

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 15109

(13) С1

(46) 2011.12.30

(51) МПК

B 62D 11/00 (2006.01)

F 16H 61/44 (2006.01)

(54)

ГУСЕНИЧНАЯ МАШИНА

(21) Номер заявки: а 20091028

(22) 2009.07.08

(43) 2011.02.28

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

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

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

(56) Многоцелевые гусеничные шасси. / Под ред. В.Ф.Платонова - М.: Машиностроение, 1998. - С. 105, рис. 3.10.

ВУ 11149 С1, 2008.

ВУ 6629 С1, 2004.

ВУ 3465 С1, 2000.

SU 334111, 1972.

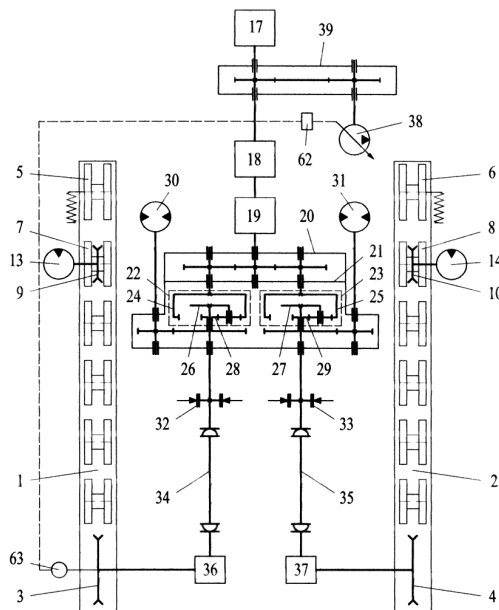
RU 64724 U1, 2007.

DE 3833784 A1, 1989.

US 3812925, 1974.

(57)

1. Гусеничная машина, содержащая ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями ведущие звездочки, натяжные колеса и опорные катки, трансмиссию, содержащую двигатель, коробку передач и конечные передачи, связанные с ведущими звездочками, гидрообъемный 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



Фиг. 1

ВУ 15109 С1 2011.12.30

ВУ 15109 С1 2011.12.30

шестерни - с гидромоторами объемных гидропередат, гидросистему, связывающую рабочие полости гидромоторов с насосом и баком, отличающаяся тем, что опорные катки оснащены дополнительными ведущими звездочками, связанными с гидромоторами объемных гидропередат; гидросистема включает один нереверсивный насос переменной производительности с магистралями, связанными во второй позиции двухпозиционного гидрораспределителя с напорными и сливными магистралями гидромоторов привода дополнительных ведущих звездочек опорных катков; в первой позиции двухпозиционного гидрораспределителя напорная магистраль насоса связана с подводным каналом двухпоточного делителя потока, каждый отводящий канал которого связан с напорной магистралью гидромотора привода солнечной шестерни суммирующего планетарного ряда гидрообъемного механизма поворота в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя с электромагнитным управлением и всасывающей магистралью насоса во второй позиции трехпозиционного гидрораспределителя.

2. Машина по п. 1, отличающаяся тем, что опорный каток выполнен как мотор-колесо с аксиально-поршневым гидромотором, содержащим блок цилиндров со ступицей крепления диска опорного катка и дополнительной ведущей звездочки, установленный с возможностью вращения на неподвижном валу, закрепленном на балансирах подвески катка, две группы поршней, образующих в блоке цилиндров связанные с подводным и отводящим каналами гидромотора рабочие полости и взаимодействующих посредством шариков с двумя наклонными шайбами гидромотора.

Изобретение относится к транспортному машиностроению, преимущественно к трансмиссиям тягово-транспортных гусеничных машин.

Известна гусеничная машина, содержащая ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями ведущие звездочки, натяжные колеса и опорные катки, трансмиссию, содержащую двигатель, коробку передач, планетарные механизмы поворота и бортовые передачи, связанные с ведущими звездочками [1].

Известная гусеничная машина обладает высокими тягово-сцепными качествами при движении на низких передачах с малыми технологическими скоростями и относительно высокими транспортными скоростями движения. Маневрирование гусеничной машины осуществляется с расчетным радиусом поворота на каждой передаче.

Недостатком известной гусеничной машины является ступенчатое изменение радиуса поворота, что не обеспечивает вписываемость машины в дорогу с большой кривизной. Чтобы вписаться в траекторию движения, кривизна которой переменная и часто весьма существенна, водитель вынужден снижать скорость, переходить на низшую передачу и тем самым уменьшать среднюю скорость. Кроме того, управление поворотом при этом усложняется.

Известна гусеничная машина, содержащая ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями ведущие звездочки, натяжные колеса и опорные катки, трансмиссию, содержащую двигатель, коробку передач и конечные передачи, связанные с ведущими звездочками, гидрообъемный 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 гидропередат, гидросистему, связывающую рабочие полости гидромоторов с насосом и баком [2].

Гидрообъемный механизм поворота известной гусеничной машины обеспечивает бесступенчатый вход в поворот и изменение радиуса поворота машины без снижения скорости движения при маневрировании.

ВУ 15109 С1 2011.12.30

Недостатками известной гусеничной машины являются высокая сложность и материалоемкость конструкции и низкая надежность. Высокая сложность и материалоемкость конструкции объясняется тем, что трансмиссия оснащена двумя насосами переменной производительности, требующими раздаточной коробки для привода от двигателя гусеничной машины, систему управления двумя насосами.

Низкая надежность гусеничной машины объясняется тем, что при выполнении технологических процессов с высокими тяговыми нагрузками на низких передачах гусеничная цепь вытягивается, пальцы шарниров гусеничной цепи и проушины траков, работающие при высоких нагрузках, разрушаются, нарушая надежную работу гусеничного движителя. При традиционной конструкции гусеничного движителя - одна ведущая звездочка и опорные катки, работающие в ведомом режиме, вся тяговая нагрузка гусеничного движителя, реализуемая опорной ветвью гусеничной цепи - от переднего до заднего опорных катков, воспринимается каждым пальцем гусеничной цепи на участке от заднего опорного катка до ведущей звездочки. Проблема износа гусеничной цепи усугубляется тем, что в рамках реализации мероприятий по увеличению скорости движения гусеничной машины в транспортном режиме стремятся оптимизировать конструкцию гусеничной ленты, уменьшая ее материалоемкость. Это приводит к снижению нагрузочной способности ленты в продольном направлении, разрушению шарниров гусеничных цепей, снижению надежности работы и долговечности гусеничной машины.

Задачей изобретения является уменьшение сложности и материалоемкости конструкции и увеличение надежности гусеничной машины.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в гусеничной машине, содержащей ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями ведущие звездочки, натяжные колеса и опорные катки, трансмиссию, содержащую двигатель, коробку передач и конечные передачи, связанные с ведущими звездочками, гидрообъемный 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, гидросистему, связывающую рабочие полости гидромоторов с насосом и баком, опорные катки оснащены дополнительными ведущими звездочками, связанными с гидромоторами объемных гидropередач; гидросистема включает один нереверсируемый насос переменной производительности с магистралями, связанными во второй позиции двухпозиционного гидрораспределителя с напорными и сливными магистралями гидромоторов привода дополнительных ведущих звездочек опорных катков; в первой позиции двухпозиционного гидрораспределителя напорная магистраль насоса связана с подводющим каналом двухпоточного делителя потока, каждый отводящий канал которого связан с напорной магистралью гидромотора привода солнечной шестерни суммирующего планетарного ряда гидрообъемного механизма поворота в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя с электромагнитным управлением и всасывающей магистралью насоса во второй позиции трехпозиционного гидрораспределителя.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что опорный каток выполнен как мотор-колесо с аксиально-поршневым гидромотором, содержащим блок цилиндров со ступицей крепления диска опорного катка и дополнительной ведущей звездочки, установленный с возможностью вращения на неподвижном валу, закрепленном на балансирах подвески катка, две группы поршней, образующих в блоке цилиндров связанные с подводющим и отводящим каналами гидромотора рабочие полости и взаимодействующих посредством шариков с двумя наклонными шайбами гидромотора.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают уменьшение сложности и материалоемкости гусеничной машины за счет исклю-

чения из трансмиссии одного насоса, агрегатов привода и управления им. Также передача тягового усилия с остова гусеничной машины на движитель основными ведущими звездочками и дополнительными, установленными на опорных катках гусеничной машины, позволит рассредоточить усилие, передаваемое на каждую гусеничную цепь, и пропорционально уменьшить нагрузку каждого пальца гусеничной цепи и проушин траков, их износ и увеличить надежность гусеничной машины.

На фиг. 1 представлена кинематическая схема трансмиссии гусеничной машины с ведущими передними опорными катками; на фиг. 2 - кинематическая схема трансмиссии гусеничной машины с ведущими передними и средними опорными катками; на фиг. 3 - гидравлическая схема гидрообъемного механизма поворота и привода передних опорных катков гусеничной машины; на фиг. 4 - гидравлическая схема гидрообъемного механизма поворота и привода передних и средних опорных катков гусеничной машины; на фиг. 5 - продольный разрез опорного катка с ведущей звездочкой и аксиально-поршневым гидромотором.

Гусеничная машина содержит ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями 1, 2 левого и правого бортов ведущие звездочки 3, 4 заднего расположения, натяжные колеса 5, 6 и опорные катки 7, 8 с установленными на них дополнительными звездочками 9, 10 на передних опорных катках 7, 8 (фиг. 1) и 11, 12 - на средних опорных катках 7, 8 (фиг. 2), приводимыми гидромоторами 13, 14, 15, 16.

Трансмиссия гусеничной машины содержит двигатель 17, муфту сцепления 18, коробку перемены передач 19, раздаточную коробку 20, обеспечивающую разделение потока мощности по бортам гусеничной машины, дифференциальный механизм поворота 21, состоящий из планетарных рядов 22, 23, в которых ведущими элементами являются эпициклические шестерни 24, 25, установленные на выходных валах раздаточной коробки 20, ведомыми - водила 26, 27, установленные на выходных валах дифференциального механизма поворота 21, а регулирующими элементами - солнечные шестерни 28, 29, связанные с валами гидромоторов 30, 31, установленных на корпусе дифференциального механизма поворота 21, тормоза 32, 33, карданные валы 34, 35, конечные передачи 36, 37, связанные с ведущими звездочками 3, 4.

В гидросистеме трансмиссии (фиг. 3, 4) применен насос 38 - нереверсивный, переменной производительности (как правило, с поворотным блоком цилиндров), приводимый от двигателя 17 посредством раздаточной коробки 39, выполненный в составе насосного агрегата 40, включающего насос подпитки 41, приводимый от двигателя 17 посредством раздаточной коробки 39. В напорной магистрали насоса 38 установлен предохранительный клапан 42. Подпитка осуществляется насосом 41 через гидролинию с обратным клапаном 43. Управление блоком цилиндров насоса 38 осуществляется гидроцилиндром, поршень 44 которого, связанный с блоком цилиндров насоса 38, образует полости 45, 46. Полости 45, 46 связаны через гидрораспределитель управления 47 с напорной магистралью насоса 41 и баком 48. Гидрораспределитель 47 выполнен трехпозиционным, следящего действия с электромагнитным управлением. В напорной магистрали насоса 41 установлены предохранительный клапан 49 линии подпитки, дроссель 50, ограничивающий расход рабочей жидкости в гидролинию управления.

Агрегаты 51, 52 гидромоторов 30, 31 привода солнечных шестерен 28, 29 включают смонтированные в гидромоторы 30, 31 гидравлически управляемые распределители 53 с напорными клапанами 54.

Гидросистема трансмиссии оснащена двухпоточным делителем потока 55, выполненным, например, по известной конструктивной схеме [3].

Напорная и сливная гидролинии гидромотора 30 привода солнечной шестерни 28 суммирующего планетарного ряда 22 соединены с отводящим каналом делителя потока 55

ВУ 15109 С1 2011.12.30

и всасывающей гидролинией насоса 38 в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя 56 и заперты во второй позиции этого гидрораспределителя. Напорная и сливная гидролинии гидромотора 31 привода солнечной шестерни 29 суммирующего планетарного ряда 23 соединены со вторым отводящим каналом делителя потока 55 и всасывающей гидролинией насоса 38 в первой и третьей позициях трехпозиционного гидрораспределителя 57 и заперты во второй позиции этого гидрораспределителя. Гидрораспределители 56, 57 оснащены трехпозиционным гидрораспределителем 58 управления с электромагнитным управлением, соединяющим торцевые управляющие полости гидрораспределителей 56, 57 с напорной магистралью насоса 41 и сливом в бак 48. При этом гидрораспределители 56, 57 всегда обеспечивается разнонаправленное вращение валов гидромоторов 30, 31.

Гидромоторы 13, 14, 15, 16 установлены параллельно, оснащены гидравлически управляемым распределителем 59 с напорным клапаном 54. Напорные магистрали гидромоторов 13, 14, 15, 16 связаны с напорной магистралью насоса 38 во второй позиции двухпозиционного гидрораспределителя 60 и с всасывающей магистралью насоса 38 во второй позиции этого гидрораспределителя. Сливные магистрали гидромоторов 13, 14, 15, 16 связаны с всасывающей магистралью насоса 38.

Подводящий канал двухпоточного делителя потока 55 связан с напорной магистралью насоса 38 в первой позиции двухпозиционного гидрораспределителя 60 и заперт во второй позиции этого гидрораспределителя. Торцевая управляющая полость двухпозиционного гидрораспределителя 60 связана с баком 48 и напорной магистралью насоса 41 в первой и второй позициях двухпозиционного гидрораспределителя управления 61 с электромагнитным управлением.

Для управления режимом работы насоса 38 трансмиссия гусеничной машины оснащена блоком управления 62 и датчиком 63 частоты вращения звездочки 3 либо 4 на прямом ходу.

Конструктивно опорный каток 7, 8 борта гусеничной машины с приводом дополнительных звездочек 9, 10, 11, 12 гидромоторами 13, 14, 15, 16 может быть решен как мотор-колесо с высокомоментным аксиально-поршневым гидромотором [4].

Например, опорный каток 7 (фиг. 5) с дополнительной ведущей звездочкой 9 и аксиально-поршневым гидромотором 13 содержит блок цилиндров 64 со ступицей 65 крепления дисков двухскатного опорного катка 7 и дополнительной ведущей звездочкой 9. Две группы поршней 66 образуют в блоке цилиндров 64 рабочие полости 67. Поршни 66 взаимодействуют посредством шариков 68 с наклонными шайбами 69 гидромотора и прижимаются к ним пружинами 70.

Шайбы 69 аналогичны по конструкции, установлены на неподвижном валу 71, и положение их фиксировано посредством шлицевого соединения. Вал 71 закреплен на балансирах 72 подвески опорного катка 7 гусеничной машины.

Блок цилиндров 64 установлен в подшипниках 73 на посадочных поверхностях шайб 69 с возможностью поворота относительно оси гидромотора.

Рабочие полости 67 связаны посредством радиальных каналов с полостями полукольцевых канавок 74, 75, выполненных на поверхности неподвижного вала 71. Полость полукольцевой канавки 74 связана с продольным каналом 76 цапфы 77 и подводящим каналом 78 аксиально-поршневого гидромотора. Полость полукольцевой канавки 75 связана с полостью кольцевой канавки 79 и отводящим каналом 80 аксиально-поршневого гидромотора.

Система дренажа включает трубку 81, связанную с дренажным каналом 82.

Гусеничная машина работает следующим образом.

Включается двигатель 17 машины, механизм 39 привода насосов 38, 41 и ротора делителя потока 55. Валы насосов 38, 41 вращаются, и рабочая жидкость насоса 41 через об-

ВУ 15109 С1 2011.12.30

ратный клапан 43 подается во всасывающую магистраль насоса 38. При заполнении магистрали насоса 38 и достижении давлением в подкачивающей магистрали давления настройки клапана 49 жидкость насоса 41 сбрасывается в бак 48.

Мощность, снимаемая с коленчатого вала двигателя 17, передается через муфту сцепления 18, коробку перемены передач 19 на ведущий вал раздаточной коробки 20, обеспечивающей деление потока мощности по бортам гусеничной машины, и далее на дифференциальный механизм поворота 21. Вращение ведомых валов раздаточной коробки 20 передается на коронные шестерни 24, 25 планетарных рядов 22, 23 дифференциального механизма поворота 21 и через водила 26, 27, карданные валы 34, 35, конечные передачи 36, 37 к ведущим звездочкам 3, 4, передающим движение гусеничным цепям 1, 2. При движении гусеничной машины тормозные механизмы 32, 33 разблокированы.

При движении прямым ходом гусеничной машины, при выполнении технологических операций, требующих реализации высоких тяговых усилий, в автоматическом режиме блок управления 62 подает сигнал, и гидрораспределитель 61 переводится во вторую позицию, соединяя торцевую управляющую полость гидрораспределителя 60 с напорной магистралью насоса 41. Гидрораспределитель 60 переводится во вторую позицию, соединяя напорные магистрали гидромоторов 13, 14, 15, 16 с напорной магистралью насоса 38. Одновременно при переводе гидромоторов 13, 14, 15, 16 в ведущий режим датчик 63 частоты вращения звездочки 3 дает информацию в блок управления 62 о скорости движения машины на прямом ходу, откуда поступает управляющее воздействие на электромагниты гидрораспределителя 47, переводящее гидрораспределитель 47 в первую позицию. Рабочая жидкость насоса 41 подается в полость 45 гидроцилиндра управления блоком цилиндров насоса 38, поршень 44 перемещается, перемещая блок цилиндров насоса 38 и доводя его подачу до уровня, задаваемого блоком управления 62. При изменении скорости движения гусеничной машины, задаваемой передачей коробки перемены передач 19, гидрораспределитель 47 переводится в необходимую позицию, соединяя полости 45, 46 с напорной магистралью насоса 41 и сливом в бак 48 по команде блока управления 62 и обеспечивая необходимую подачу насоса 38.

Рабочая жидкость насоса 38 поступает через подводящий канал 78, продольный канал 76 цапфы 77 в полость кольцевой канавки 74 и оттуда в рабочие полости 67 гидромотора. Поршни 66 перемещаются, передавая нагрузку на шарики 68, взаимодействующие с шайбами 69, закрепленными на валу 71. Из рабочих полостей 67 рабочая жидкость поступает в полость кольцевой канавки 75 и через кольцевую канавку 79 и отводящий канал 80 аксиально-поршневого гидромотора 13 на слив в бак 48 гидросистемы. Блок цилиндров 64 активного катка 7 проворачивается, приводя в движение каток 7 и звездочку 9. Аналогично посредством гидромоторов 14, 15, 16 активизируются катки 7, 8 и ведущие звездочки 10, 11, 12 бортов. Поскольку звездочки 9, 10, 11, 12 имеют постоянное зацепление с гусеничными цепями 1, 2, появление дифференциального эффекта при параллельной работе гидромоторов 13, 14, 15, 16 исключается.

Тяговое усилие передается на остов гусеничной машины через ведущие звездочки 3, 4, дополнительные звездочки 9, 10, 11, 12 и балансиры 72 подвесок катков 7, 8. Рассредоточенная передача движущей силы двигателя 17 на гусеничные цепи 1, 2 обеспечивает разгрузку гусеничных цепей 1, 2, снижает износ шарниров гусеничных цепей, повышает надежность работы гусеничной машины.

При маневрировании гусеничной машины, при начале поворота рулевого колеса машины блок управления 62 подает сигнал, возвращающий гидрораспределитель 61 в первую позицию и соединяющий торцевую управляющую полость гидрораспределителя 60 со сливом в бак 48. Гидромоторы 13, 14, 15, 16 переводятся в ведомый режим. Гидро-

ВУ 15109 С1 2011.12.30

распределитель 47 переводится в первую либо третью позицию, обеспечивающую возвращение блока цилиндров насоса 38 в исходное положение.

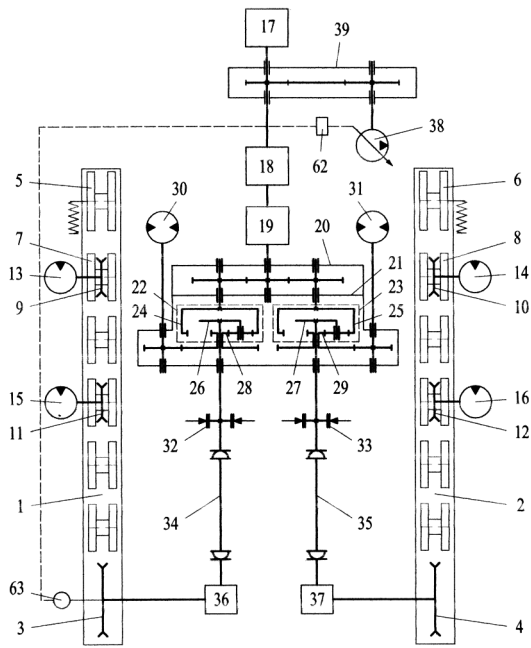
Одновременно гидрораспределители 58, 56, 57 переводятся в первую либо третью позицию. Каналы подачи рабочей жидкости в торцевые управляющие полости гидрораспределителей 56, 57 дросселированы, гидрораспределители включаются плавно. При таком положении гидрораспределителей 56, 57 гидромоторы 30, 31 обеспечивают вращение солнечных шестерен 28, 29 в разные стороны. Так, например, при повороте вправо звездочка 4 вращает отстающую гусеницу, а 3 - забегающую. Для обеспечения данного маневра гидрораспределители 58, 56, 57 переводятся в первую позицию. По мере увеличения объема насоса 38 при повороте рулевого колеса гусеничной машины рабочая жидкость подается через гидрораспределитель 60 в первой позиции в подводный канал делителя потока 55 и через отводящие каналы его в напорные магистрали гидромоторов 30, 31. Частота вращения гидромоторов 30, 31 в разные стороны увеличивается. Частоты вращения коронной 24 и солнечной 28 шестерен суммируются, увеличивая частоту вращения звездочки 3 забегающей гусеницы 1, а частоты вращения коронной 25 и солнечной 29 шестерен вычитаются, уменьшая частоту вращения звездочки 4 отстающей гусеницы 2. Радиус поворота гусеничной машины плавно уменьшается. Аналогично, для поворота в левую сторону гидрораспределителя 58, 56, 57 переводятся в третью позицию. В данном случае забегающей является звездочка 4, а отстающей - звездочка 3. По мере увеличения объема насоса 38 частота вращения гидромоторов 30, 31 в разные стороны увеличивается. Частоты вращения коронной 24 и солнечной 28 шестерен вычитаются, уменьшая частоту вращения звездочки 3 отстающей гусеницы 1, а частоты вращения коронной 25 и солнечной 29 шестерен суммируются, увеличивая частоту вращения забегающей звездочки 4 гусеницы 2. Радиус поворота гусеничной машины плавно уменьшается.

Применение делителя потока 55 позволяет исключить из состава трансмиссии насос, систему управления им, что обеспечивает уменьшение сложности и материалоемкости трансмиссии гусеничной машины.

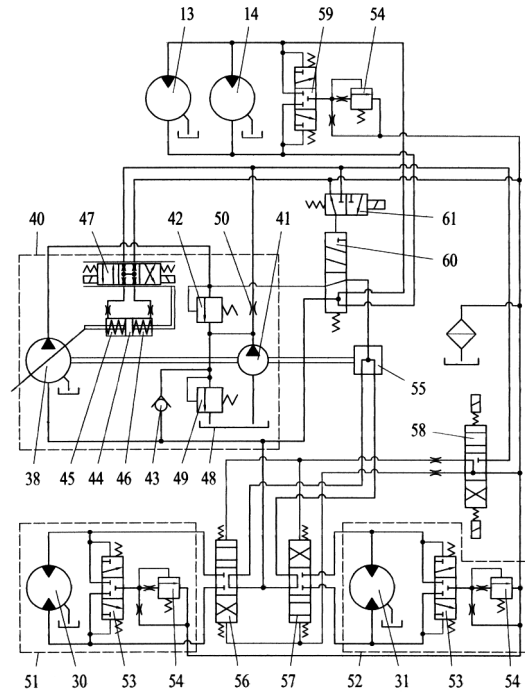
Таким образом, отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают уменьшение сложности и материалоемкости трансмиссии гусеничного шасси за счет исключения из трансмиссии одного насоса, агрегатов привода и управления им. Также передача тягового усилия с остова гусеничной машины на движитель основными ведущими звездочками и дополнительными, установленными на опорных катках гусеничной машины, позволит рассредоточить усилие, передаваемое на каждую гусеничную цепь, и пропорционально уменьшить нагрузку каждого пальца гусеничной цепи и проушин траков, их износ и увеличить надежность гусеничной машины.

Источники информации:

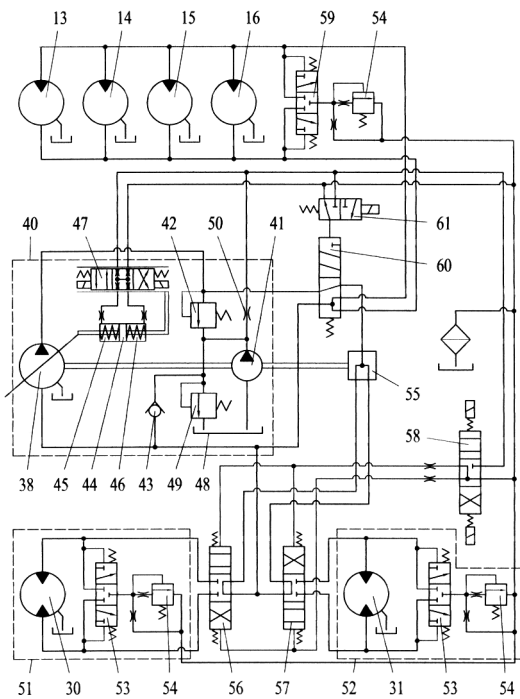
1. Платонов В.Ф., Леиашвили Г.Р. Гусеничные и колесные транспортно-тяговые машины. - М.: Машиностроение, 1986. - С. 146.
2. Платонов В.Ф., Кожевников В.С., Коробкин В.А., Платонов С.В. Многоцелевые гусеничные шасси / Под. ред. В.Ф.Платонова. - М.: Машиностроение, 1998. - С. 105 (прототип).
3. Патент РФ 3674, МПК⁷ F 15B 11/22, 2007.
4. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. - М.: Машиностроение, 1988. - С. 87).



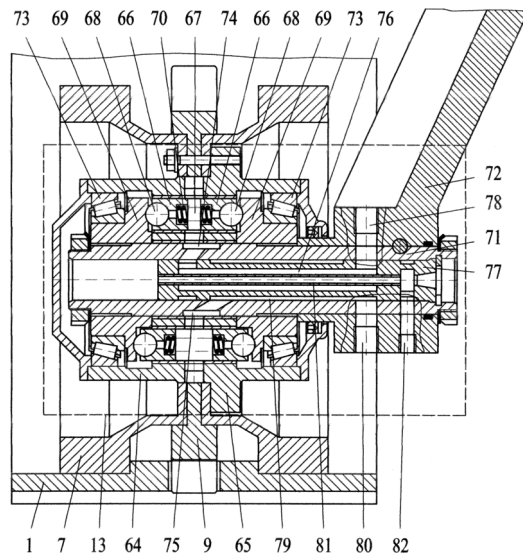
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5