи;
- 102 - второе центральное колесо планетарного ряда реверсивной кинематической цепи;
- 103 - водило планетарного ряда реверсивной кинематической цепи;
- 110 - муфта реверсивной кинематической цепи, включающей планетарный ряд с заторможенным звеном;
- 210 - муфта реверсивной кинематической цепи, включающей соосную зубчатую передачу с неподвижными осями колес;
- 220 - соосная зубчатая передача с неподвижными осями колес и двумя внешними зацеплениями реверсивной кинематической цепи;
- 310 - муфта реверсивной кинематической цепи, связывающая зубчатую передачу, соединенную с полым валом базовой коробки, и зубчатую передачу, соединенную с водилом третьего планетарного ряда базовой коробки;
- 320 - зубчатая передача с неподвижными осями колес, кинематически связывающая полый вал базовой коробки, и муфту реверсивной кинематической цепи;
- 330 - зубчатая передача с неподвижными осями колес, кинематически связывающая муфту реверсивной кинематической цепи и водило третьего планетарного ряда базовой коробки;
- 410 - муфта кинематической цепи, обеспечивающей первую повышающую передачу в основной коробке, связывающая зубчатую передачу, соединенную с полым валом базовой коробки, и зубчатую пере-

дачу, соединенную с водилом третьего планетарного ряда базовой коробки.

420 - зубчатая передача с неподвижными осями колес, кинематически связывающая полый вал базовой коробки и муфту кинематической цепи, обеспечивающей первую повышающую передачу в основной коробке;

430 - зубчатая передача с неподвижными осями колес, кинематически связывающая муфту кинематической цепи, обеспечивающей первую повышающую передачу в основной коробке, и водило третьего планетарного ряда базовой коробки;

510 - муфта кинематической цепи, обеспечивающей вторую повышающую передачу в основной коробке, связывающая зубчатую передачу, соединенную с полым валом базовой коробки, и зубчатую передачу, соединенную с водилом третьего планетарного ряда базовой коробки.

520 - зубчатая передача с неподвижными осями колес, кинематически связывающая полый вал базовой коробки и муфту кинематической цепи, обеспечивающей вторую повышающую передачу в основной коробке;

530 - зубчатая передача с неподвижными осями колес, кинематически связывающая муфту кинематической цепи, обеспечивающей вторую повышающую передачу в основной коробке, и водило третьего планетарного ряда базовой коробки;

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Основная коробка планетарной коробки передач, содержащая базовую коробку, включающую входной (7) и выходной валы (8), три тормоза (10, 20, 30), три планетарных ряда, содержащих первые центральные колеса (11, 21, 31), установленные на общем валу (9), вторые центральные колеса (12, 22, 32) и водила (13, 23, 33), водило (13) соединено со вторым центральным колесом (22), водило (23) соединено со вторым центральным колесом (32), тормоза (10, 20, 30) связаны соответственно с водилом (23), водилом (33) и общим валом (9), выполненным полым, блокировочную муфту (14), которая связывает входной вал (7) и выходной вал (8), либо общий вал (9) с входным валом (7) выходным валом (8), и по меньшей мере один зубчатый механизм с элементом управления, который связывает общий вал (9) и водило (33), при этом входной вал (7) соединен со вторым центральным колесом (12), а выходной вал (8) соединен с водилом (13), либо входной вал (7) соединен с водилом (13), а выходной вал (8) соединен со вторым центральным колесом (12), зубчатый механизм с элементом управления выполнен в виде по меньшей мере двух зубчатых передач, каждая из которых содержит два зубчатых колеса с неподвижными осями, и одной муфты, при этом зубчатые передачи непосредственно соединены между собой, а одно из их звеньев связано через муфту (210) с общим валом (9) водилом (33), либо зубчатое колесо одной из указанных передач непосредственно соединено с общим валом (9), а зубчатое колесо другой из указанных передач - с водилом (33), при этом указанные зубчатые передачи (320, 330) связаны муфтой (310), либо зубчатый механизм с элементом управления выполнен в виде по меньшей мере одного планетарного ряда (4, 74, 84, 100), содержащего три основных звена: первое центральное колесо (41, 71, 81, 101), второе центральное колесо (42, 72, 82, 102) и водило (43, 73, 83, 103), причем одно из его основных звеньев связано с тормозом (40, 70, 80, 85), при этом два других его основных звена соединены соответственно с общим валом (9) и с водилом (33), либо одно из его основных звеньев (103) связано с неподвижным звеном, при этом два других его основных звена соединены соответственно с общим валом (9) и с водилом (33) непосредственно либо с помощью муфты (110).

2. Основная коробка планетарной коробки передач по п.1, отличающаяся тем, что по меньшей мере один зубчатый механизм с элементом управления выполнен в виде четвертого планетарного ряда (4, 74, 84), содержащего первое (41, 71, 81) и второе (42, 72, 82) центральные колеса и водило с сателлитами (43, 73, 83), и тормоза (40, 70, 80), связанного с одним из звеньев четвертого планетарного ряда.

3. Основная коробка планетарной коробки передач по п.2, отличающаяся тем, что первое центральное колесо (41) четвертого планетарного ряда соединено с общим валом базовой коробки (9), а водило (43) - с водилом (33) ее третьего планетарного ряда.

4. Основная коробка планетарной коробки передач по п.2, отличающаяся тем, что водило (73) четвертого планетарного ряда (74) соединено с общим валом базовой коробки (9), второе центральное колесо (72) - с водилом (33) ее третьего планетарного ряда, а четвертый планетарный ряд (74) имеет положительное передаточное отношение.

5. Основная коробка планетарной коробки передач по п.2, отличающаяся тем, что первое центральное колесо (81) четвертого планетарного ряда (84) соединено с общим валом (9) базовой коробки, второе центральное колесо (82) - с водилом (33) ее третьего планетарного ряда, а четвертый планетарный ряд (84) имеет положительное передаточное отношение.

6. Основная коробка планетарной коробки передач по п.5, отличающаяся тем, что тормоз четвертого планетарного ряда (84) выполнен в виде зубчатой муфты (85), связывающей затормаживаемое звено четвертого планетарного ряда с неподвижным звеном.

7. Основная коробка планетарной коробки передач по п.1, отличающаяся тем, что зубчатый механизм с элементом управления выполнен в виде по меньшей мере одной кинематической цепи, включаю-

шей одну или несколько зубчатых передач (320, 330, 420, 430, 520, 530) с неподвижными осями колес и муфты (310, 410, 510).

8. Основная коробка планетарной коробки передач по п.7, отличающаяся тем, что муфта (310) выполнена зубчатой.

9. Основная коробка планетарной коробки передач по пп.1-8, отличающаяся тем, что ее входной вал (7) соединен со вторым центральным колесом (12), а выходной вал (8) соединен с водилом (13).

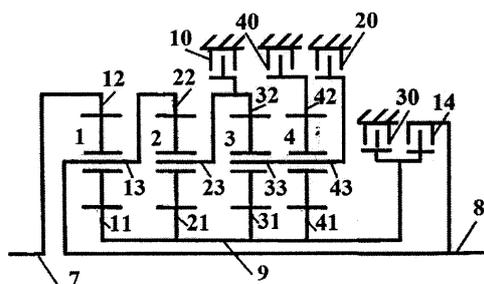
10. Основная коробка планетарной коробки передач по пп.1-8, отличающаяся тем, что ее входной вал (7) соединен с водилом (13), а выходной вал (8) соединен со вторым центральным колесом (12).

11. Планетарная коробка передач, содержащая основную коробку по любому из пп.1-10 и дополнительный редуктор, включающий муфту (64), редуктор, выполненный в виде планетарного ряда (5) с тормозом (50), либо редуктор-реверс, выполненный в виде двух планетарных рядов (5, 6) с двумя тормозами (50, 60), и элемент (66), передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к двигателю.

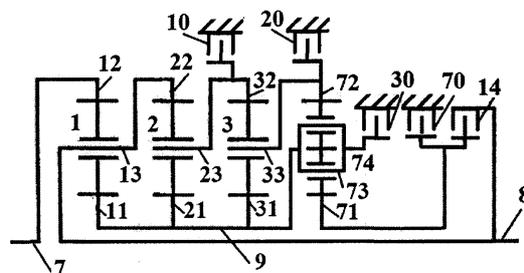
12. Планетарная коробка передач по п.11, отличающаяся тем, что ее входной вал выполнен в виде входного вала (44) дополнительного редуктора, установленного перед основной коробкой, на выходном валу (8) которой, служащем выходным валом планетарной коробки передач, установлен элемент (66), передающий поток мощности к двигателю.

13. Планетарная коробка передач по п.11, отличающаяся тем, что ее входной вал выполнен в виде входного вала (7) основной коробки, которая установлена перед дополнительным редуктором, а элемент (66), передающий крутящий момент от планетарной коробки передач к двигателю, установлен на выходном валу (65) дополнительного редуктора, служащем выходным валом планетарной коробки передач.

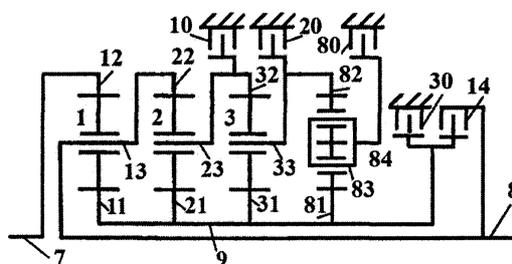
14. Планетарная коробка передач по п.13, отличающаяся тем, что в дополнительном редукторе входной вал (65) выполнен полым и расположен со стороны его входного вала.



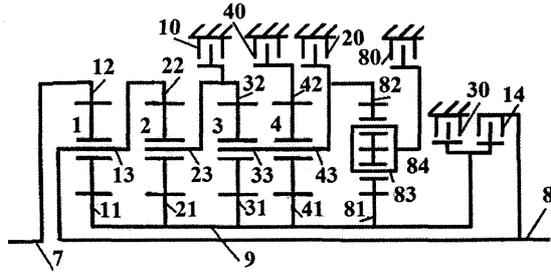
Фиг. 1



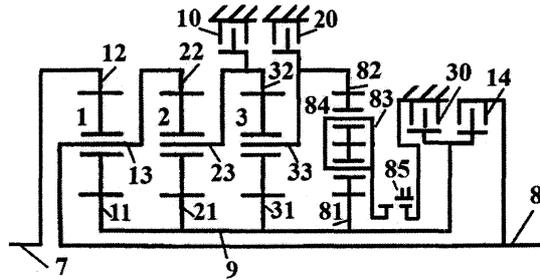
Фиг. 2



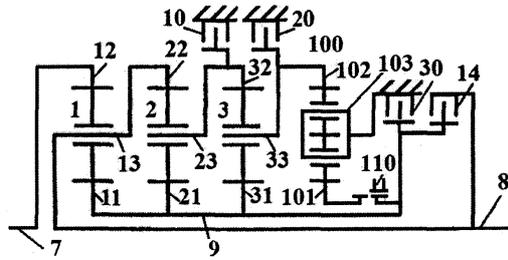
Фиг. 3



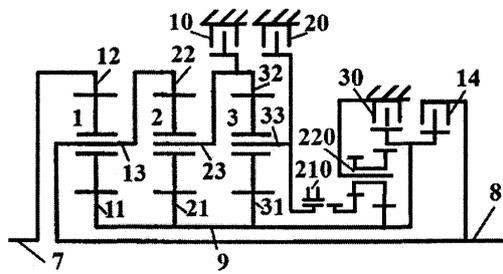
Фиг. 4



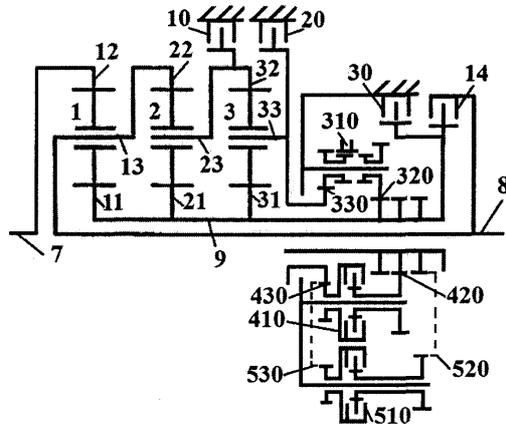
Фиг. 5



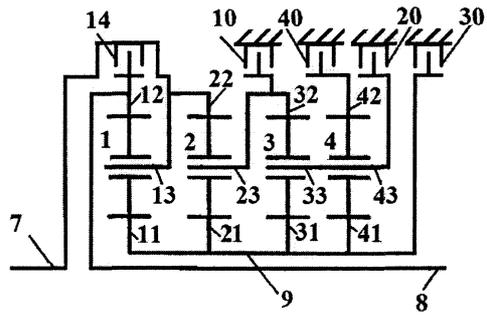
Фиг. 6



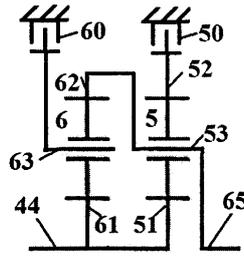
Фиг. 7



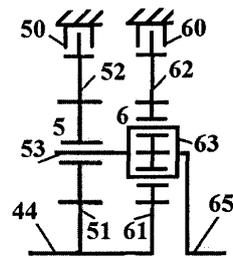
Фиг. 8



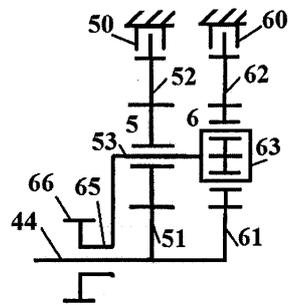
Фиг. 9



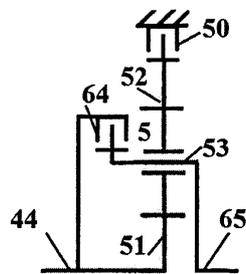
Фиг. 10



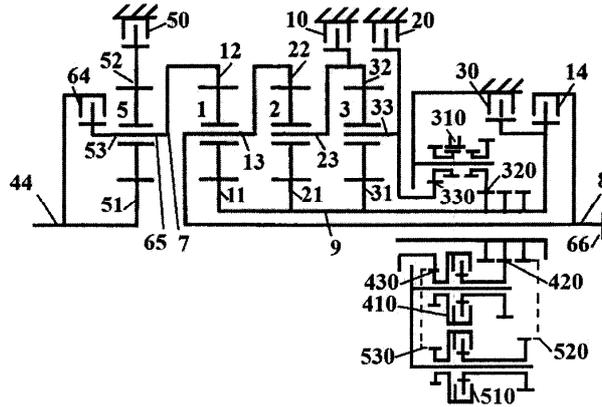
Фиг. 11



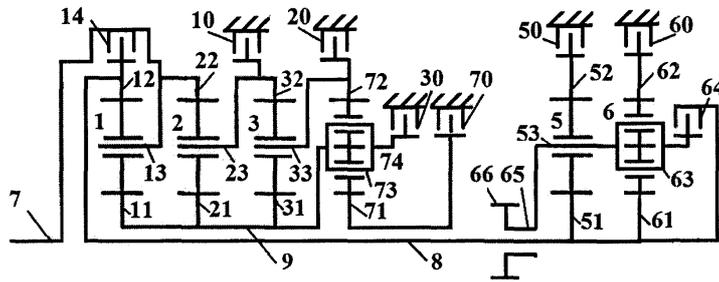
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

