

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201891543** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.04.30

(51) Int. Cl. *F16H 59/04* (2006.01)
F16H 61/14 (2006.01)
F16H 48/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.07.29

**(54) ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ
АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СТУПЕНЧАТОЙ КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ**

(96) **2018/EA/0070 (BY) 2018.07.29**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
**УВАРОВ ГЕРМАН
АЛЕКСАНДРОВИЧ (BY)**

(57) Применение дифференциальных устройств, размещаемых особым образом, механически сравнивающих частоты вращения валов, вырабатывающих на основе этого управляющие сигналы или воздействия, для автоматизации избирания общего передаточного соотношения коробки передач, состоящей из многоступенчатого редуктора или редукторов, размещенных параллельно, или последовательно, или в сочетании, позволяет упростить, в том числе не содержащие программно-аппаратные средства, системы управления ступенчатыми коробками передач.

A1

201891543

201891543

A1

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СТУПЕНЧАТОЙ КОРОБКЕЙ ПЕРЕДАЧ

Изобретение относится к области механических передач, в частности к функциям управления ступенчатыми коробками передач, МПК В62D 125/00 выбор определенного передаточного отношения, найдет преимущественное применение на автомобильном транспорте.

Известны механические коробки перемены передач с ручным управлением, устанавливаемые на автомобили и трактора. Они имеют высокий коэффициент полезного действия, надежны, просты в обслуживании и ремонте. Однако с увеличением числа ступеней, сложность управления такой коробкой передач возрастает.

По этой причине получили распространение системы автоматического управления ступенчатыми коробками передач. К недостаткам существующих автоматических трансмиссий, в сравнении с управляемыми принудительно, возможно отнести их конструктивную сложность. Так как автоматические трансмиссии состоят из множества разнородных компонентов, это повышает сложность их изготовления, стоимость, усложняет обслуживание и ремонт в процессе эксплуатации.

Основным способом автоматизации управления современными коробками передач является программно-аппаратный. Устройства, реализующие способ управления ступенчатыми коробками передач с использованием программно-аппаратных средств, в которых управляющие воздействия формируются на основе анализа сигналов датчиков, хорошо известны и распространены [1-4].

Задача состоит в том, чтобы совместить наилучшим образом положительные характеристики механических и автоматических коробок передач, автоматизировать избирание и включение ступеней, при этом достичь меньшей сложности устройства.

Предлагаемое решение состоит в том, что момент переключения ступени может задаваться принудительно водителем, а для избирания ступени применяется система особым образом расположенных дифференциальных устройств. Механическое дифференциальное устройство может состоять из дифференциальной передачи с двумя степенями свободы, и вспомогательных механизмов. В различных вариантах конструктивного исполнения дифференциальные устройства могут полностью или частично заменить собой электронные датчики скорости, электронный блок анализа сигналов, исполнительные устройства. Предлагаемая механическая система автоматизированного избирания ступеней не препятствует дополнению ее электронным блоком управления для полностью автоматического управления коробкой передач. В этом

случае она может полностью или частично заменить собой систему электронных датчиков и исполнительных устройств, что позволит также упростить конструкцию системы управления, повысит технологичность ее производства, позволит снизить уровень требований к квалификации технического персонала в процессе ее эксплуатации.

Предлагается применить особым образом размещаемые, не менее двух дифференциальных механических устройств, состоящих из механических или гидромеханических, или электромеханических передач, образующих систему выработки двоичных управляющих сигналов, или воздействий, имеющих относительное значение, реализующих переключательную функцию, для автоматизации избирания ступеней коробки передач состоящей из редуктора с числом ступеней больше двух, или ступенчатых редукторов размещенных последовательно, или параллельно, или в сочетании, выходное звено каждого дифференциального устройства изменяет направление своего движения, или положение, или значение сил, при заданном изменении соотношения угловых скоростей вращения двух своих входных звеньев, в момент избирания передаточного соотношения угловая скорость вращения одного входного звена каждого дифференциального устройства должна быть пропорциональна угловой скорости вращения вала двигателя, или угловой скорости вращения управляющего вала, угловая скорость второго входного звена должна быть пропорциональна угловой скорости вращения ведомого вала того редуктора муфтой включения ступени которого данное дифференциальное устройство управляет, совокупная связь входных звеньев дифференциальных устройств с приводом и выходных звеньев с муфтами образуют автоматизированную систему, включаемая ступень определяется комбинацией состояний выходных звеньев, при последовательном расположении дифференциальных устройств между ними возникает взаимосвязь приводящая к зависимым переключениям.

На фигуре 1, в качестве примера, изображена кинематическая схема восьми-ступенчатой коробки передач, состоящей из трех последовательно расположенных двухступенчатых редукторов, муфты которых непосредственно управляются системой дифференциальных механических устройств. Двигатель 1 через муфту сцепления 2 приводит во вращательное движение валы трансмиссии. Соосно с силовым валом расположен управляющий вал привода 3, который минуя муфту сцепления 2, подключен к двигателю постоянно. Управляющий вал 3 посредством шестерни 4 приводит во вращательное движение вал 5, который в свою очередь посредством проскальзывающих муфт 6 воздействует на управляемые входные звенья дифференциальных механизмов типа гайка и винт 11, 12, 14. Вторые входные звенья дифференциальных механизмов 11 и 14 посредством шестерен редуктора находящихся в постоянном зацеплении связаны с

ведомым валом. Вторым входным звеном дифференциального механизма 12 является вал, на котором данный механизм расположен. Таким образом, входные звенья дифференциальных механизмов 11, 12 и 14 приводятся во вращение управляющим валом и выходным валом редуктора. Отключение трансмиссии и реверсивный ход посредством шестерни 9, обеспечивает муфта 7 управляемая принудительно. Вал 8 является выходным. Валы 10 и 13 являются промежуточными.

Для включения повышенной передачи необходимо чтобы угловая скорость управляющего входного звена дифференциального механизма, на момент переключения ступени, была ниже угловой скорости ведомого входного ведомого звена. Для перехода с повышенной передачи на пониженную, угловая скорость управляющего звена должна превышать угловую скорость ведомого звена. При этом подвижный элемент муфты, перемещаясь в осевом направлении реализует дифференциальную функцию, переключая ступени редуктора в момент отключения двигателя от трансмиссии. Отключение муфты сцепления и изменение частоты вращения вала двигателя, осуществляются принудительно водителем, избирание и включение ступени происходит автоматизировано, поочередным срабатыванием последовательно расположенных дифференциальных устройств.

На фиг. 2 изображена кинематическая схема возможной шестнадцати-ступенчатой коробки передач состоящей из четырех двухступенчатых редукторов, расположенных последовательно, управляемых системой электромеханических дифференциальных устройств. Двигатель 1 через муфту сцепления 2 приводит во вращение ведущие звенья муфты выбора ступеней первого редуктора. Управляющее входное звено дифференциального механизма 3, является также ротором электродвигателя, статор электропривода 4, оказывает ускоряющее, либо затормаживающее воздействие на роторное звено 3, в зависимости от угловой скорости ротора и угловой скорости вращающегося магнитного поля статора в соответствии с частотой смены фаз. Второе входное ведомое звено дифференциального механизма 3, связано с ведомым валом 6 шестерней 5 находящейся в постоянном зубчатом зацеплении с ведомым валом 12. В муфтах 7 и 13 второго и четвертого редукторов ведомым звеном является элемент муфты, связанный с валом посредством шлицевого соединения. В дифференциальном механизме 11 третьего редуктора, как и муфте первого редуктора, входным ведомым звеном дифференциального устройства является шестерня 10, находящаяся в постоянном зацеплении с ведомым валом. Реверсивное вращение выходного вала 9, а также отключение коробки передач от трансмиссии возможно осуществить принудительно, муфтой 8.

Питание электрических обмоток статора с заданной частотой смены фаз может обеспечиваться трехфазным электрогенератором двигателя или преобразователем частоты. Если электромагнитное поле статора вращается с частотой пропорциональной частоте вращения вала двигателя, для перехода с повышенной ступени на пониженную необходимо принудительно отключить силовой привод от трансмиссии и увеличив частоту вращения вала двигателя, включить привод трансмиссии; для перехода с пониженной ступени коробки на повышенную необходимо принудительно отключить силовой привод трансмиссии, затем снизив частоту вращения вала двигателя, включить привод трансмиссии.

При использовании в качестве дифференциального, кинематической пары гайка и винт, как это показано на фиг. 1 и 2, гайка и винт вращаются в одну сторону, разница угловых скоростей входных звеньев будет преобразовываться в поступательное осевое движение гайки по винту, выходным звеном будет являться поводок гайки. При достижении гайкой своего предельного осевого положения на винте, винт и гайка, благодаря сдающему звену, начнут вращаться синхронно. После включения ступени редуктора, привод дифференциального устройства может быть отключен.

Для обеспечения комбинаторной полноты переключения ступеней двухступенчатых редукторов, размещаемых последовательно, передаточные соотношения ступеней редукторов должны соответствовать зависимости

$$i_{nl} = i_{nh} * k_p^{2^{(n-1)}}, \quad (1)$$

где

i_{nl} – передаточное число пониженной ступени редуктора R_n , имеющего порядковый номер n ;

i_{nh} – передаточное число повышенной ступени редуктора R_n , имеющего порядковый номер n ;

k_p – коэффициент прогрессии, принятый для данной коробки передач.

В этом случае общее число передаточных соотношений задаваемых коробкой передач составленной согласно формуле 1 будет зависеть от числа последовательно расположенных двухступенчатых редукторов ее составляющих, и будет определяться выражением

$$G_{st} = 2^n, \quad (2)$$

где

G_{st} – общее число ступеней коробки передач;

n – число двухступенчатых редукторов расположенных последовательно.

На фиг. 3 изображена функциональная блок-схема системы автоматизированного избирания ступеней коробки передач с последовательно размещенными двухступенчатыми редукторами R_n и приводом управляющего вала W_c от двигателя P , соответствующая кинематической схеме, изображенной на фиг. 1.

Двигатель P приводит во вращательное движение ведущие звенья фрикционной муфты сцепления C_m позволяющей разъединять выходной вал двигателя W_p от входного вала коробки передач W_0 . Привод управляющего вала W_c от основного двигателя P осуществлен через передачу r_{wc} минуя муфту C_m . Вращающее движение от управляющего вала W_c через передачи r_{1n} с заданным соотношением i_{r1n} подводится к входным звеньям W_{1n} дифференциальных устройств D_1-D_n . Вращающий момент от вала двигателя W_p через муфту C_m подводится к входному валу коробки перемены передач W_0 , затем проходя через размещенные последовательно редуктора R_1-R_n преобразуется в соответствии с передаточными соотношениями включенных ступеней редукторов. Вращательное движение валов W_1-W_n через передачи r_{2n} с заданным соотношением i_{r2n} подводится к входным звеньям W_{2n} дифференциальных устройств D_1-D_n , которые для переключения ступеней передач редукторов R_1-R_n преобразуют соотношение угловых скоростей управляющего вала W_c и валов коробки передач W_n в движение выходных звеньев W_{3n} и затем в управляющее воздействие S_1-S_n , изменяющего ступени редукторов. В некоторый момент времени T_n , при разъединении посредством муфты C_m , выходного вала W_p двигателя P от входного вала коробки передач W_0 возможно изменить угловую скорость ω_m вала двигателя независимо от угловой скорости ω_{w0} входного вала коробки передач. Одновременно с изменением угловой скорости ω_m вала двигателя W_p , изменится угловая скорость ω_{wc} управляющего вала W_c , что приведет к изменению угловых скоростей ω_{1n} входных звеньев W_{1n} дифференциальных устройств D_1-D_n .

В последующий момент времени $T_{(n+1)}$, величина угловой скорости ω_n вала W_n и величина угловой скорости ω_{1n} входного звена W_{1n} , изменившаяся в период ΔT_n на величину $\Delta \omega_{1Tn}$ приведет к такому изменению соотношения угловых скоростей $\omega_{1n} / \omega_{2n}$ входных звеньев W_{1n} и W_{2n} дифференциального устройства D_n , при котором изменится направление движения выходного звена W_{3n} , это приведет к изменению направления управляющего воздействия S_n , и последующему переключению ступени редуктора R_n . При изменении ступени редуктора R_n изменится соотношение угловых скоростей $\omega_{w(n-1)} / \omega_{wn}$ валов $W_{(n-1)}$, W_n . Благодаря обратной связи $W_{w(n-1)}$ изменится угловая скорость $\omega_{2(n-1)}$ входного звена $W_{2(n-1)}$ в результате изменится соотношение угловых скоростей $\omega_{1(n-1)} / \omega_{2(n-1)}$ входных звеньев дифференциальных устройств $D_{(n-1)}$, на величину изменяющую направление движения его выходного звена $W_{3(n-1)}$. При изменении направления движения

выходного звена $W_{3(n-1)}$ дифференциального устройства $D_{(n-1)}$ передаточное соотношение редуктора $R_{(n-1)}$ изменится, причем если редуктор с большим порядковым номером переключится на повышенную ступень, то редуктора с меньшим порядковым номером переключатся на пониженную ступень, и наоборот. Данное свойство образованной автоматической системы обеспечивается значениями передаточных чисел ступеней редукторов и приводов входных звеньев дифференциальных устройств.

Автоматическое комбинирование ступеней двухступенчатых редукторов, расположенных последовательно с соотношением ступеней, заданных согласно формуле 1, происходит благодаря наличию обратной механической связи, возникающей в момент выключения муфты C_m , при этом выходные звенья дифференциальных устройств $D_1 - D_n$ получают необходимую вторую степень свободы. Так как входное звено W_{1n} дифференциального устройства D_n через передачу R_{cn} приводится во вращательное движение управляющим валом W_c , входное звено W_{2n} приводится во вращение валом W_n являющимся ведомым, по отношению к редуктору R_n , муфтой переключения C_n которого управляет дифференциальное устройство D_n , коробка передач имеет последовательное расположение двухступенчатых редукторов, дифференциальные устройства D_n образуют механическую систему, обеспечивающую в момент выключения муфты K_m и изменения угловых скоростей входных звеньев W_{1n} и W_{2n} дифференциальных устройств D_n , комбинаторное включение общего соотношения коробки перемены передач i_t в соответствии с заданной прогрессией k_p . Так как ступени редукторов R_n с большим порядковым номером имеют соотношение передаточных чисел ступеней согласно формуле (1), их переключение при отключенной муфте сцепления C_m изменяет угловую скорость ведущих по отношению к данному редуктору R_n валов коробки передач на величину вызывающую обратные переключения редукторов с меньшим порядковым номером ($R_{(n-1)}$, $R_{(n-2)}$, ..., R_1). Таким образом, создается новая комбинация включений, изменяющая общее передаточное соотношение коробки передач на величину заданной геометрической прогрессии.

Так как вращение выходного вала двигателя W_p и выходного вала коробки передач W_n в рабочем режиме непрерывны, а переключение муфт имеет дискретный характер, то при механическом непосредственном приводе муфт переключения ступеней редукторов от дифференциальных механизмов, так как это показано на фиг. 1, потребуются устройства 6, ограничивающие вращающий момент, воздействующий на элементы системы управления при достижении приводами муфт переключения ступеней редукторов их предельного положения. Устройства ограничения вращающего момента

могут быть встроены в звенья дифференциального устройства, либо в звенья привода. Например, в звенья привода S_n .

В электромеханическом дифференциальном устройстве, таком как показано на фиг. 2, ротор скользит в электромагнитном поле статора, таким образом ротор и статор являются не только приводом и входными звеньями дифференциального устройства, но также и устройством ограничения сил на элементах муфты в момент сразу после ее включения.

При использовании в качестве дифференциального устройства гидромеханической системы, состоящей из гидравлических насосов, гидроцилиндров и перепускных клапанов, параметры устройства будут определяться производительностью насосов, перепускные клапана обеспечат ограничение усилия на муфтах переключения ступеней.

Если дифференциальные механические устройства воздействуют на муфты переключения ступеней опосредованно, через исполнительные устройства, они вырабатывают двоичные управляющие сигналы об относительной скорости валов, имеющие значения «больше/меньше». В этом случае выходное звено дифференциального механизма может открывать и закрывать пневматические или гидравлические клапана, включать или отключать электрические цепи. Электрические цепи в свою очередь могут активировать исполнительные устройства, такие как электрические привода муфт переключения, либо пневматические или гидравлические клапана, активирующие пневматические, либо гидроцилиндры. Таким образом, дифференциальные механические устройства, состоящие из дифференциального механизма и механизма привода, благодаря исполнительным устройствам, могут управлять как шлицевыми или кулачковыми, так и гидropоджимными фрикционными муфтами включения ступеней. При этом система дифференциальных механизмов может являться механической частью коробки передач, либо быть расположена обособленно. При обособленном расположении, привод дифференциальных механизмов может быть, как механическим, так и электрическим, или гидравлическим. Соотношения угловых скоростей входных звеньев дифференциальных устройств в этом случае также будут соответствовать переключательной функции задаваемой в соответствии с кинематикой коробки передач.

Предшествующий уровень техники:

Известны коробки передач, в которых выработка управляющего воздействия осуществлялась центробежным регулятором. Например, в автомобилях, имевших коммерческие обозначения Presto-Matic, Fluidmatic, Tip-Toe Shift, Gyro-Matic и Gyro-Torque выпускавшихся компанией Chrysler до 1954 года, трансмиссия представляла собой комбинацию гидромуфты, традиционной механической коробки передач с двумя

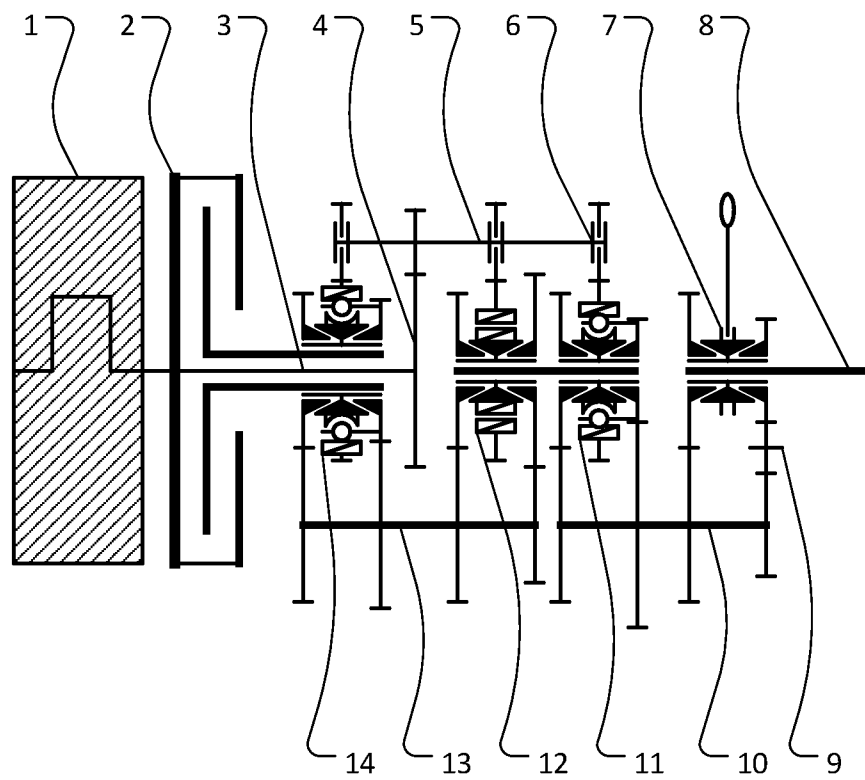
ступенями переднего хода, и автоматически включающегося овердрайва. Овердрайв включался при превышении автомобилем определённой скорости. Датчиком скорости являлся центробежный регулятор [1]. На автомобилях «Чайка» и «Волга», оснащаемых автоматизированной трансмиссией, переключение осуществлялось в зависимости от скорости автомобиля и степени нажатия на педаль акселерации двигателя. Для переключения использовался гидравлический привод. Датчиком скорости являлся центробежный регулятор, установленный на выходном валу коробки передач, который в зависимости от скорости автомобиля изменял давление в масляной магистрали. Ввиду сложности конструкции, и при этом малом числе переключаемых передач, данные системы управления коробкой передач не получили распространения [2]. Изобретения, защищенные патентами Евразийского Патентного Ведомства №№ 001496; 002266; 003825, также, изобретения, защищенные патентами Российской Федерации №№ RU 2304245, RU 2659721, также, изобретения, защищенные патентами республики Беларусь №№ 1498, 12526, 13978, 17555, направлены на решение задачи автоматизации управления ступенчатой коробки передач, однако в данных изобретениях автоматическое избирание ступеней редукторов происходит без применения системы дифференциальных устройств.

Ссылки в описании:

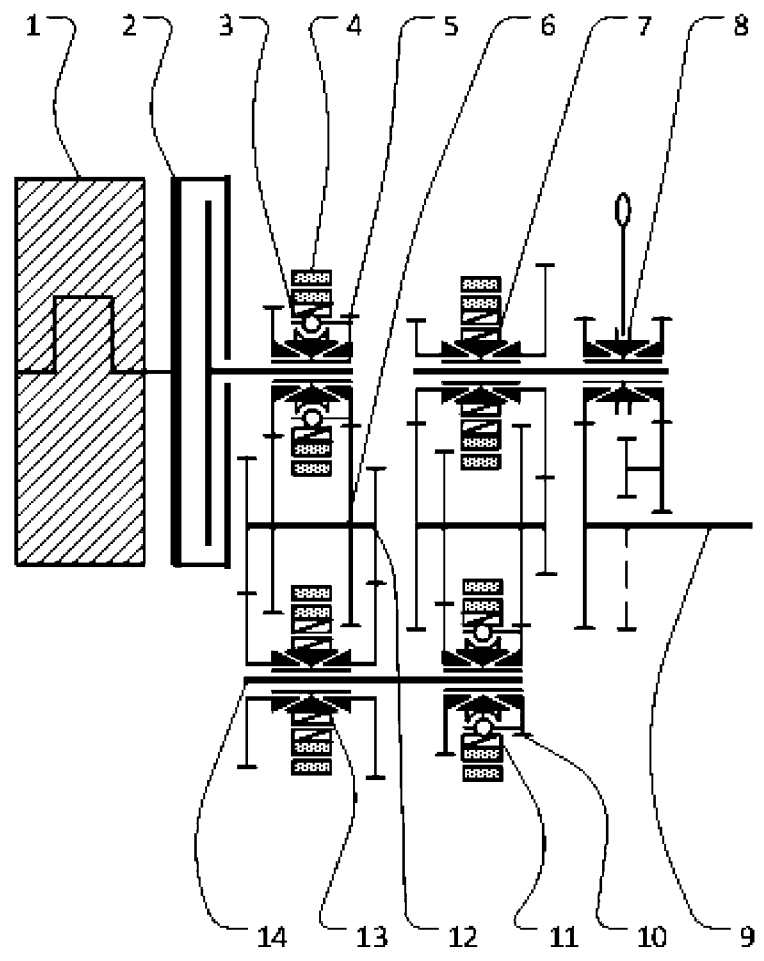
1. **Руктешель, О. С.** Анализ и синтез систем автоматического управления переключением передач автотранспортных средств: диссертация д-ра техн. наук: 05.05.03 / О.С. Руктешель. — Минск, 1987., 504 с.
2. **Антонов В. С., Голяк В. К., Запрягаев М. М., др.** Армейские автомобили. Конструкция и расчет. Воениздат, М. 1970 г., 542 с.
3. **Вахламов В. К., Шатров М. Г., Юрчевский А. А.** Автомобили. Теория и конструкция автомобиля и двигателя. М.: Издательский центр «Академия», 2003., 816с.
4. **Кусяк В.А., Руктешель О.С.** Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомобилей и автопоездов. Монография. — Минск: БНТУ, 2015., 295 с.

ФОРМУЛА

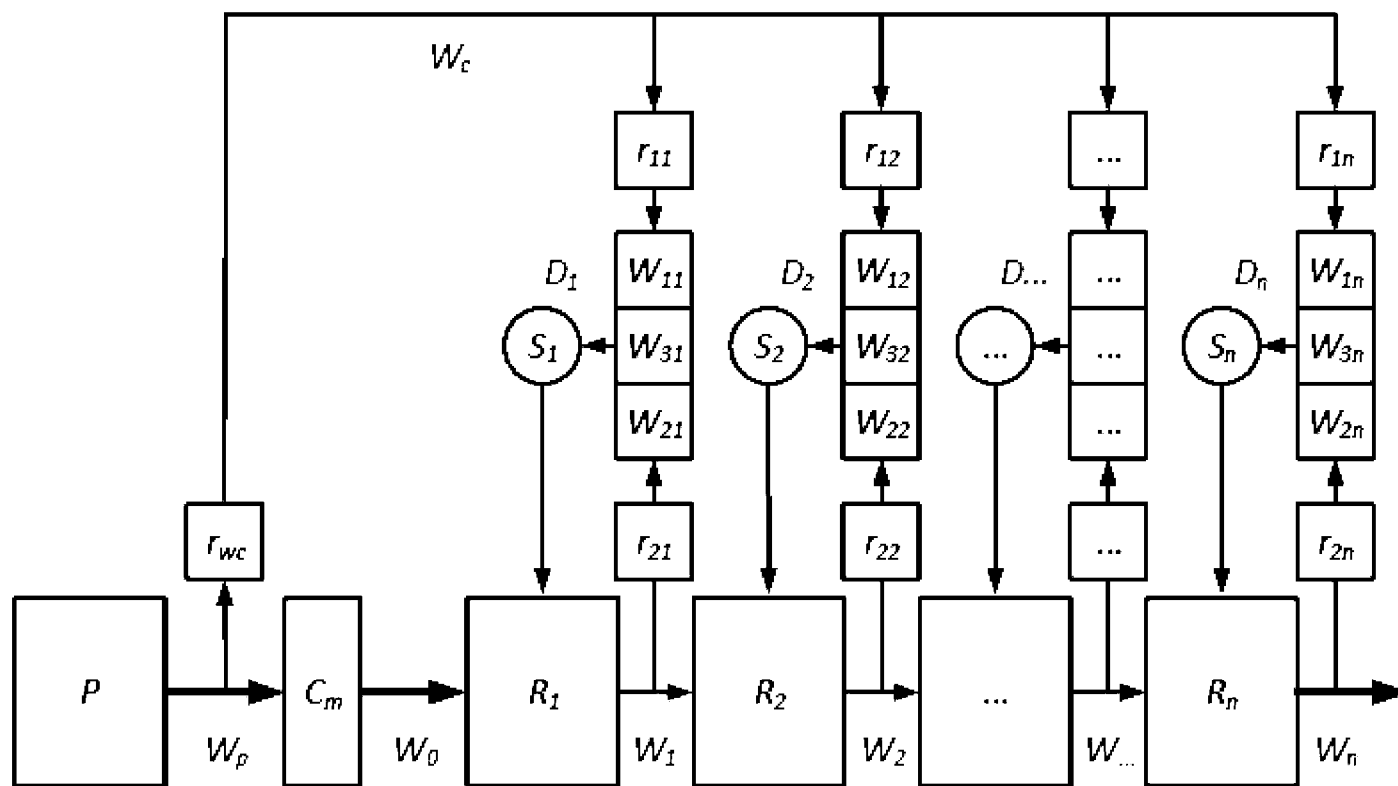
Применение особым образом размещаемых, не менее двух дифференциальных механических устройств, состоящих из механических или гидромеханических, или электромеханических передач, образующих систему выработки двоичных управляющих сигналов, или воздействий, имеющих относительное значение, реализующих переключательную функцию, для автоматизации избирания ступеней коробки передач состоящей из редуктора с числом ступеней больше двух, или ступенчатых редукторов размещенных последовательно, или параллельно, или в сочетании, выходное звено каждого дифференциального устройства изменяет направление своего движения, или положение, или значение сил, при заданном изменении соотношения угловых скоростей вращения двух своих входных звеньев, в момент избирания передаточного соотношения, угловая скорость вращения одного входного звена каждого дифференциального устройства должна быть пропорциональна угловой скорости вращения вала двигателя, или угловой скорости вращения управляющего вала, угловая скорость второго входного звена должна быть пропорциональна угловой скорости вращения ведомого вала того редуктора муфтой включения ступени которого данное дифференциальное устройство управляет, совокупная связь входных звеньев дифференциальных устройств с приводом и выходных звеньев с муфтами образуют автоматизированную систему, включаемая ступень определяется комбинацией состояний выходных звеньев, при последовательном расположении дифференциальных устройств между ними возникает взаимосвязь приводящая к зависимым переключениям.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201891543

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

F16H 59/04 (2006.01)

F16H 61/14 (2006.01)

F16H 48/00 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

F16H 59/00, 59/04, 61/00, 61/14, 48/00, 48/12, 48/18, 48/19

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2527415 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" и др.) 27.08.2014	1
A	RU 2060424 C1 (НИКОЛАЙЧИК ПЕТР ВАСИЛЬЕВИЧ) 20.05.1996	1
A	RU 2056303 C1 (МАКАРОВ ВЯЧЕСЛАВ СТЕПАНОВИЧ) 20.03.1996	1
A	DE 102005050067 A1 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG) 03.05.2007	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

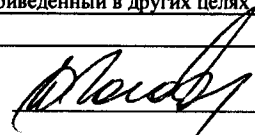
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **24/03/2020**

Уполномоченное лицо:
Начальник Управления экспертизы



Д.Ю. Рогожин