

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **1124**

(13) **U**

(51)<sup>7</sup> **B 60G 17/04**

(54)

## ГУСЕНИЧНАЯ МАШИНА

(21) Номер заявки: u 20030161

(22) 2003.04.10

(46) 2003.12.30

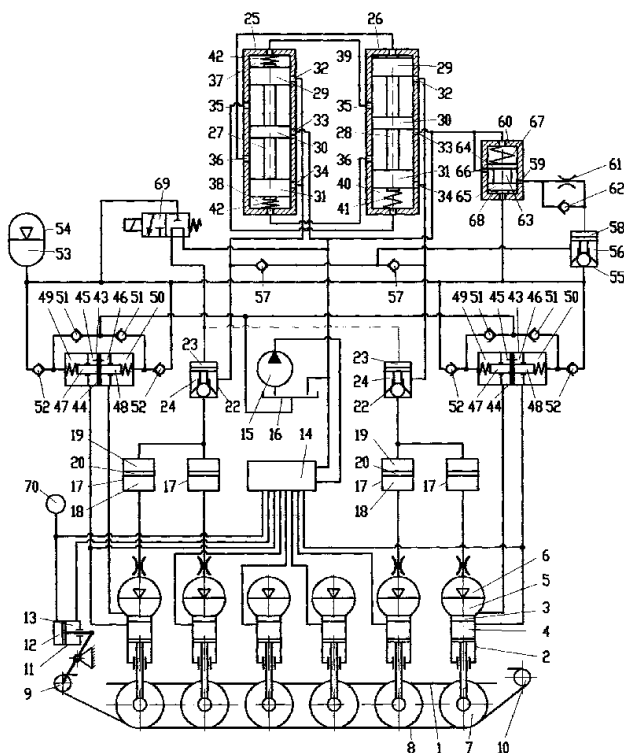
(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Котлобай Анатолий Яковлевич;  
Котлобай Андрей Анатольевич (ВУ)

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

(57)

Гусеничная машина, содержащая корпус, ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями опорные катки, направляющие колеса с кривошипами и гидравлическими механизмами натяжения гусеничных цепей, и ведущие звездочки, гидропневматическую подвеску, включающую гидропневматические рессоры с амортизаторами, разделяющими гидравлическую полость рессоры на поршневую и диафрагменную, систему стабилизации положения корпуса машины, выполненную в виде одного на рессору цилиндра компенсации с компенсационной, связанной с пневматической полостью рессоры, и сливной, запертой для передней и задней групп рессор гидрозамками, полостями, разделенными поршнем, одного на систему стабилизации положения корпуса гидрораспределителя с электромагнитным управлением по сигналу датчика давления механизмов натяжения гусеничных



**ВУ 1124 U**

# ВУ 1124 U

цепей, и сумматора потоков, состоящего из двух гидравлических агрегатов, каждый из которых включает гидроцилиндр с плунжером, три кулачка которого образуют четыре полости, две внутренние, связывающие между собой попарно в крайних позициях плунжеров три подводящих и два отводящих канала, и две торцевые рабочие, отличающаяся тем, что центральные и периферийные подводящие каналы гидроцилиндров связаны соответственно с баком гидросистемы и напорными полостями гидрозамков цилиндров компенсации групп рессор, отводящие каналы гидроцилиндра рессор данной группы связаны с торцевыми рабочими полостями гидроцилиндра рессор другой группы, в рабочей полости гидроцилиндра задней группы рессор установлена пружина, обеспечивающая плунжеру данного гидроцилиндра две позиции, у гидроцилиндра передней группы рессор пружина установлена в каждой рабочей полости, обеспечивая плунжеру третью позицию, каждая крайняя по базе машины гидропневматическая рессора оснащена одним гидроцилиндром привода, поршень которого, образующий две полости, связанные с диафрагменной и поршневой полостями гидропневматической рессоры, соединен с поршнями двух гидроцилиндров закачки, полость каждого из которых связана гидролинией с обратными клапанами с баком гидросистемы машины и гидравлической полостью гидропневматического аккумулятора, запертой гидрозамком, напорная полость которого связана с напорными полостями гидрозамков цилиндров компенсации групп рессор гидролинией с обратными клапанами, а управляющая полость - со сливным каналом перепускного клапана гидравлической полости гидропневматического аккумулятора, управляющие полости гидрозамков цилиндров компенсации связаны с баком гидросистемы в первой и гидравлической полостью гидропневматического аккумулятора во второй позициях двухпозиционного парораспределителя.

(56)

1. Платонов В.Ф., Коробкин В.А., Кожевников В.С., Платонов С.В. Многоцелевые гусеничные шасси (разделы 3.4, 3.5). - М: Машиностроение, 1998. - С. 324.
2. Вавилов А.В., Котлобай А.Я., Котлобай А.А. Гусеничная машина. Патент U342, 2001. - № 3(30).

---

Полезная модель относится к транспортному машиностроению, преимущественно к гусеничным транспортным машинам с гидропневматической подвеской опорных катков.

Известна гусеничная машина, содержащая корпус, ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями опорные катки, направляющие колеса с кривошипными и гидравлическими механизмами натяжения гусеничных цепей, и ведущие звездочки, гидропневматические рессоры с амортизаторами [1].

Гидропневматическая подвеска известной гусеничной машины обеспечивает высокие показатели плавности хода. Нагруженность элементов ходовой части известной машины находится в допустимых пределах. Соответственно высока их надежность и долговечность. При движении гусеничной машины по трассе с неровной опорной поверхностью существенно увеличивается энергия колебаний, превращаемая амортизаторами рессор в тепло, в результате чего рабочая жидкость и газ рессор нагреваются. При нагревании и расширении газа и жидкости увеличивается дорожный просвет машины и соответственно давление в рабочих полостях рессор и механизмов натяжения гусеничных цепей. Это приводит к увеличению нагруженности элементов ходовой части, снижению надежности и долговечности их.

Известна гусеничная машина, содержащая корпус, ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями опорные катки, направляющие колеса с кривошипными и гидравлическими механизмами натяжения гусеничных цепей, и ведущие звездочки, гидропневматическую подвеску, включающую гидропневматические рессоры с амортизаторами, разделяющими гидравлическую полость рессоры на поршневую и диафрагменную,

## ВУ 1124 U

систему стабилизации положения корпуса машины, выполненную в виде одного на рессору цилиндра компенсации с компенсационной, связанной с пневматической полостью рессоры, и сливной, запертой для передней и задней групп рессор гидрозамками, полостями, разделенными поршнем, одного на систему стабилизации положения корпуса гидрораспределителя с электромагнитным управлением по сигналу датчика давления механизмов натяжения гусеничных цепей, и сумматора потоков, состоящего из двух гидравлических агрегатов, каждый из которых включает гидроцилиндр с плунжером, три кулачка которого образуют четыре полости, две внутренние, связывающие между собой попарно в крайних позициях плунжеров три подводящих и два отводящих канала, и две торцевые рабочие [2].

Гидропневматическая подвеска известной машины оснащена системой стабилизации положения корпуса, обеспечивающей изменение конструктивного объема пневматических полостей гидропневматических рессор в соответствии с тепловым состоянием жидкости и газа рессор. Система стабилизации реализована в виде гидропневматических цилиндров компенсации с пневматическими и гидравлическими полостями. При тепловом расширении жидкости и газа рессор гидравлические полости соединяются с баком гидросистемы через сумматор потоков объемного типа. При возврате системы в исходное положение включается насос гидросистемы, жидкость поступает в гидравлические полости гидропневматических цилиндров компенсации, обеспечивая уменьшение конструктивного объема пневматической полости рессоры.

Недостатком известной конструкции является то, что включение системы стабилизации и возврат ее в исходное положение при охлаждении жидкости и газа рессор требует включения насоса гидросистемы, в том числе в режиме высоких нагрузок при подъеме корпуса машины. Частое включение насоса и других гидроагрегатов приводит к преждевременной выработке ресурса, снижению надежности и долговечности системы.

Задачей, решаемой полезной моделью, является повышение надежности и долговечности гидросистемы машины.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в гусеничной машине, содержащей корпус, ходовую часть, включающую охватываемые гусеничными цепями опорные катки, направляющие колеса с кривошипными и гидравлическими механизмами натяжения гусеничных цепей, и ведущие звездочки, гидропневматическую подвеску, включающую гидропневматические рессоры с амортизаторами, разделяющими гидравлическую полость рессоры на поршневую и диафрагменную, систему стабилизации положения корпуса машины, выполненную в виде одного на рессору цилиндра компенсации с компенсационной, связанной с пневматической полостью рессоры, и сливной, запертой для передней и задней групп рессор гидрозамками, полостями, разделенными поршнем, одного на систему стабилизации положения корпуса гидрораспределителя с электромагнитным управлением по сигналу датчика давления механизмов натяжения гусеничных цепей, и сумматора потоков, состоящего из двух гидравлических агрегатов, каждый из которых включает гидроцилиндр с плунжером, три кулачка которого образуют четыре полости, две внутренние, связывающие между собой попарно в крайних позициях плунжеров три подводящих и два отводящих канала, и две торцевые рабочие, центральные и периферийные подводящие каналы гидроцилиндров связаны соответственно с баком гидросистемы и напорными полостями гидрозамков цилиндров компенсации групп рессор, отводящие каналы гидроцилиндра рессор данной группы связаны с торцевыми рабочими полостями гидроцилиндра рессор другой группы, в рабочей полости гидроцилиндра задней группы рессор установлена пружина, обеспечивающая плунжеру данного гидроцилиндра две позиции, у гидроцилиндра передней группы рессор пружина установлена в каждой рабочей полости, обеспечивая плунжеру третью позицию, каждая крайняя по базе машины гидропневматическая рессора оснащена одним гидроцилиндром привода, поршень которого, образующий две полости, связанные с диафрагменной и поршневыми полостями гидропневматической рессоры, соединен с порш-

# ВУ 1124 U

нями двух гидроцилиндров закачки, полость каждого из которых связана гидролинией с обратными клапанами с баком гидросистемы машины и гидравлической полостью гидропневматического аккумулятора, запертой гидрозамком, напорная полость которого связана с напорными полостями гидрозамков цилиндров компенсации групп рессор гидролинией с обратными клапанами, а управляющая полость - со сливным каналом перепускного клапана гидравлической полости гидропневматического аккумулятора, управляющие полости гидрозамков цилиндров компенсации связаны с баком гидросистемы в первой и гидравлической полостью гидропневматического аккумулятора во второй позициях двухпозиционного гидрораспределителя.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения обеспечивают компенсацию теплового расширения жидкости и газа рессор за счет изменения объема газовой полости рессоры в соответствии с тепловым состоянием посредством слива одинаковых объемов жидкости из гидравлических полостей цилиндров компенсации рессор передней и задней групп. Аккумулирование энергии колебаний корпуса гусеничной машины и использование накопленного потенциала для обеспечения работоспособности системы стабилизации дорожного просвета позволит существенно снизить нагрузку на гидравлические агрегаты гидросистемы машины, используемые для установки положения корпуса гусеничной машины. Снижение общей нагрузки гидроагрегатов машины, в том числе насоса, приведет к увеличению надежности и долговечности ее.

На чертеже представлена схема гидравлической системы стабилизации положения корпуса гусеничной машины.

Гусеничная машина включает корпус 1, на котором установлены гидропневматические рессоры 2 с гидравлическими, разделенными амортизатором 3 на поршневую 4 и диафрагменную 5, и пневматическими 6 полостями, ограниченными эластичными диафрагмами. Поршневая 4 гидравлическая полость каждой рессоры 2 ограничена поршнем со штоком, на котором установлен опорный каток 7. Гусеничные цепи 8 каждого борта охватывают опорные катки 5, натяжные 9 и ведущие 10 колеса. Для натяжения гусеничных цепей 8 каждого борта гусеничная машина оснащена гидравлическими механизмами натяжения, включающими один на борт гидроцилиндр 11, поршень которого, образующий две полости 12, 13, кинематически связан с натяжным колесом 9. Полости 12 и 13 гидроцилиндров 11 обоих бортов гидравлически связаны. Для установки корпуса машины в положение "Номинальный дорожный просвет" и натяжения гусеничных цепей 8 гусеничная машина оснащена задающим устройством 14, обеспечивающим связь полостей 4, 12, 13 с насосом 15 и баком 16 гидросистемы машины.

Система стабилизации положения корпуса 1 включает один на каждую рессору 2 гидропневматический цилиндр компенсации 17 с пневматической 18 и гидравлической 19 полостями, разделенными поршнем 20. Пневматическая полость 18 цилиндра компенсации 17 связана с пневматической полостью 6 рессоры 2 линией, в цепи которой установлен дроссель. Число цилиндров компенсации 17 для передней и задней групп рессор 2 одинаково и определяется наличием амортизатора 3. Гидравлические полости 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 передней и задней групп связаны между собой и заперты гидрозамками 22 с управляющими 23 и напорными 24 полостями.

Для слива одинаковых объемов жидкости из полостей 19 цилиндров компенсации 17 система стабилизации положения корпуса оснащена дозирующим устройством, работающим в режиме сумматора потоков.

Дозирующее устройство состоит из гидроцилиндров 25 передней и 26 задней групп рессор 2 с плунжерами 27, 28. Три кулачка 29, 30, 31 каждого плунжера 27, 28 образуют четыре полости, две внутренние, связывающие между собой попарно в крайних позициях плунжеров 27, 28 три подводящих 32, 33, 34 и два отводящих 35, 36 канала, и две торцевые рабочие полости: 37, 38 и 39, 40.

## ВУ 1124 U

Центральные 33 подводящие каналы гидроцилиндров 25, 26 связаны с баком 16 гидросистемы. Периферийные 32, 34 подводящие каналы гидроцилиндров 25, 26 связаны с напорными полостями 24 гидрозамков 22 цилиндров компенсации 17 передней и задней групп рессор 2. Отводящие каналы 35, 36 гидроцилиндра 25 рессор 2 передней группы связаны с торцевыми рабочими полостями 40, 39 гидроцилиндра 26 рессор задней группы. Отводящие каналы 35, 36 гидроцилиндра 26 рессор 2 задней группы связаны с торцевыми рабочими полостями 37, 38 гидроцилиндра 25 рессор передней группы.

В рабочей полости 40 гидроцилиндра 26 задней группы рессор 2 установлена пружина 41, обеспечивающая плунжеру 28 гидроцилиндра 26 две позиции. У гидроцилиндра 25 передней группы рессор 2 пружина 42 установлена в каждой рабочей полости 37, 38, обеспечивая плунжеру 27 три позиции. Жесткость пружин 41, 42 незначительна и не оказывает существенного влияния на динамику работы сумматора потоков.

Каждая крайняя по базе машины гидропневматическая рессора 2 оснащена одним гидроцилиндром привода 43, поршень 44 которого, образующий две полости 45, 46, соединен с поршнями 47, 48 гидроцилиндров закачки с полостями 49, 50. Полости 45, 46 связаны соответственно с поршневой 4 и диафрагменной 5 полостями гидропневматической рессоры 2. Полости 49, 50 каждого гидроцилиндра закачки связаны гидролинией с обратными клапанами 51 с баком 16 гидросистемы машины и обратными клапанами 52 с гидравлической полостью 53 гидропневматического аккумулятора 54. Гидравлическая полость 53 запрета гидрозамком 55, напорная полость 56 которого связана с напорными полостями 24 гидрозамков 22 гидролинией с обратными клапанами 57. Управляющая полость 58 гидрозамка 55 связана со сливным каналом 59 перепускного клапана 60 гидравлической полости 53 гидропневматического аккумулятора 54. В цепи гидролиний связи установлены дроссель 61 и обратный клапан 62, обеспечивающий течение жидкости по данной магистрали от канала 59 к управляющей полости 58. Перепускной клапан 60 выполнен в виде гидроцилиндра с плунжером 63, два кулачка 64, 65 которого соединяют сливной канал 59 с дренажным каналом 66. Плунжер 63 подпружинен посредством пружины 67. Полость пружины 67 имеет дренаж в бак 16. Кулачок 65 образует торцевую полость 68, соединенную с гидравлической полостью 53 гидропневматического аккумулятора 54.

Управляющие полости 23 гидрозамков 22 цилиндров компенсации 17 связаны с баком 16 гидросистемы в первой и гидравлической полостью 53 гидропневматического аккумулятора 54 во второй позициях двухпозиционного гидрораспределителя 69 с электромагнитным управлением по сигналу датчика давления 70 механизмов натяжения гусеничных цепей 8.

Гусеничная машина работает следующим образом.

Перед установкой корпуса 1 гусеничной машины в положение "Номинальный дорожный просвет" производится зарядка пневматической полости гидропневматического аккумулятора 54 газом до расчетного давления, превышающего рабочее давление в рессорах 2. Установка корпуса 1 гусеничной машины в положение "Номинальный дорожный просвет" производится при стоянке машины на ровной площадке. Этим достигается закачка в полости 4, 5 всех рессор 2 одинаковых объемов жидкости и равномерное распределение нагрузок по опорам ходовой части гусеничной машины. При проведении этих операций задающее устройство 14 соединяет полости 4 рессор 2 и 12, 13 гидроцилиндров 11 с насосом 15 и баком 16. Гидрозамки 22 заперты и поршни 17 занимают стабильное положение.

При движении гусеничной машины по трассе с неровной опорной поверхностью опорные катки 7 перемещаются относительно корпуса 1. Газ полостей 6 сжимается, снижая динамическую нагруженность элементов ходовой части. В рессорах 2, оснащенных амортизаторами 3, жидкость прокачивается через калиброванные отверстия амортизаторов 3 и нагревается. При нагревании жидкости увеличивается температура газа и его объем. Корпус 1 машины поднимается ("всплывает"). Подъем корпуса машины ограничивают гусеничные цепи 8. В результате нагревания жидкости и газа рессор 2 увеличивается на-

## ВУ 1124 U

тяжение гусеничных цепей 8, давление в рабочих полостях 4, 5 рессор 2, оснащенных амортизаторами 3.

Благодаря амортизатору 3 в полостях 4, 5 возникает разность давлений. Под действием указанной разности давлений в полостях 4, 5 и соответственно в полостях 45, 46 гидроцилиндра привода 43 поршень 44 постоянно перемещается, перемещая поршни 47, 48.

При перемещении поршней 47, 48 изменяются объемы полостей 49, 50. При выходе поршня 47 из полости 49 объем ее увеличивается. Одновременно поршень 48 входит в полость 50, уменьшая ее объем. Открывается обратный клапан 51 и жидкость из бака 16 поступает в полость 49. Одновременно, при уменьшении объема полости 50, обратный клапан 51 закрывается, а обратный клапан 52 открывается и порция жидкости поступает в гидравлическую полость 53 гидропневматического аккумулятора 54.

При входе поршня 47 в полость 49 и выходе поршня 48 из полости 50 объем полости 49 уменьшается, а полости 50 увеличивается. Открывается обратный клапан 52 и порция жидкости поступает в гидравлическую полость 53 гидропневматического аккумулятора 54. Одновременно открывается обратный клапан 51 и порция жидкости из бака 16 поступает в полость 50. Таким образом, обеспечивается непрерывная закачка рабочей жидкости в гидравлическую полость 53 гидропневматического аккумулятора 54.

При достижении усилием натяжения гусеничных цепей 8 порогового значения, заданного регулировкой датчика давления 70, он срабатывает. По сигналу датчика давления 70 подается напряжение на катушку электромагнита двухпозиционного гидрораспределителя 69 и золотник его переводится во вторую позицию, соединяя управляющие полости 23 гидрозамков 22 с гидравлической полостью 53 гидропневматического аккумулятора 54. Гидрозамки 22 открываются.

При положении плунжера 28 гидроцилиндра дозирования 26 в первой позиции под действием пружины 41 жидкость из гидравлических полостей 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 задней группы через каналы 32, 35 гидроцилиндра дозирования 26 поступает в торцевую рабочую полость 37 гидроцилиндра дозирования 25. Плунжер 21, находящийся начально в средней позиции под действием пружин 42, перемещается, и жидкость из полости 38 через каналы 36, 33 гидроцилиндра дозирования 26 поступает на слив в бак 16.

При достижении плунжером 27 гидроцилиндра дозирования 25 крайнего положения (на чертеже нижнего) жидкость из гидравлических полостей 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 передней группы через каналы 34, 36 гидроцилиндра дозирования 25 поступает в торцевую рабочую полость 39 гидроцилиндра дозирования 26. Плунжер 28 перемещается, и жидкость из полости 40 через каналы 35, 33 гидроцилиндра дозирования 25 поступает на слив в бак 16.

При достижении плунжером 28 гидроцилиндра дозирования 26 крайнего положения (на чертеже нижнего) жидкость из гидравлических полостей 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 задней группы через каналы 34, 36 гидроцилиндра дозирования 26 поступает в торцевую рабочую полость 38 гидроцилиндра дозирования 25. Плунжер 27 перемещается, и жидкость из полости 37 через каналы 35, 33 гидроцилиндра дозирования 26 поступает на слив в бак 16.

При достижении плунжером 27 гидроцилиндра дозирования 25 крайнего положения (на чертеже верхнего) жидкость из гидравлических полостей 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 передней группы через каналы 32, 35 гидроцилиндра дозирования 25 поступает в торцевую рабочую полость 40 гидроцилиндра дозирования 26. Плунжер 28 перемещается, и жидкость из полости 39 через каналы 36, 33 гидроцилиндра дозирования 25 поступает на слив в бак 16.

При достижении плунжером 28 крайнего положения (исходного) цикл слива рабочей жидкости из гидравлических полостей 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 передней и задней групп в бак 16 продолжается, как описано выше.

# ВУ 1124 U

При сливе, таким образом, равных объемов рабочей жидкости из полостей 19, объем полостей 18 и соответственно полостей 6 увеличивается, компенсируя тепловое расширение жидкости и газа. Давление в полости механизма натяжения гусеничных цепей 8 уменьшается до допустимых пределов и датчик давления 70 прекращает подачу сигнала. Катушка электромагнита гидрораспределителя 69 обесточивается, золотник его возвращается в первую позицию, гидрозамки 22 закрываются.

После стабилизации положения корпуса 1 за счет увеличения объема пневматических полостей 6 рессор 2 посредством подключения пневматических полостей 18 цилиндров компенсации 17, поршни 20 занимают промежуточное положение. При соединении полостей 19 цилиндров компенсации 17 внутри группы рессор 2 давление в них выравнивается, т.е. вводится гидробалансирная связь, исключая перегрузку отдельных рессор. Обеспечивается равномерное распределение нагрузок по опорам ходовой части, повышается надежность работы и долговечность элементов ходовой части. Слив одинаковых объемов жидкости из полостей 19 цилиндров компенсации 17 рессор 2 передней и задней групп обеспечивает горизонтальное положение корпуса 1 машины без дифферента на нос либо корму. Наличие дросселей между полостями 6 и 18 уменьшает влияние гидробалансирной связи между соседними рессорами 2 одной группы при динамическом нагружении опорных катков 7, что способствует сохранению нагрузочных характеристик рессор 2.

При превышении давления в гидравлической полости 53 гидропневматического аккумулятора 54 величины, заданной регулировкой пружины 67 перепускного канала 60, пружина 67 деформируется, и плунжер 63 открывает отводящий канал 59. Жидкость из полости 53 поступает в полость 68, и далее, через отводящий канал 59, обратный клапан 62 в управляющую полость 58 гидрозамка 55. Гидрозамок 55 открывается и жидкость из полости 53 гидропневматического аккумулятора 54 открывает обратные клапаны 57 и поступает в напорные полости 24 гидрозамков 22. Гидрозамки 22 открываются, и жидкость поступает в полости 19 цилиндров компенсации 17. Поршни 20 перемещаются в исходное положение, уменьшая конструктивный суммарный объем пневматических полостей 6 и 18. Дроссель 61 исключает преждевременное закрытие гидрозамка 55.

Далее при превышении давления в механизмах натяжения гусеничных цепей 8 установочного значения датчик 70 срабатывает, и цикл увеличения суммарного объема пневматической полости и уменьшения его до исходного значения продолжается, как описано выше. При этом корректировка объема пневматической полости рессоры 2 достигается без применения насоса 15 гидросистемы машины за счет энергии колебаний корпуса 1.

Таким образом, предложенное техническое решение обеспечивают компенсацию теплового расширения жидкости и газа рессор за счет периодического изменения объема пневматической полости рессоры в соответствии с тепловым состоянием посредством слива одинаковых объемов жидкости из гидравлических полостей цилиндров компенсации рессор передней и задней групп. Аккумулятивное хранение энергии колебаний корпуса гусеничной машины и использование накопленного потенциала для обеспечения работоспособности системы стабилизации дорожного просвета позволит существенно снизить нагрузку на гидравлические агрегаты гидросистемы машины, используемые для установки положения корпуса гусеничной машины. Снижение общей нагрузки гидроагрегатов машины, в том числе насоса, приведет к увеличению надежности и долговечности ее.