



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

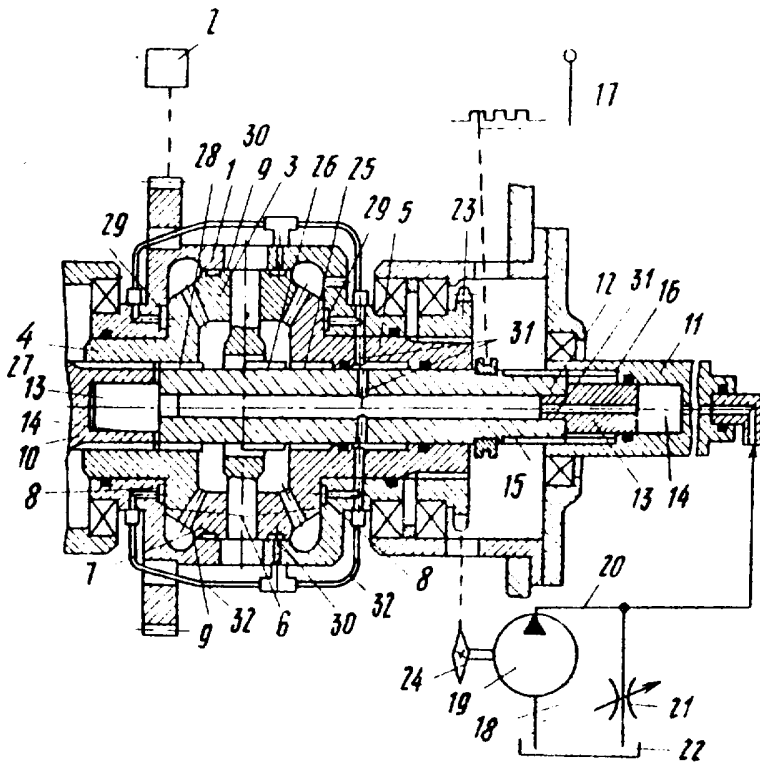
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(61) 1586928
(21) 4796567/11
(22) 28.02.90
(46) 30.12.91. Бюл. № 48
(71) Белорусский политехнический институт
(72) А.В.Пронько, В.В.Яцкевич и В.Э.Янчевский
(53) 629.113(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1586928, кл. В 60 К 17/32, 1988.
(54) ВЕДУЩИЙ МОСТ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА
(57) Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности

2

сти к трансмиссиям транспортных средств с ходоуменьшителями. Цель изобретения - повышение надежности и долговечности за счет уменьшения износа деталей дифференциала и улучшения теплового режима их работы. Ведущий мост содержит межколесный дифференциал, в корпусе 1 которого закреплены сателлиты 3, зацепляющиеся с полуосевыми шестернями 4 и 5, полуоси 10 и 11 и управляющий механизм 17, кинематически связанный с подвижным элементом 12. С полуосевыми шестернями кинематически связан вал насоса 19, в напорной



магистрали 20 которого установлен регулируемый дроссель 21. Полуосевая шестерня 5 снабжена соединительными элементами 25 для связи с соединительными элементами 26. Шестерня 4 снабжена соединительными элементами 27 для связи с элементом 12 и полуосью 10. Управляющий механизм 17 обеспечивает посредством элемента 12 связь в первой позиции между шестерней 5 и полуосью 11, во второй позиции - обеих полуосей 10 и 11 с шестернями 4 и 5, и в третьей позиции - полуосей 10 и 11 с ше-

стерней 4. Новым в устройстве является то, что опорные поверхности 8 и 9 шестерен 4 и 5 и сателлитов 3 либо контактирующие с ними опорные поверхности 6 и 7 корпуса 1 дифференциала снабжены кольцевыми смазочными канавками 29 и 30, сообщаемыми посредством каналов 31 и трубопроводов 32 с напорной магистралью 20 насоса 19 гидротормоза 18. Площадь канавок 29 и 30 принимается из условия гидростатического уравнивания шестерен 4 и 5 и сателлитов 3. 1 з.п.ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности к трансмиссиям транспортных средств с ходоуменьшителями и является усовершенствованием известного устройства по авт.св. № 1586928.

Известный ведущий мост транспортного средства содержит установленный в картере межколесный дифференциал, корпус которого кинематически связан с двигателем и посредством сателлитов - с полуосевыми шестернями, полуоси движителей и связанный с одной из полуосей и с управляющим механизмом подвижный элемент, регулируемый гидротормоз, причем полуосевая шестерня, расположенная со стороны, связанной с подвижным элементом полуоси, установлена с возможностью свободного вращения относительно последней, связана с гидротормозом и снабжена соединительными элементами для связи с подвижным элементом, вторая полуось либо связанная с ней полуосевая шестерня снабжены дополнительными соединительными элементами для связи с подвижным элементом и управляющий механизм, обеспечивающий в первой позиции связь между полуосевой шестерней, связанной с гидротормозом, с соответствующей ей полуосью, во второй позиции - обеих полуосей с указанной шестерней и в третьей позиции - обеих полуосей.

Недостатком известного устройства является то, что движение транспортного средства на пониженных скоростях сопровождается высокими частотами

20 вращения полуосевых шестерен и сателлитов относительно корпуса дифференциала. При этом в парах трения действуют большие контактные напряжения. В результате опорные поверхности шестерен дифференциала и его корпуса подвергаются интенсивному износу, что снижает надежность и долговечность устройства.

30 Цель изобретения - повышение надежности и долговечности ведущего моста транспортного средства за счет уменьшения износа деталей дифференциала и улучшения теплового режима их работы.

35 Поставленная цель достигается тем, что в ведущем мосту транспортного средства, содержащем установленный в картере межколесный дифференциал, корпус которого кинематически связан с двигателем и посредством сателлитов - с полуосевыми шестернями, полуоси движителей и связанный с одной из полуосей и с управляющим механизмом подвижный элемент, регулируемый гидротормоз, причем полуосевая шестерня, расположенная со стороны, связанной с подвижным элементом полуоси, установлена с возможностью свободного вращения относительно последней, связана с гидротормозом и снабжена соединительными элементами для связи с подвижным элементом, вторая полуось либо связанная с ней полуосевая шестерня снабжены дополнительными соединительными элементами для связи с подвижным элементом и управляющий механизм, обеспечивающий в первой позиции связь между полуосе-

вой шестерней, связанной с гидротормозом, с соответствующей ей полуосью, во второй позиции - обеих полуосей с указанной шестерней и в третьей позиции - обеих полуосей, опорные поверхности полуосевых шестерен и сателлитов либо контактирующие с ними поверхности корпуса дифференциала снабжены кольцевыми смазочными канавками, сообщающимися с напорной магистралью насоса гидротормоза. При этом площадь смазочной канавки в паре полуосевая шестерня - корпус дифференциала принимается по выражению

$$f_1 = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \sin \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{PГТ}} \eta_{\text{PГТ}} \eta_{\text{мех}} \pi},$$

а площадь смазочной канавки в паре сателлит - корпус дифференциала принимается по выражению

$$f_2 = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \cos \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{PГТ}} \eta_{\text{PГТ}} \eta_{\text{мех}} \pi},$$

где V_0 - рабочий объем насоса гидротормоза;

$U_{\text{PГТ}}$ - передаточное число редуктора гидротормоза;

$\eta_{\text{PГТ}}$ - КПД редуктора гидротормоза;

$\eta_{\text{мех}}$ - механический КПД насоса гидротормоза;

d_m - средний делительный диаметр полуосевой шестерни;

α - угол профиля зуба исходного контура полуосевой шестерни в нормальном сечении;

δ - угол делительного конуса полуосевой шестерни;

π - число сателлитов.

На чертеже изображен ведущий мост, конструктивная схема.

Ведущий мост транспортного средства содержит установленный в картере межколесный дифференциал, корпус 1 которого кинематически связан с двигателем 2. В корпусе 1 установлены сателлиты 3, зацепляющиеся с полуосевыми шестернями 4 и 5. Корпус 1 дифференциала снабжен опорными поверхностями 6 и 7. С опорными поверхностями 6 корпуса 1 контактируют опорные поверхности 8 полуосевых шестерен 4 и 5, а с опорными поверхностями 7 - соответственно поверхности 9 сателлитов 3. Полуоси 10 и 11 кинематически связаны с движителями

(не показаны). Между полуосями 10 и 11 размещен подвижный элемент 12, выполненный в виде полого вала и снабженный направляющими колонками 13, размещенными в центрирующих отверстиях 14 полуосей 10 и 11. Подвижный элемент 12 снабжен шлицами 15, постоянно зацепляющимися со шлицами 16 полуоси 11, а также кинематически связан с управляющим механизмом 17. Устройство снабжено регулируемым гидротормозом 18, который состоит из насоса 19, в напорной магистрали 20 которого установлен регулируемый дроссель 21 и гидробака 22, функцию которого может выполнять корпус трансмиссии.

На полуосевой шестерне 5 закреплена ведущая звездочка 23, связанная с ведомой звездочкой 24, закрепленной на валу насоса 19. Полуосевая шестерня 5 снабжена соединительными элементами (шлицами) 25 для связи с соединительными элементами (шлицами) 26 подвижного элемента 12. Полуосевая шестерня 4 снабжена шлицами 27. Часть упомянутых шлицев предназначена для жесткого соединения полуосевой шестерни 4 с полуосью 10. Открытый участок шлицев 27 служит для связи со шлицами 28 подвижного элемента 12.

Управляющий механизм 17 выполнен трехпозиционным.

В первой позиции (дифференциальный привод движителей) управляющего механизма 17 шлицы 25 и 26 соответственно полуосевой шестерни 5 и подвижного элемента 12 зацепляются между собой, а шлицы 27 и 28 полуосевой шестерни 4 и подвижного элемента 12 разомкнуты. При этом полуосевая шестерня 5 посредством шлицевого соединения 15-16 связана с полуосью 11, а полуосевая шестерня 4 - соответственно с полуосью 10.

Во второй позиции управляющего механизма 17 (сблокированный привод движителей) шлицы 25 зацепляются со шлицами 26, а шлицы 28 - со шлицами 27. В результате возникает жесткая связь между всеми вращающимися деталями дифференциала.

В третьей позиции управляющего механизма 17, изображенной на чертеже (режим хода уменьшения), шлицы 15 и 26 разомкнуты, а шлицы 27 и 28 зацепляются между собой. В режиме

ходу уменьшения полуосевая шестерня 4 трехзвенного дифференциала становится ведомым звеном, связанным с обеими полуосями 10 и 11. Корпус 1 дифференциала представляет собой ведущее звено, а полуосевая шестерня 5 становится промежуточным управляющим звеном, установленным с возможностью свободного вращения относительно полуосей 10 и 11.

Опорные поверхности 8 полуосевых шестерен 4 и 5, опорные поверхности 9 сателлитов 3 либо контактирующие с ними опорные поверхности 6 и 7 корпуса 1 дифференциала соответственно снабжены кольцевыми смазочными канавками 29 (в паре корпус - полуосевая шестерня) и 30 (в паре корпус - сателлит). Смазочные канавки 29 и 30 посредством системы каналов 31, выполненных в корпусе 1, полуосевой шестерне 5, подвижном элементе 12, колонке 13 и полуоси 11, а также посредством трубопроводов 32 подключены к магистрали 20 высокого давления насоса 19 гидротормоза 18.

Ведущий мост в режиме ходу уменьшения работает следующим образом.

Крутящий момент от двигателя 2 через трансмиссию передается на корпус 1 межколесного дифференциала. В начальный момент регулирования скорости движения транспортного средства дроссель 21 гидротормоза 18 полностью открыт. На движителях транспортного средства приложен момент сопротивления передвижению M_k . В результате на связанной с движителями ведомой полуосевой шестерне 4 действует момент сопротивления ее вращению

$$M_B = \frac{M_k}{U_{\text{кп}} \eta_{\text{бп}}}, \quad (1)$$

где M_B - момент сопротивления на ведомой шестерне 4;

$U_{\text{кп}}$ - передаточное отношение между ведомой шестерней 4 и движителями (бортовые или конечные передачи);

$\eta_{\text{бп}}$ - КПД бортовых или конечных передач.

В свою очередь на управляющей полуосевой шестерне 5 действует момент сопротивления вращению со стороны гидротормоза 18

$$M_y = \frac{M_{\text{нас}}}{U_{\text{ргт}} \eta_{\text{ргт}}} = \frac{V_0 p}{2 \pi U_{\text{ргт}} \eta_{\text{ргт}} \eta_{\text{мех}}}, \quad (2)$$

где $M_{\text{нас}}$ - момент сопротивления на валу насоса 19, Н/м;

$U_{\text{ргт}}$ - передаточное число редуктора гидротормоза 18 (цепная передача 23-24);

V_0 - рабочий объем насоса 19, см³;

p - давление в напорной магистрали 20, МПа;

$\eta_{\text{ргт}}$ - КПД редуктора гидротормоза 18;

$\eta_{\text{мех}}$ - механический КПД насоса 19.

Для трехзвенного дифференциального механизма всегда выполняется равенство

$$M_B = M_y. \quad (3)$$

Учитывая, что в начальный момент времени при полностью открытом дросселе 21 $p = 0$ и следовательно $M_y = 0$, то при вращении корпуса 1 дифференциала сателлиты 3 обкатываются по неподвижной полуосевой шестерне 4 и вращают полуосевую шестерню 5 с частотой, равной удвоенной частоте вращения корпуса 1. Вращение от полуосевой шестерни 5 через звездочки 23-24 цепной передачи передается на вал насоса 19. Вся жидкость, нагнетаемая в напорную магистраль 20, перетекает через дроссель 21 в гидробак 22. Транспортное средство неподвижно. Для начала движения водитель начинает плавно перекрывать дроссель 21 и давление p в напорной магистрали 20 возрастает. Пропорционально увеличивается момент сопротивления вращению полуосевой шестерни 5 M_y . Транспортное средство остается неподвижным до тех пор, пока $M_y < M_B$. Как только степень перекрытия дросселя 21 становится достаточной для выполнения равенства (3), транспортное средство начинает движение. При этом вращение от полуосевой шестерни 4 передается на жестко связанную с ней полуось 10, через шлицы 27 и 28 - на подвижный элемент 12 и далее через шлицы 15 и 16 - на полуось 11. Шлицы 25 и 26 в третьей позиции управляющего механизма 17 разомкнуты, что обеспечи-

вает свободное вращение полуосевой шестерни 5 относительно полуосей 10 и 11.

При движении транспортного средства перекрытие проходного отверстия дросселя 21 сопровождается уменьшением частоты вращения управляющей полуосевой шестерни 5 и пропорциональным увеличением частоты вращения ведомой полуосевой шестерни 4, т.е. скорости движения. Давление p в напорной магистрали 20 остается при этом постоянным

$$p = \frac{M_k 2 \Delta U_{\text{рт}} \eta_{\text{рт}} \eta_{\text{мех}}}{V_0 U_{\text{бп}} \eta_{\text{бп}}} \quad (4)$$

В зацеплении полуосевых шестерен 4 и 5 с сателлитами 3 возникают осевые силы, прижимающие опорные поверхности 8 шестерен 4 и 5 к поверхностям 6 корпуса 1 дифференциала, а опорные поверхности 9 сателлитов 3 - к поверхностям 7 корпуса 1. Величина осевой силы, действующей на полуосевую шестерню при движении транспортного средства, определяется выражением

$$F_{a1} = \frac{2M_b}{d_m} \operatorname{tg} \alpha \sin \delta,$$

или с учетом уравнения (1)

$$F_{a1} = \frac{M_k \operatorname{tg} \alpha \sin \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{бп}} \eta_{\text{бп}}}, \quad (5)$$

где F_{a1} - осевая сила, действующая на полуосевую шестерню 4 или 5, Н;

α - угол профиля зуба исходного контура в нормальном сечении;

d_m - средний делительный диаметр полуосевой шестерни 4 и 5.

δ - угол делительного конуса шестерен 4 и 5.

Осевая сила, действующая на один сателлит

$$F_{a2} = \frac{M_k \operatorname{tg} \alpha \cos \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{бп}} \eta_{\text{бп}} n}, \quad (6)$$

где F_{a2} - осевая сила, действующая на сателлит 3;

n - число сателлитов.

При движении транспортного средства насос 19 нагнетает масло в напорную магистраль 20. Часть масла перетекает через дроссель 21 в гидробак 22, а часть поступает через каналы 31 в полуоси 11, колонке 13,

подвижном элементе 12, полуосевой шестерне 5 и 4 и корпусе 1, а также через систему трубопроводов 32 в смазочные кольцевые канавки 29 и 30.

В результате со стороны рабочей жидкости на полуосевые шестерни 4 и 5 и сателлиты 3 действуют уравновешивающие силы, отжимая их от корпуса 1 дифференциала

$$\begin{aligned} F_1 &= f_1 p, \\ F_2 &= f_2 p, \end{aligned} \quad (7)$$

где F_1 и F_2 - уравновешивающая сила, действующая соответственно на полуосевую шестерню и сателлит;

f_1 и f_2 - площадь смазочной канавки соответственно в паре полуосевая шестерня - корпус и в паре сателлит - корпус.

Для полного уравновешивания шестерен дифференциала при обеспечении минимальных утечек масла в парах трения необходимо выполнить условие

$$F_1 = F_{a1} \text{ и } F_2 = F_{a2}, \quad (8)$$

С учетом (4)-(7) получаем выражение для оптимальной величины площади смазочных канавок 29 и 30

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \sin \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{рт}} \eta_{\text{рт}} \eta_{\text{мех}} n}, \\ f_2 &= \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \cos \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{рт}} \eta_{\text{рт}} \eta_{\text{мех}} n}, \end{aligned} \quad (9)$$

(f_1 и f_2 в мм^2).

Анализ выражений (9) показывает, что гидростатическое уравновешивание шестерен дифференциала обеспечивается независимо от величины нагрузки на движителях и скорости движения транспортного средства. В результате уменьшаются контактные напряжения в парах трения и улучшается тепловой режим работы дифференциала.

Выполнение на опорных поверхностях полуосевых шестерен и сателлитов либо на контактирующих с ними поверхностях корпуса дифференциала кольцевых смазочных канавок, сообщающихся с напорной магистралью насоса гидротормоза, а также вы-

полнение площади упомянутых канавок по представленным выражениям позволяет обеспечить гидростатическое уравновешивание шестерен дифференциала во всем диапазоне изменения крутящего момента и скорости движения транспортного средства в режиме ходоуменьшения при минимальных утечках масла в парах трения. При этом снижаются контактные напряжения в опорных поверхностях шестерен и корпуса дифференциала, улучшается тепловой режим работы устройства. В результате повышается его надежность и долговечность.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Ведущий мост транспортного средства по авт.св. № 1586928, отличающийся тем, с целью повышения надежности и долговечности за счет уменьшения износа деталей дифференциала и улучшения теплового режима их работы, опорные поверхности полуосевых шестерен и сателлитов либо контактирующие с ними поверхности корпуса дифференциала снабжены кольцевыми смазочными канавками, сообщающимися с напорной магистралью насоса гидротормоза.

2. Ведущий мост по п.1, отличающийся тем, что площадь смазочной канавки в паре полуосевая шестерня - корпус дифференциала принимается по выражению

$$f_1 = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \sin \delta \cdot 10^3}{d_m U_{\text{PCT}} \eta_{\text{PCT}} \eta_{\text{MEX}} n},$$

а площадь смазочной канавки в паре сателлит - корпус дифференциала - по выражению

$$f_2 = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \cos \delta \cdot 2 \cdot 10^3}{d_m U_{\text{PCT}} \eta_{\text{PCT}} \eta_{\text{MEX}} n},$$

где V_0 - рабочий объем насоса гидротормоза;

U_{PCT} - передаточное число редуктора гидротормоза;

η_{PCT} - КПД редуктора гидротормоза;

η_{MEX} - механический КПД насоса гидротормоза;

d_m - средний делительный диаметр полуосевой шестерни;

α - угол профиля зуба исходного контура полуосевой шестерни в нормальном сечении;

δ - угол делительного конуса полуосевой шестерни;

n - число сателлитов.

Составитель А.Пронько

Редактор М. Кобылянская

Техред А.Кравчук

Корректор С.Шекмар

Заказ 4714

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101