

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 5861

(13) U

(46) 2009.12.30

(51) МПК (2009)

B 62D 11/00

(54)

## ТРАНСМИССИЯ ГУСЕНИЧНОГО ШАССИ

(21) Номер заявки: u 20090490

(22) 2009.06.12

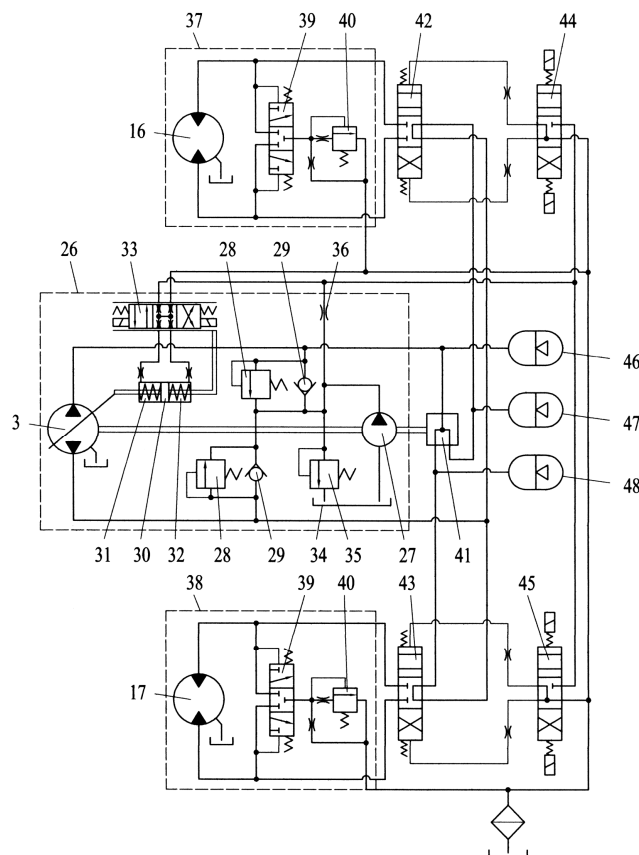
(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Котлобай Анатолий Яковлевич; Котлобай Андрей Анатольевич; Селивончик Николай Михайлович; Костко Юрий Викторович; Тамело Владимир Федорович; Витковский Андрей Марьянович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

1. Трансмиссия гусеничного шасси, содержащая кинематически связанные двигатель, раздаточную коробку с насосом гидросистемы трансмиссии, коробку передач, конечные передачи, дифференциальный механизм поворота, включающий два суммирующих планетарных ряда, коронные шестерни которых кинематически связаны с выходным валом



Фиг. 2

ВУ 5861 U 2009.12.30

## ВУ 5861 U 2009.12.30

коробки передач, водило - с ведущими звездочками соответствующего борта и солнечные шестерни - с гидромоторами объемных гидropередач, **отличающаяся** тем, что объемные гидropередачи включают один насос переменной производительности и двухпоточный агрегат дозирования, одна силовая гидролиния насоса связана с подводящим каналом двухпоточного агрегата дозирования, а напорная и сливная гидролинии гидромотора привода солнечной шестерни каждого суммирующего планетарного ряда соединены с отводящим каналом агрегата дозирования и второй силовой гидролинией насоса в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя с электромагнитным управлением и заперты во второй позиции гидрораспределителя.

2. Трансмиссия гусеничного шасси по п. 1, **отличающаяся** тем, что двухпоточный агрегат дозирования включает ротор, выполненный с возможностью поворота в распределяющей втулке, группы продольных пазов, выполненных на образующей поверхности ротора, смещенных относительно друг друга на расчетный угол, с полостями, связанными посредством кольцевых канавок на образующей поверхности ротора с отводящими каналами агрегата дозирования, и на образующей поверхности распределяющей втулки, в зоне групп продольных пазов ротора - группы каналов с полостями, связанными с подводящим каналом агрегата дозирования.

3. Трансмиссия гусеничного шасси по п. 1, **отличающаяся** тем, что в подводящей и отводящих гидролиниях агрегата дозирования установлены гидропневматические аккумуляторы.

(56)

1. Многоцелевые гусеничные шасси / В.Ф. Платонов, В.С. Кожевников, В.А. Коробкин, С.В. Платонов; Под. ред. В.Ф. Платонова. - М.: Машиностроение, 1998. - 342 с. Рис. 3.10, С. 105.

2. Трансмиссия гусеничного трактора: патент РБ 4161, МПК В 62D 11/00 / Ч.И. Жданович, М.И. Мамонов; заявитель Белорусский национальный технический университет. - № и 20070274; заявл. 2007.04.12; опубл. 2008.02.28 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці. - 2008. - № 2.

---

Полезная модель относится к трансмиссиям транспортных средств, преимущественно к трансмиссиям тягово-транспортных гусеничных шасси.

Известна трансмиссия гусеничного шасси, содержащая кинематически связанные двигатель, коробку передач, конечные передачи, дифференциальный механизм поворота, включающий два суммирующих планетарных ряда, коронные шестерни которых кинематически связаны с выходным валом коробки передач, водило - с ведущими звездочками соответствующего борта и солнечные шестерни - с гидромотором объемной гидropередачи [1].

Известная трансмиссия обеспечивает бесступенчатый вход в поворот и изменение радиуса поворота шасси без снижения скорости движения.

Недостатком известной трансмиссии является ступенчатое изменение скорости движения шасси.

Известна трансмиссия гусеничного шасси, содержащая кинематически связанные двигатель, раздаточную коробку с насосом гидросистемы трансмиссии, коробку передач, конечные передачи, дифференциальный механизм поворота, включающий два суммирующих планетарных ряда, коронные шестерни которых кинематически связаны с выходным валом коробки передач, водило - с ведущими звездочками соответствующего борта и солнечные шестерни - с гидромоторами объемных гидropередач [2].

Известная трансмиссия обеспечивает бесступенчатый вход в поворот и изменение радиуса поворота шасси без снижения скорости движения при маневрировании шасси. При

# ВУ 5861 U 2009.12.30

прямолинейном движении шасси трансмиссия обеспечивает бесступенчатое изменение скорости.

Недостатками известной трансмиссии гусеничного шасси являются высокая сложность и материалоемкость конструкции. Это объясняется тем, что трансмиссия оснащена двумя насосами переменной производительности, требующими раздаточные коробки для привода от двигателя гусеничного шасси, систему управления и механизм блокировки для реализации движения прямым ходом.

Задачей, решаемой полезной моделью, является уменьшение сложности и материалоемкости трансмиссии гусеничного шасси.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в трансмиссии гусеничного шасси, содержащей кинематически связанные двигатель, раздаточную коробку с насосом гидросистемы трансмиссии, коробку передач, конечные передачи, дифференциальный механизм поворота, включающий два суммирующих планетарных ряда, коронные шестерни которых кинематически связаны с выходным валом коробки передач, водило - с ведущими звездочками соответствующего борта и солнечные шестерни - с гидромоторами объемных гидropередач, объемные гидropередачи включают один насос переменной производительности и двухпоточный агрегат дозирования, одна силовая гидролиния насоса связана с подводным каналом двухпоточного агрегата дозирования, а напорная и сливная гидролинии гидромотора привода солнечной шестерни каждого суммирующего планетарного ряда соединены с отводящим каналом агрегата дозирования и второй силовой гидролинией насоса в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя с электромагнитным управлением и заперты во второй позиции гидрораспределителя.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что двухпоточный агрегат дозирования включает ротор, выполненный с возможностью поворота в распределяющей втулке, группы продольных пазов, выполненных на образующей поверхности ротора, смещенных относительно друг друга на расчетный угол, с полостями, связанными посредством кольцевых канавок на образующей поверхности ротора с отводящими каналами агрегата дозирования, и на образующей поверхности распределяющей втулки, в зоне групп продольных пазов ротора - группы каналов с полостями, связанными с подводным каналом агрегата дозирования.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в подводных и отводящих гидролиниях агрегата дозирования установлены гидропневматические аккумуляторы.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают уменьшение сложности и материалоемкости трансмиссии гусеничного шасси за счет исключения из трансмиссии одного насоса, агрегатов привода и управления им, а также механизмов синхронизации вращения солнечных шестерен суммирующих планетарных рядов.

На фиг. 1 представлена кинематическая схема трансмиссии гусеничного шасси; на фиг. 2 - гидравлическая схема гидрообъемного механизма поворота и бесступенчатого регулирования скорости гусеничного шасси; на фиг. 3 представлен продольный разрез двухпоточного агрегата дозирования; на фиг. 4 - фрагмент развертки ротора агрегата дозирования; на фиг. 5 - разрез А-А на фиг. 3; на фиг. 6 - разрез Б-Б на фиг. 3; на фиг. 7 - разрез В-В на фиг. 3.

Трансмиссия гусеничного шасси (фиг. 1) включает двигатель 1, раздаточную коробку 2, насос 3 гидросистемы трансмиссии, муфту сцепления 4, коробку перемены передач 5, раздаточную коробку 6, обеспечивающую разделение потока мощности по бортам гусеничного шасси, дифференциальный механизм поворота 7, состоящий из планетарных рядов 8, 9, в которых ведущими элементами являются эпициклические шестерни 10, 11, установленные на выходных валах раздаточной коробки 6, ведомыми - водила 12, 13, установленные на выходных валах дифференциального механизма поворота 7, а регули-

## BY 5861 U 2009.12.30

рующими элементами - солнечные шестерни 14, 15, связанные с валами гидромоторов 16, 17, установленных на корпусе дифференциального механизма поворота 7, тормоза 18, 19, карданные валы 20, 21, конечные передачи 22, 23, ведущие звездочки 24, 25.

В гидросистеме трансмиссии (фиг. 2) насос 3 выполнен в составе насосного агрегата 26, включающего насос подпитки 27, установленный соосно с валом насоса 3. В напорных магистралях насоса 3 установлены предохранительные клапаны 28. Подпитка осуществляется насосом 27 через гидролинии с обратными клапанами 29. Управление шайбой насоса 3 осуществляется гидроцилиндром, поршень 30 которого, связанный с шайбой насоса 3, образует полости 31, 32. Полости 31, 32 связаны через гидрораспределитель управления 33 с напорной магистралью насоса 27 и баком 34. Гидрораспределитель 33 выполнен трехпозиционным, следящего действия с электромагнитным управлением. В напорной магистрали насоса 27 установлены предохранительный клапан 35 линии подпитки, дроссель 36, ограничивающий расход рабочей жидкости к гидрораспределителю управления 33.

Агрегаты 37, 38 гидромоторов 16, 17 привода солнечных шестерен 14, 15 включают вмонтированные в гидромоторы 16, 17 гидравлически управляемые распределители 39 с напорными клапанами 40.

Гидросистема трансмиссии включает двухпоточный агрегат дозирования 41. Одна силовая гидролиния насоса 3 (напорная на прямом ходе шасси) связана с подводным каналом двухпоточного агрегата дозирования 41. Напорная и сливная гидролинии гидромотора 16 привода солнечной шестерни 14 суммирующего планетарного ряда 8 соединены с отводящим каналом агрегата дозирования 41 и второй силовой гидролинией насоса 3 в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя 42 и закрыты во второй позиции этого гидрораспределителя. Напорная и сливная гидролинии гидромотора 17 привода солнечной шестерни 15 суммирующего планетарного ряда 9 соединены со вторым отводящим каналом агрегата дозирования 41 и второй силовой гидролинией насоса 3 в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя 43 и закрыты во второй позиции этого гидрораспределителя. Гидрораспределители 42, 43 оснащены трехпозиционными гидрораспределителями 44, 45 управления с электромагнитным управлением, соединяющими торцевые управляющие полости гидрораспределителей 42, 43 с напорной магистралью насоса 27 и сливом в бак 34.

В силовой гидролинии насоса 3 (напорной на прямом ходе шасси) и напорных гидролиниях гидромоторов 16, 17 установлены гидропневматические аккумуляторы 46, 47, 48.

Для управления режимом работы трансмиссия оснащена блоком управления 49.

Двухпоточный агрегат дозирования 41 (фиг. 3) включает ротор 50, выполненный с возможностью поворота в распределяющей втулке 51 корпуса. Ротор 50 приводится во вращение от вала привода насосов 3, 27 либо от иного механизма трансмиссии. На образующей поверхности ротора 50 выполнены группы продольных пазов 52, 53, смещенных относительно друг друга на расчетный угол. Полости продольных пазов 52, 53 связаны посредством кольцевых канавок 54, 55 на образующей поверхности ротора 50 с отводящими каналами 56, 57 агрегата дозирования 41. На образующей поверхности распределяющей втулки 51 в зоне групп продольных пазов 52, 53 ротора 50 выполнены группы каналов 58 с полостями, связанными посредством кольцевой канавки 59 с подводным каналом 60 агрегата дозирования 41. Агрегат дозирования 41 оснащен системой дренажа 61 утечек рабочей жидкости в бак 34 гидросистемы.

Трансмиссия гусеничного шасси работает следующим образом.

Включается двигатель 1 шасси, механизм 2 привода насосов 3, 27 и ротора 50 агрегата дозирования 41. Валы насосов 3, 27 вращаются, и рабочая жидкость насоса 27 через обратные клапаны 29 подается в магистрали насоса 3. При заполнении магистралей насоса 3 и достижении давлением в подкачивающей магистрали давления настройки клапана 35, жидкость насоса 27 сбрасывается в бак 34.

## ВУ 5861 U 2009.12.30

Мощность, снимаемая с коленчатого вала двигателя 1, передается через муфту сцепления 4, коробку передач 5 на ведущий вал раздаточной коробки 6, обеспечивающей деление потока мощности по бортам гусеничного шасси. Вращение ведомых валов раздаточной коробки 6 передается на коронные шестерни 10, 11 планетарных рядов 8, 9 дифференциального механизма поворота и через водила 12, 13, карданные валы 20, 21, конечные передачи 22, 23 к ведущим звездочкам 24, 25.

При движении гусеничного шасси тормозные механизмы 18, 19 разблокированы.

При движении прямым ходом при нейтральном положении шайбы насоса 3 гидрораспределители 42, 43 находятся во второй позиции, рабочие полости гидромоторов 16, 17 заперты, валы гидромоторов 16, 17 и солнечные шестерни 14, 15 остановлены. Поток мощности двигателя 1 к ведущим звездочкам 24, 25 передается через механическую часть трансмиссии гусеничного шасси. Моменты, реализуемые по силовым цепям бортов, одинаковые, частоты вращения водил 12, 13 и ведущих звездочек 24, 25 одинаковы. Скорость гусеничного шасси изменяется ступенчато посредством коробки перемены передач 5. При создании двухпоточных трансмиссий гусеничного шасси количество диапазонов коробки перемены передач ограничивается, что затрудняет выбор оптимальных режимов работы двигателя 1 при использовании только механической части трансмиссии.

Для бесступенчатого изменения скорости гусеничного шасси на данной передаче поток мощности двигателя 1 к ведущим звездочкам 24, 25 передается через механическую часть трансмиссии гусеничного шасси и гидравлическую.

Для плавного увеличения скорости движения гусеничного шасси на данной передаче блок управления 49 подает сигнал на катушку электромагнита гидрораспределителя 33, и золотник гидрораспределителя 33 переводится в первую позицию. Жидкость насоса 27 подается в полость 31 гидроцилиндра управления шайбой насоса 3, поршень его перемещается, поворачивая шайбу насоса 3 в необходимое положение. Полость 32 соединяется со сливом в бак 34. Одновременно блок управления 49 подает напряжение на катушки электромагнитов гидрораспределителей 44, 45. Гидрораспределители 44, 45 переводятся в первую позицию, соединяя торцевые управляющие полости гидрораспределителей 42, 43 с напорной магистралью насоса 27. Гидрораспределители 42, 43 переводятся в первую позицию.

Рабочая жидкость насоса 3 подается через подводный канал 60 агрегата дозирования 41 в полость кольцевой канавки 59, откуда через каналы 58 периодически в полости пазов 52, 53 и через отводящие каналы 56, 57 - в напорные магистрали гидромоторов 16, 17.

Поскольку полости каналов 58 периодически перекрываются, в напорной магистрали насоса 3 предусмотрен гидропневматический аккумулятор 46, исключая перегрузку насоса 3. Также для выравнивания потоков рабочей жидкости, поступающей в напорные магистрали гидромоторов 16, 17, гидросистема оснащена гидропневматическими аккумуляторами 47, 48. При высокой частоте вращения ротора 50 (равной частоте вращения насоса 3) и большом числе продольных пазов 52, 53 степень дискретизации потока рабочей жидкости высока, объем дискретной порции мал, емкости гидропневматических аккумуляторов 46, 47, 48 небольшие.

При подаче рабочей жидкости в напорные магистрали гидромоторов 16, 17 обеспечивается вращение солнечных шестерен 14, 15. Скорости коронных и солнечных шестерен планетарных рядов 8, 9 суммируются, частота вращения водил 12, 13, звездочек 24, 25 и скорость гусеничного шасси плавно увеличивается по мере увеличения объема насоса 3.

Агрегат дозирования 41 обеспечивает одинаковую подачу рабочей жидкости в напорные магистрали гидромоторов 16, 17, прямолинейное движение гусеничного шасси.

Для плавного уменьшения скорости движения гусеничного шасси на данной передаче блок управления 49 подает сигнал на катушку электромагнита гидрораспределителя 33, и золотник гидрораспределителя 33 переводится в третью позицию. Жидкость насоса 27 подается в полость 32 гидроцилиндра управления шайбой насоса 3, поршень его перемеща-

## BY 5861 U 2009.12.30

ется, поворачивая шайбу насоса 3 в необходимое положение. Полость 31 соединяется со сливом в бак 34. Подача рабочей жидкости насоса 3 в напорные магистрали гидромоторов 16, 17 уменьшается, что приводит к уменьшению частоты вращения солнечных шестерен 14, 15. Частота вращения водил 12, 13, звездочек 24, 25 и скорость гусеничного шасси плавно уменьшается по мере уменьшения объема насоса 3.

При дальнейшем изменении положения шайбы насоса 3 в данном направлении, и реверсировании его, гидромоторы 16, 17 реверсируются, рабочая жидкость насоса 3 подается в напорные магистрали гидромоторов 16, 17. Из сливных магистралей гидромоторов 16, 17 рабочая жидкость поступает через каналы 56, 57 агрегата дозирования 41, работающего в режиме суммирования потоков рабочей жидкости, в полости кольцевых каналов 54, 55, продольных пазов 52, 53 и оттуда через каналы 58, 60 - во всасывающую магистраль насоса 3. Агрегат дозирования 41 обеспечивает одинаковые подачи рабочей жидкости по напорным магистралям гидромоторов 16, 17.

Гидромоторы приводят во вращение солнечные шестерни 14, 15 в направлении, обратном направлению вращения коронных шестерен 10, 11. Скорости коронных и солнечных шестерен планетарных рядов 8, 9 вычитаются, частота вращения водил 12, 13, звездочек 24, 25 и скорость гусеничного шасси плавно уменьшается по мере увеличения объема насоса 3.

Применение агрегата дозирования 41 позволяет исключить из состава трансмиссии насос, систему управления им, механизмы привода и синхронизации вращения солнечных шестерен суммирующих планетарных рядов, что обеспечивает уменьшение сложности и материалоемкости трансмиссии гусеничного шасси.

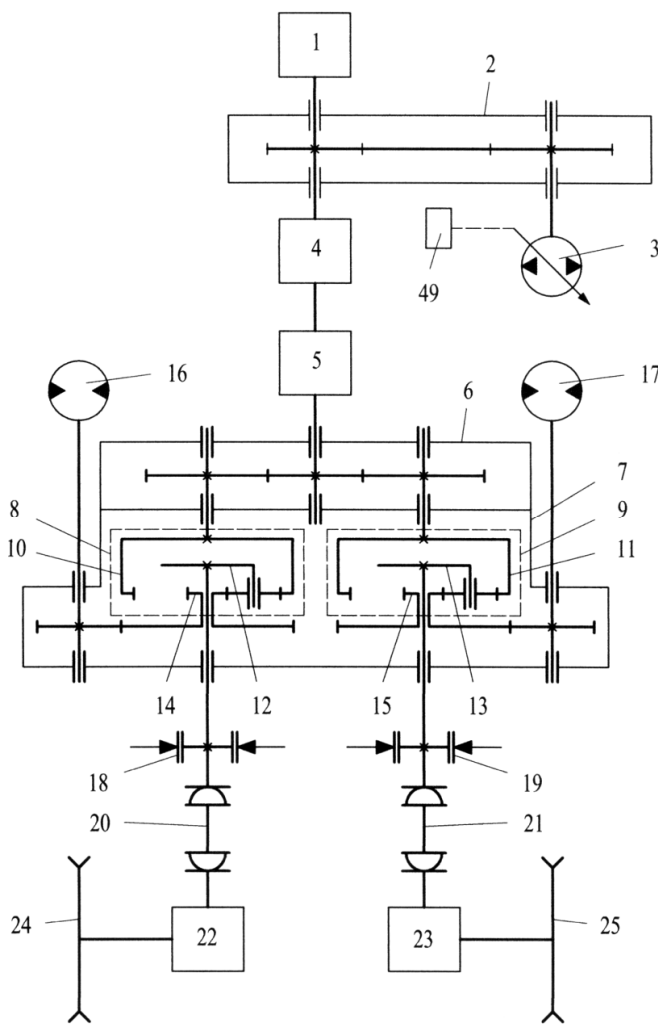
При маневрировании шасси возможным является алгоритм работы гидросистемы трансмиссии, согласно которому при начале поворота рулевого колеса шасси блок управления 49 подает сигнал, переводящий гидрораспределитель 33 в первую либо третью позиции, обеспечивающие возвращение шайбы насоса 3 в исходное положение. Одновременно гидрораспределитель 44, 45 забегающей гусеницы переводится в первую, а отстающей - в третью позиции. Гидрораспределители 42, 43 переводятся в такие же позиции. При этом каналы подачи рабочей жидкости в торцевые управляющие полости гидрораспределителей 42, 43 дросселированы, гидрораспределители включаются плавно. При таком положении гидрораспределителей 42, 43 гидромоторы 16, 17 обеспечивают вращение солнечных шестерен 14, 15 в разные стороны. Так, например, при повороте вправо звездочка 25 вращает отстающую гусеницу, а 24 - забегающую. Для обеспечения данного маневра гидрораспределитель 42 переводится в первую позицию, а гидрораспределитель 43 - в третью. По мере увеличения объема насоса 3 при повороте рулевого колеса шасси частота вращения гидромоторов 16, 17 в разные стороны увеличивается. Частоты вращения коронной 10 и солнечной 14 шестерен суммируются, увеличивая частоту вращения звездочки 24 забегающей гусеницы, а частоты вращения коронной 11 и солнечной 15 шестерен вычитаются, уменьшая частоту вращения звездочки 25 отстающей гусеницы. Радиус поворота гусеничного шасси плавно уменьшается.

Также возможным является алгоритм работы гидросистемы трансмиссии, согласно которому при начале поворота рулевого колеса шасси блок управления 49 подает сигнал, переводящий гидрораспределитель 44, 45 забегающей гусеницы в первую, а отстающей в третью позиции. Переключение гидрораспределителей 44, 45 осуществляется без предварительного вывода шайбы насоса 3 в нейтральное положение. Гидрораспределители 42, 43 переводятся в такие же позиции. Плавное переключение позиции гидрораспределителя 42, 43 при объеме насоса 3, отличном от нуля, обеспечивает остановку и реверсирование гидромоторов 16, 17 без заброса давления в напорной магистрали. При этом гидрораспределители 39 и напорные клапаны 40 предохраняют гидромоторы 16, 17 от перегрузок при реверсировании.

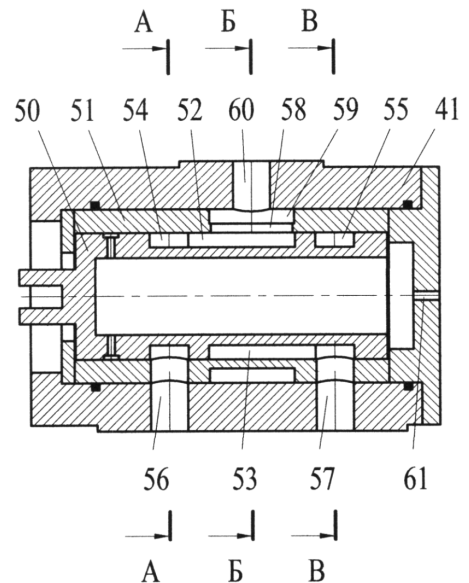
# BY 5861 U 2009.12.30

Применение гидромоторов 16, 17 привода солнечных шестерен 14, 15 с изменяемым объемом, предлагаемое в прототипе [2] для расширения диапазона регулирования скоростей, существенно усложняет систему управления, делая ее фактически невоспроизводимой при сохранении современного уровня цен систем управления в общей стоимости готового шасси. Так, например, разработка и реализация алгоритма последовательности изменения объемов насоса и двух гидромоторов при маневрировании и прямом ходе в настоящее время не имеет технического решения в отрасли и в данной работе не рассматривается.

Таким образом, отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают уменьшение сложности и материалоемкости трансмиссии гусеничного шасси за счет исключения из трансмиссии одного насоса, агрегатов привода и управления им, а также механизмов синхронизации вращения солнечных шестерен суммирующих планетарных рядов.

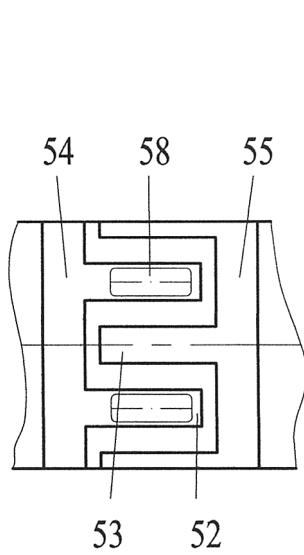


Фиг. 1

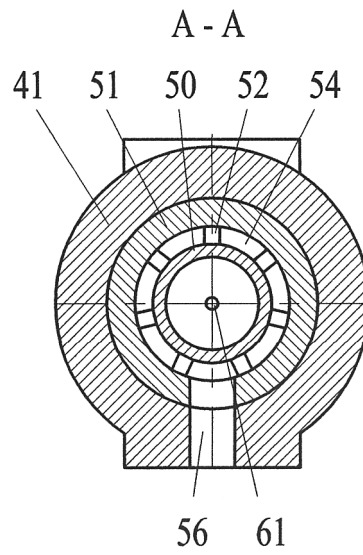


Фиг. 3

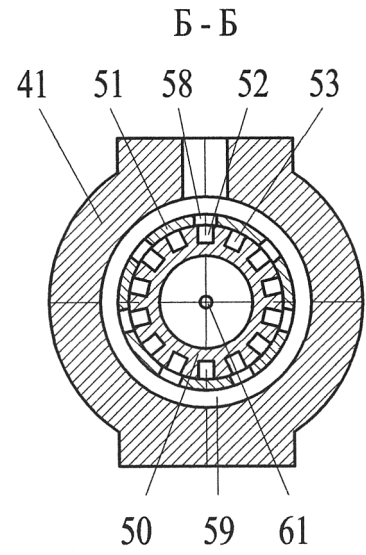
# BY 5861 U 2009.12.30



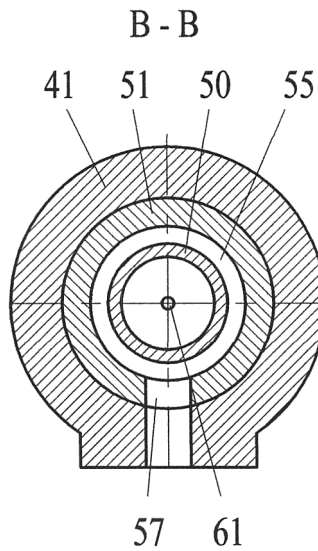
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7