

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039848**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.03.18**

(51) Int. Cl. *F16H 61/02* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202000340**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.09.18**

---

(54) **ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ  
ПЕРЕДАЧ ШЕСТИСТУПЕНЧАТОЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ**

---

(43) **2022.03.15**

(56) US-B2-7682284

(96) **2020/ЕА/0060 (ВУ) 2020.09.18**

US-B2-8092330

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

US-B2-6966862

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО "МИНСКИЙ ЗАВОД  
КОЛЁСНЫХ ТЯГАЧЕЙ" (ВУ)**

US-B2-7364525

(72) Изобретатель:

**Бурьян Василий Анатольевич,  
Белабенко Дмитрий Сергеевич,  
Севрук Виктор Сергеевич (ВУ)**

(74) Представитель:

**Беляева Е.Н., Беляев С.Б., Сапега  
Л.Л. (ВУ)**

---

(57) Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности к управлению фрикционными муфтами и тормозами ступенчатой коробки передач, и может быть использовано в системах управления шестиступенчатыми коробками гидромеханических передач. Электрогидравлическая система управления переключением передач шестиступенчатой гидромеханической коробки передач с двумя - первым (1) и вторым (2) - фрикционными и тремя - первым (3), вторым (4) и третьим (5) - тормозами содержит средства управляемого включения и выключения фрикционов (1, 2) и тормозов (3, 4, 5) в заданных комбинациях, выполненные в виде трех - первого (6), второго (7) и третьего (8) - электрогидравлических модулей, средства управления положением золотников клапанов, выполненные в виде трех - первого (9), второго (10) и третьего (11) - электрогидравлических клапанов, и средства направления потока гидравлической жидкости через соответствующий электрогидравлический модуль (6, 7, 8) или электрогидравлический клапан (9, 10, 11) к заданному фрикциону (1, 2) или тормозу (3, 4, 5), выполненные в виде четырех - первого (12), второго (13), третьего (14) и четвертого (15) - гидравлических клапанов. Система управления обеспечивает режимы "промежуточных" передач для сокращения разрывов между "рабочими" передачами, а также простое переключение ГМП на различные аварийные передачи и сохранение передачи при обрыве электропитания.

---

**039848 B1**

**039848 B1**

Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности к управлению фрикционными муфтами и тормозами ступенчатой коробки передач, и может быть использовано в системах управления шестиступенчатыми коробками гидромеханических передач.

Гидромеханическая передача (ГМП) служит для изменения тягового усилия на ведущих колесах транспортного средства в зависимости от дорожных условий, для облегчения управления транспортным средством и обеспечения безопасности движения, для движения задним ходом, отсоединения двигателя от трансмиссии при его пуске и работе двигателя при остановке транспортного средства, а также обеспечения работы гидросистем транспортного средства. Высокоомощные ГМП применяются, когда необходимо обеспечить высокие динамический фактор, тяговые свойства и проходимость мобильных машин, эксплуатируемых вне дорог, в карьерах и других тяжелых и специфических условиях. В состав ГМП традиционно входят бесступенчатая саморегулируемая гидродинамическая передача (гидротрансформатор) и механическая многоступенчатая коробка передач, что обеспечивает ступенчато-непрерывное преобразование вращающего момента двигателя, передаваемого через трансмиссию на ведущие колеса при сравнительно высоком КПД трансмиссии во всем диапазоне изменения скорости движения транспортного средства. В результате обеспечиваются высокие тягово-скоростные свойства транспортного средства и его производительность. Наличие коробки передач в составе ГМП порождает проблему обеспечения требуемого качества переходных процессов в трансмиссии при переключении передач. Процесс переключения передач осуществляется посредством многодисковых фрикционов с гидроприводом управления. Качество переходного процесса определяется характеристиками управления фрикционами.

Основные требования к переключению передач: непрерывный подвод энергии к ведущим колесам, исключая падение скорости транспортного средства на уклонах дороги; плавное движение транспортного средства без рывков и резких замедлений. Таким образом, классической и наиболее сложной из задач систем управления переключением передач, которая на протяжении многих лет оказывает непосредственное влияние на выбор кинематической схемы и конструкцию ГМП, является обеспечение качества переходных процессов при переключениях ступеней без прерывания крутящего момента на ведущих колесах автомобиля ("с перекрытием") и без ударных нагрузок. Эта задача и сегодня остается самой сложной, несмотря на несопоставимо возросшие технические возможности. Известно, что в ГМП каждый тормоз представляет собой механизм, посредством которого осуществляется блокировка элементов планетарного ряда на неподвижный корпус коробки передач, а каждый фрикцион представляет собой механизм, посредством которого осуществляется блокировка подвижных элементов планетарного ряда между собой. При этом практика показывает, что наибольшую сложность при разработке систем управления переключением передач представляет создание механизмов управления фрикционами ГМП, посредством которых осуществляется переключение передач, блокирование и разблокирование гидротрансформатора [1]. При управлении фрикционами необходимо осуществлять непрерывное регулирование величины давления рабочей жидкости, подаваемой в гидроцилиндры включаемого и выключаемого фрикционов. Для этих целей в конструкциях систем управления используют электрогидравлические пропорциональные клапаны. В общем случае, электрогидравлические системы управления переключением передач, включая управление фрикционами, содержат технические средства (в основном, гидравлические), которые обеспечивают: управляемое включение и выключение фрикционов и тормозов в заданных комбинациях; управление положением золотников клапанов; направление потока гидравлической жидкости (масла) к заданному фрикциону или тормозу.

Конструкция и кинематическая схема системы управления переключением передач ГМП определяется также областью применения и конструкцией самой ГМП, в частности грузоподъемностью транспортного средства, для которого предназначена ГМП, количеством планетарных рядов, количеством передач (передних, задних, аварийных) и т.д.

Из уровня техники известно, что на карьерных самосвалах БелАЗ грузоподъемностью 45-60 т применяется гидромеханическая передача (ГМП) с мехатронной системой автоматического управления и диагностирования. В состав ГМП входят гидротрансформатор ЛГ-470 ПП и шестиступенчатая планетарная коробка передач (ПКП), переключение ступеней в которой осуществляется многодисковыми фрикционами с электрогидравлическим приводом управления [2, 3]. Применение упомянутой мехатронной системы управления позволило существенно улучшить ряд показателей эксплуатационных свойств самосвала, повысить безопасность движения, увеличить ресурс механизмов трансмиссии, создать комфортные условия труда водителю.

Также известна унифицированная гидравлическая система автоматического управления и жизнеобеспечения семейства гидромеханических передач для автомобилей большой грузоподъемности, машин высокой проходимости, городских автобусов, дорожно-строительной техники на мощности от 300 до 650 л.с. [4]. Гидравлические системы семейства гидромеханических передач при этом унифицированы как по схеме, так и по отдельным элементам для всего модельного ряда трансмиссий на разные мощности (ГМП-300, ГМП-400, ГМП-500 и ГМП-650). Включение той или иной передачи ГМП осуществляется комбинациями включения двух фрикционных элементов управления из пяти элементов управления (два фрикциона и три тормоза). Особенностью кинематической схемы такой ГМП является изменение состояния только одной фрикционной муфты при последовательном переключении передач. Гидравличе-

ская система управления переключением передач такой ГМП (коробка передач с 6+1 ступенями передач) с двумя фрикционами и тремя тормозами включает реализованные на базе электрогидравлических клапанов средства управляемого включения и выключения фрикционов и тормозов в заданных комбинациях, средства управления положением золотников клапанов и средства направления потока гидравлической жидкости к заданному фрикциону или тормозу. На гидравлическую часть системы управления (гидравлическую систему управления переключением передач) возложены функции обеспечения и регулирования давления в подсистемах ГМП, плавное переключение передач, гидравлическая защита от одновременного включения нескольких передач, аварийное включение передач переднего или заднего хода, обеспечение циркуляции рабочей жидкости в системе питания и охлаждения гидродинамического трансформатора. Гидравлическая часть системы управления (гидравлическая система управления переключением передач), как указывают разработчики, имеет более простую конструкцию и повышает надежность системы управления в целом.

В то же время известно, что шестиступенчатые планетарные коробки передач имеют ряд недостатков, среди которых можно упомянуть циркуляцию мощности на повышающей передаче, высокую нагрузку фрикциона на заднем ходу, большой разрыв между I и II передачами, отсутствие "быстрой" передачи заднего хода [5]. При этом в технических решениях гидромеханических систем управления переключением передач ГМП, раскрытых в упомянутых выше источниках информации, данные недостатки и пути их преодоления не рассматриваются. Кроме того, подробно не рассматриваются также и вопросы, связанные с обеспечением переключения ГМП на различные аварийные передачи, а также возможность сохранения передачи при обрыве электропитания.

Анализ известных из уровня техники решений гидравлических систем управления переключением передач шестиступенчатых ГМП показал, что наиболее близкой к заявляемой по совокупности общих технических признаков является упомянутая выше гидравлическая система управления переключением передач из состава унифицированной гидравлической системы автоматического управления и жизнеобеспечения семейства ГМП [4].

Задачей изобретения является создание электрогидравлической системы управления переключением передач шестиступенчатой гидромеханической коробки передач с двумя фрикционами и тремя тормозами в качестве элементов управления. Технический результат, который должен быть достигнут заявляемой электрогидравлической системой управления переключением передач, заключается, в частности, в обеспечении режимов "промежуточных" передач для сокращения разрывов между "рабочими" передачами, а также возможности простого переключения ГМП на различные аварийные передачи и сохранение передачи при обрыве электропитания. При этом должны обеспечиваться дальнейшее снижение динамических нагрузок в трансмиссии и теплонапряженности фрикционов в переходных процессах при переключении передач с повышением ресурса всех механизмов трансмиссии (коробки передач, главной передачи, колесной передачи, карданных передач), а также дальнейшее повышение плавности включения фрикционов при переключении передач с исключением рывков и неравномерности движения транспортного средства, в том числе во штатных ситуациях.

Поставленная задача решается и указанные выше технические результаты достигаются заявляемой электрогидравлической системой управления переключением передач шестиступенчатой гидромеханической коробки передач с двумя - первым и вторым - фрикционами и тремя - первым, вторым и третьим - тормозами, содержащей средства управляемого включения и выключения фрикционов и тормозов в заданных комбинациях, средства управления положением золотников клапанов и средства направления потока гидравлической жидкости через соответствующее средство управляемого включения и выключения фрикционов и тормозов или средство управления положением золотников клапанов к заданному фрикциону или тормозу. Поставленная задача решается и указанные выше технические результаты достигаются за счет того, что средства включения и выключения фрикционов и тормозов в заданной комбинации выполнены в виде трех - первого, второго и третьего - электрогидравлических модулей, средства управления положением золотников соответствующих клапанов выполнены в виде трех - первого, второго и третьего - электрогидравлических клапанов, а средства направления потока гидравлической жидкости через соответствующий электрогидравлический модуль или электрогидравлический клапан к заданному фрикциону или тормозу выполнены в виде четырех - первого, второго, третьего и четвертого - гидравлических клапанов.

Испытания показали, что заявляемая система управления переключением передач, в которой средства включения и выключения фрикционов и тормозов в заданной комбинации выполнены в виде трех электрогидравлических модулей, средства управления положением золотников соответствующих клапанов выполнены в виде трех электрогидравлических клапанов, а средства направления потока гидравлической жидкости через соответствующий электрогидравлический модуль или электрогидравлический клапан к заданному фрикциону или тормозу выполнены в виде четырех гидравлических клапанов, при относительной простоте своей конструкции обеспечивает простое и плавное включение фрикционов при переключении передач, не только "нейтрал", "рабочих" шести передач переднего хода и одной передачи заднего хода, но и двух "промежуточных" передач, а также трех аварийных передач, с исключением рывков и неравномерности движения транспортного средства, в том числе в переходных процессах и

нештатных (аварийных) ситуациях. При этом специалистам в данной области техники понятно, что все указанные выше элементы системы управления (электрогидравлические модули, электрогидравлические клапаны и гидравлические клапаны) связаны между собой и с фрикционными и тормозами ГМП посредством гидравлических и электрических линий, которые ввиду очевидности их наличия особым образом упоминаться и подробно рассматриваться в рамках данного описания не будут.

В предпочтительных формах реализации заявляемой электрогидравлической системы управления переключением передач каждый электрогидравлический модуль выполнен двухпозиционным, трехлинейным, пропорциональным, нормально закрытым по принципу работы. При этом в наиболее предпочтительных формах реализации первый электрогидравлический модуль (ЭГМ1) выполнен с возможностью включения/выключения первого (Ф1) и второго (Ф2) фрикционов и третьего тормоза (Т3), второй электрогидравлический модуль (ЭГМ2) выполнен с возможностью включения/выключения второго тормоза (Т2), а третий электрогидравлический модуль (ЭГМ3) выполнен с возможностью включения/выключения первого тормоза (Т1) при штатном режиме работы.

В предпочтительных формах реализации заявляемой электрогидравлической системы управления переключением передач каждый электрогидравлический клапан выполнен двухпозиционным, трехлинейным, дискретным, при этом по принципу работы первый (ЭГК1) и второй (ЭГК2) электрогидравлические клапаны выполнены нормально закрытыми, а третий электрогидравлический клапан (ЭГК3) выполнен нормально открытым. При этом в наиболее предпочтительных формах реализации первый (ЭГК1) и второй (ЭГК2) электрогидравлические клапаны выполнены с возможностью направления при подаче на них напряжения масла в подпружинную полость первого (К1) и второго (К2) гидравлических клапанов, а третий электрогидравлический клапан (ЭГК3) выполнен с возможностью постоянного нахождения под напряжением при штатном режиме работы и с возможностью включения третьего тормоза (Т3) в аварийном режиме.

В предпочтительных формах реализации заявляемой электрогидравлической системы управления переключением передач первый гидравлический клапан (К1) выполнены с возможностью поступления в подпружиненную полость его золотника управляющих сигналов от первого электрогидравлического клапана и с возможностью поступления на торец его золотника управляющих сигналов от первого или второго фрикционов через четвертый гидравлический клапан, представляющий собой гидравлический логический элемент "ИЛИ", второй гидравлический клапан выполнен с возможностью поступления в подпружиненную полость его золотника управляющих сигналов от второго электрогидравлического клапана и с возможностью поступления на торец его золотника управляющих сигналов от первого фрикциона, третий гидравлический клапан выполнен с возможностью поступления в подпружиненную полость его золотника управляющих сигналов от третьего тормоза и с возможностью поступления на торец его золотника управляющих сигналов от третьего электрогидравлического клапана.

При этом наиболее предпочтительно, когда первый, второй и третий гидравлические клапаны выполнены с возможностью поддержания в заданных "включенных" или "выключенных" положениях.

Заявляемая электрогидравлическая система управления переключением передач предпочтительно выполнена с возможностью управления фрикционными и тормозами коробки передач с получением соответствующих передачам следующих комбинаций.

Передача \	Ф1	Ф2	Т1	Т2	Т3
Задний ход			+		+
Нейтраль					+
1	+				+
2	+			+	
3	+		+		
4	+	+			
5		+	+		
6		+		+	

Для упрощения в нижеследующем описании конструктивные элементы заявляемой электрогидравлической системы управления переключением передач, а также ГМП будут упоминаться с использованием следующих аббревиатур: первый фрикцион - Ф1, второй фрикцион - Ф2, первый тормоз - Т1, второй тормоз - Т2, третий тормоз - Т3, первый электрогидравлический модуль - ЭГМ1, второй электрогидравлический модуль - ЭГМ2, третий электрогидравлический модуль - ЭГМ3, первый электрогидравлический клапан - ЭГК1, второй электрогидравлический клапан - ЭГК2, третий электрогидравлический клапан - ЭГК3, первый гидравлический клапан - К1, второй гидравлический клапан - К2, третий гидравлический клапан - К3, четвертый гидравлический клапан - К4.

Далее достоинства и преимущества заявляемой электрогидравлической системы управления переключением передач шестиступенчатой гидромеханической коробки передач с двумя - первым и вторым - фрикционными и тремя - первым, вторым и третьим - тормозами будут проиллюстрированы на примере возможной предпочтительной, но неограничивающей формы реализации со ссылкой на позиции чертежей, на которых изображено следующее.

- Фиг. 1 - схема включения первой "1" передачи.  
 Фиг. 2 - схема включения первой "1\*" передачи.  
 Фиг. 3 - схема включения второй "2" передачи.  
 Фиг. 4 - схема включения третьей "3" передачи.  
 Фиг. 5 - схема включения четвертой "4\*" передачи.  
 Фиг. 6 - схема включения четвертой "4" передачи.  
 Фиг. 7 - схема включения пятой "5" передачи.  
 Фиг. 8 - схема включения шестой "6" передачи.  
 Фиг. 9 - схема включения аварийной третьей "3А" передачи.  
 Фиг. 10 - схема включения аварийной пятой "5А" передачи.  
 Фиг. 11 - схема включения аварийной нейтрали "NA".  
 Фиг. 12 - схема включения передачи заднего хода "R".  
 Фиг. 13 - схема включения нейтрали "N".  
 Фиг. 14 - сводная таблица схемы включения клапанов.

На фиг. 1-13 представлены схемы управляемого заявляемой электрогидравлической системы включения различных передач. На схемах позициями обозначены первый фрикцион Ф1 - 1, второй фрикцион Ф2 - 2, первый тормоз Т1 - 3, второй тормоз Т2 - 4, третий тормоз Т3 - 5, первый электрогидравлический модуль ЭГМ1 - 6, второй электрогидравлический модуль ЭГМ2 - 7, третий электрогидравлический модуль ЭГМ3 - 8, первый электрогидравлический клапан ЭГК1 - 9, второй электрогидравлический клапан ЭГК2 - 10, третий электрогидравлический клапан ЭГК3 - 11, первый гидравлический клапан К1 - 12, второй гидравлический клапан К2 - 13, третий гидравлический клапан К3 - 14, четвертый гидравлический клапан К4 - 15.

При этом в таблицах в тексте описания для большей информативности будут использованы буквенно-цифровые обозначения фрикционов, тормозов и элементов системы управления (ЭГМ, ЭГК, К).

Как уже было отмечено выше, проиллюстрированная схемами включения передач электрогидравлическая система управления обеспечивает включение шести передач переднего хода и одной передачи заднего хода, а также двух аварийных передач (3-я или 5-я, или также возможна нейтраль). При этом комбинации включаемых фрикционов 1 (Ф1), 2 (Ф2), и тормозов 3 (Т1), 4 (Т2), 5 (Т3) для указанных выше передач соответствуют приведенным в табл. 1.

Таблица 1. Комбинация включаемых фрикционов и тормозов ГМП

	Ф1	Ф2	Т1	Т2	Т3
Задний ход			+		+
Нейтраль					+
1	+				+
2	+			+	
3	+		+		
4	+	+			
5		+	+		
6		+		+	

Для упрощения в нижеследующем описании заявляемая электрогидравлическая система управления переключением передач шестиступенчатой гидромеханической коробки передач с двумя - первым и вторым - фрикционами и тремя - первым, вторым и третьим - тормозами будет упоминаться как СУ ГМП.

СУ ГМП включает в себя три электрогидравлических модуля (ЭГМ) 6, 7, 8, три электрогидравлических клапана (ЭГК) 9, 10, 11 и четыре гидравлических клапана (К) 12, 13, 14, 15. ЭГМ 6, 7, 8 предназначены для включения и выключения соответствующих фрикционов (Ф) 1, 2 и тормозов (Т) 3, 4, 5 в соответствующих комбинациях при переключениях передач. ЭГК 9, 10, 11 предназначены для управления положением золотников соответствующих клапанов, а также для аварийного включения тормоза 3 (Т1). К 12, 13, 14, 15 предназначены для направления потока масла от соответствующего ЭГМ 6, 7, 8 или ЭГК 9, 10, 11 к определенному фрикциону 1, 2 или тормозу 3, 4, 5 ГМП.

В СУ ГМП установлены ЭГМ 6, 7, 8 двухпозиционные, трехлинейные, пропорциональные, по принципу работы - нормально закрытые. ЭГМ 6 (ЭГМ1) отвечает за включение/выключение фрикционов 1, 2 (Ф1, Ф2 соответственно) и тормоза 5 (Т3). ЭГМ 7 (ЭГМ2) отвечает за включение/выключение тормоза 4 (Т2). ЭГМ 8 (ЭГМ3) отвечает за включение/выключение тормоза 3 (Т1) при штатном режиме работы СУ ГМП.

В СУ ГМП установлены ЭГК 9, 10, 11 двухпозиционные, трехлинейные, дискретные, по принципу работы - нормально закрытые (ЭГК 9, 10) и нормально открытые (ЭГК 11). ЭГК 9, 10 (ЭГК1, ЭГК2 соответственно) при подаче на них напряжения направляют масло в подпружинную полость гидравлических клапанов 12, 13 (К1, К2 соответственно). ЭГК 11 (ЭГК3) во время штатной работы ГМП всегда находится под напряжением, а в аварийном режиме обеспечивает включение тормоза 5 (Т3).

В СУ ГМП установлены К 12, 13, 14. В подпружинную полость золотников К 12, 13 (К1, К2 соответственно) могут подаваться управляющие сигналы соответственно от ЭГК 9, 10 (ЭГК1, ЭГК2 соответственно). К 15 (К4) представляет собой гидравлический логический элемент "ИЛИ", через который на торец золотника К 12 (К1) могут подаваться управляющие сигналы от фрикционов 1 или 2 (Ф1 или Ф2 соответственно). На торец золотника К 13 (К2) может подаваться управляющий сигнал от фрикциона 1 (Ф1). В подпружинную полость золотника К 14 (К3) может подаваться управляющий сигнал от тормоза 5 (Т3), а на торец золотника К 15 (К4) - от ЭГК 11 (ЭГК3). Из-за того, что давление в бустеры фрикционов 1, 2 (Ф1, Ф2 соответственно) и тормоза 5 (Т3) может подаваться напрямую из магистрали главного давления, минуя ЭГМ, гидравлические клапаны 12, 13, 14 (К1, К2, К3 соответственно) могут поддерживаться в нужных ("включенных" или "выключенных") положениях. Этим, а также наличием нормально открытого ЭГК 11 (ЭГК3) обеспечивается работа СУ ГМП в аварийном режиме.

На фиг. 1-13 сплошными линиями обозначены гидравлические линии, в которых на данной передаче "протекает" рабочая жидкость, а пунктирными - в которых рабочая жидкость отсутствует.

Функционирование заявляемой СУ ГМП будет далее рассмотрена на примерах различных режимов работы ГМП, включая аварийные.

#### Рабочий режим

В рабочем режиме фрикционы 1, 2 (Ф1, Ф2 соответственно) и тормозы 3, 4, 5 (Т1, Т2, Т3 соответственно) включаются и выключаются при помощи соответствующего ЭГМ 6, 7, 8 (ЭГМ1, ЭГМ 2, ЭГМ3 соответственно), однако тормоз 5 (Т3) и фрикционы 1, 2 (Ф1, Ф2 соответственно) могут поддерживаться во включенном состоянии также под действием главного давления, подаваемого к гидравлическому клапану 13 (К2) напрямую из магистрали главного давления.

В нейтрали главное давление к тормозу 5 (Т3) подается последовательно через гидравлические клапаны 13, 12 (К2 и К1 соответственно) (напрямую из магистрали главного давления). Все ЭГМ 6, 7, 8 (ЭГМ1, ЭГМ 2, ЭГМ3 соответственно) находятся в положении слива (обесточены). Все ЭГК 9, 10, 11 (ЭГК1, ЭГК2, ЭГК3 соответственно) находятся во "включенных" положениях (под напряжением). Все гидравлические клапаны 12, 13, 14, 15 (К1, К2, К3, К4 соответственно) под действием своих пружин, а также подаваемых в подпружинные полости давлений находятся в исходных ("выключенных") положениях.

Давление, подаваемое в бустер тормоза 5 (Т3), поступает также в подпружинную полость гидравлического клапана 14 (К3). Это необходимо для того, чтобы гидравлический клапан 14 (К3) оставался в "выключенном" состоянии даже в том случае, если на его торце появится управляющий сигнал от ЭГК 11 (ЭГК3). Данный гидравлический клапан 14 (К3) используется для сохранения "нейтрали" в аварийном режиме: если в подпружинную полость гидравлического клапана 14 (К3) подается давление, и он "выключен", то в случае обрыва нормально открытого ЭГК 11 (ЭГК3) давление от него дальше в систему не пойдет, тем самым сохранив ГМП в "нейтрали".

При включении первой передачи "1" начинается подаваться напряжение на ЭГМ 6 (ЭГМ1). При этом масло подается через ЭГМ 6 (ЭГМ1) к гидравлическому клапану 13 (К2), откуда поступает к бустеру фрикциона 1 (Ф1). Давление от ЭГМ 6 (ЭГМ1) поступает также к торцу гидравлического клапана 13 (К2) и через гидравлический клапан 15 (К4) к торцу гидравлического клапана 12 (К1). Однако данные клапаны продолжают оставаться в исходных положениях (из-за наличия в подпружинных полостях давления от ЭГК).

После включения первой передачи "1" снимается напряжение с ЭГК 10 (ЭГК2). При этом гидравлический клапан 13 (К2) перемещается в противоположное ("включенное") положение, в результате чего элементы, подающие масло в бустеры тормоза 5 (Т3) и фрикциона 1 (Ф1), меняются местами: давление в бустере тормоза 5 (Т3) продолжает поддерживаться при помощи ЭГМ 6 (ЭГМ1), а давление в бустере фрикциона 1 (Ф1) - при помощи линии главного давления от гидравлического клапана 13 (К2). Это необходимо для того, чтобы перед включением 2-й передачи можно было слить масло из бустера тормоза 5 (Т3) при помощи ЭГМ 6 (ЭГМ1), а давление в бустере фрикциона 1 (Ф1) поддерживать постоянным, не используя ЭГМ. Данное состояние системы показано на фиг. 2 как первая передача "1\*".

При включении второй передачи "2" масло из бустера тормоза 5 (Т3) сливается при помощи ЭГМ 6 (ЭГМ1), а затем масло подается в бустер тормоза 4 (Т2) через ЭГМ 7 (ЭГМ2).

При включении третьей передачи "3" масло из бустера тормоза 4 (Т2) сливается при помощи ЭГМ 7 (ЭГМ2), а затем масло подается в бустер тормоза 3 (Т1) через ЭГМ 8 (ЭГМ3) и гидравлический клапан 14 (К3). Во время включения третьей передачи "3" также снимается напряжение с ЭГК 9 (ЭГК1). При этом гидравлический клапан 12 (К1) перемещается в противоположное ("включенное") положение. В работе системы на второй "2" и третьей "3" передачах данный клапан не используется, все его каналы соединены со сливом. Переключение его во "включенное" положение - это подготовительное действие, необходимое для последующего включения четвертой передачи "4".

При включении четвертой передачи "4" масло из бустера тормоза 3 (Т1) сливается при помощи ЭГМ 8 (ЭГМ3), а затем масло подается в бустер фрикциона 2 (Ф2) последовательно через ЭГМ 6 (ЭГМ1), гидравлический клапан 13 (К2) и гидравлический клапан 12 (К1). Давление от ЭГМ 6 (ЭГМ1) поступает также к гидравлическому клапану 15 (К4).

После включения четвертой передачи "4" подается напряжение на ЭГК 10 (ЭГК2). При этом гид-

равлический клапан 13 (К2) перемещается в противоположное ("выключенное") положение. Это происходит вследствие того, что усилие пружины совместно с давлением в подпружинной полости превышает усилие, создаваемое давлением на торце золотника гидравлического клапана 13 (К2). В результате элементы, подающие масло в бустеры фрикционов 1, 2 (Ф1, Ф2 соответственно), меняются местами: давление в бустере фрикциона 1 (Ф1) продолжает поддерживаться при помощи ЭГМ 6 (ЭГМ1), а давление в бустере фрикциона 2 (Ф2) - при помощи линии главного давления от гидравлического клапана 13 (К2). Это необходимо для того, чтобы перед включением пятой передачи "5" можно было слить масло из бустера фрикциона 1 (Ф1) при помощи ЭГМ 6 (ЭГМ1), а давление в бустере фрикциона 2 (Ф2) поддерживать постоянным, не используя ЭГМ. Данное состояние системы показано на фиг. 5 как четвертая передача "4\*".

В табл.2 приведен алгоритм переключения передач "вниз" и "вверх" с помощью заявляемой СУ ГМП.

Таблица 2. Алгоритм переключения передач

		на передачу							
		6	5	4*	4	3	2	1*	1
с передачи	6	-	1. Выключить ЭГМ2 (7) 2. Включить ЭГМ3 (8)	1. Выключить ЭГМ2 (7) 2. Включить ЭГМ1 (6)					
	5	1. Выключить ЭГМ3 (8) 2. Включить ЭГМ2 (7)	-	1. Выключить ЭГМ3 (8) 2. Включить ЭГМ1 (6)					
	4*	1. Выключить ЭГМ1 (6) 2. Включить ЭГМ2 (7)	1. Выключить ЭГМ1 (6) 2. Включить ЭГМ3 (8)	-	1. Выключить ЭГК2 (10)				
	4			1. Включить ЭГК2 (10)	-	1. Выключить ЭГМ1 (6) 2. Включить ЭГМ3 (8)	1. Выключить ЭГМ1 (6) 2. Включить ЭГМ2 (7) 3. Включить ЭГК1 (9)		
	3				1. Выключить ЭГМ3 (8) 2. Включить ЭГМ1 (6)	-	1. Выключить ЭГМ3 (8) 2. Включить ЭГМ2 (7) 3. Включить ЭГК1 (9)	1. Включить ЭГК1 (9) 2. Выключить ЭГМ3 (8) 3. Включить ЭГМ1 (6)	
	2				1. Выключить ЭГК1 2. Выключить ЭГМ2 3. Включить ЭГМ1	1. Выключить ЭГМ2 (7) 2. Включить ЭГМ3 (8) 3. Выключить ЭГК1 (9)	-	1. Выключить ЭГМ2 (7) 2. Включить ЭГМ1 (6)	1. Выключить ЭГМ2 (7) 2. Включить ЭГМ1 (6) 3. Включить ЭГК2 (10)
	1*					1. Выключить ЭГМ1 (6) 2. Включить ЭГМ3 (8) 3. Выключить ЭГК1 (9)	1. Выключить ЭГМ1 (6) 2. Включить ЭГМ2 (7)	-	1. Включить ЭГК2 (10)
	1				1. Выключить ЭГК2 2. Выключить ЭГМ1 3. Выключить ЭГК1 4. Включить ЭГМ1	1. Выключить ЭГК2 (10) 2. Выключить ЭГМ1 (6) 3. Выключить ЭГК1 (9) 4. Включить ЭГМ3 (8)	1. Выключить ЭГК2 (10) 2. Выключить ЭГМ1 (6) 3. Включить ЭГМ2 (7)	1. Выключить ЭГК2 (10)	-

#### Аварийный режим

Переход системы в аварийный режим происходит автоматически при обрыве питания в бортовой сети автомобиля. При этом в зависимости от того, какая передача была включена перед переходом в аварийный режим, будет включена либо "нейтраль", либо третья передача "3А", либо пятая передача "5А" в соответствии с табл.3.

Таблица 3. Номер включаемой передачи в аварийном режиме

Рабочий режим	Аварийный режим
R	NA
N	
1	
1*	3А
2	
3	
4	
4*	5А
5	
6	

Если перед включением аварийного режима была включена передача заднего хода, "нейтраль" или первая передача "1", то изначально давление в бустере тормоза 5 (Т3) поддерживается напрямую от магистрали главного давления при помощи гидравлических клапанов 13,12 (К2, К1 соответственно), которые находятся в "выключенном" положении. При переходе в аварийный режим они в этом положении и останутся. Поскольку давление в бустере тормоза 5 (Т3) поддерживается без использования электронных клапанов, то гидравлический клапан 14 (К3) будет всегда находиться в исходном ("выключенном") положении (даже при наличии давления на торце его золотника). При этом выходной канал нормально открытого ЭГК 8 (ЭГК3) перекрыт, поэтому при переходе в аварийный режим масло от него не пойдет дальше в бустер тормоза 3 (Т1). Таким образом, при переходе с данных передач в аварийный режим в ГМП останутся включенным только тормоз 5 (Т3), то есть ГМП будет находиться в "нейтрале" (передача "NA").

Если перед включением аварийного режима была включена первая передача "1\*" (ЭГК 10 (ЭГК2) выключен), то изначально давление в бустере тормоза 5 (Т3) поддерживается при помощи ЭГМ 6 (ЭГМ1). Поэтому при обрыве питания в бортовой сети автомобиля данный ЭГМ 6 (ЭГМ1) соединяет тормоз 5 (Т3) со сливом. При этом гидравлический клапан 14 (К3) под действием сигнала на его торце от ЭГК 11 (ЭГК3) переместится во "включенное" положение и выходной канал ЭГК 11 (ЭГК3) окажется соединен с бустером тормоза 3 (Т1). Давление в бустере фрикциона 1 (Ф1) изначально поддерживается напрямую от магистрали главного давления при помощи гидравлического клапана 13 (К2), который находится во "включенном" положении (под действием давления от фрикциона 1 (Ф1)). При переходе в аварийный режим он в этом положении и останется. Таким образом, при переходе с данной передачи в аварийный режим в ГМП будут включены тормоз 5 (Т3) и фрикцион 1 (Ф1), то есть будет включена передача "3А".

Если перед включением аварийного режима была включена вторая "2", третья "3" или четвертая "4" передача, то изначально давление в бустере фрикциона 1 (Ф1) поддерживается напрямую от магистрали главного давления при помощи гидравлического клапана 13 (К2), который находится во "включенном" положении. При переходе в аварийный режим он в этом положении и останется, т.к. будет поддерживаться давлением от фрикциона 1 (Ф1). Поскольку тормоз 5 (Т3) на данных передачах не задействован, то давления в подпружинной полости гидравлического клапана 14 (К3) нет. Следовательно, при переходе в аварийный режим гидравлический клапан 14 (К3) под действием управляющего сигнала от нормально открытого ЭГК 11 (ЭГК3) переместится во "включенное" положение и соединит выход ЭГК 11 (ЭГК3) с бустером тормоза 3 (Т1). Таким образом, в ГМП будут включены фрикцион 1 (Ф1) и тормоз 5 (Т1), то есть третья передача "3А".

Если перед включением аварийного режима была включена четвертая "4\*", пятая "5" или шестая "6" передача, то изначально давление в бустере фрикциона 2 (Ф2) поддерживается напрямую от магистрали главного давления при помощи гидравлического клапана 13 (К2), который находится в "выключенном" положении, и гидравлического клапана 12 (К1), который находится во "включенном" положении. При переходе в аварийный режим эти гидравлические клапаны 13, 12 останутся в соответствующих состояниях, т.к. гидравлический клапан 12 (К1) будет поддерживаться во "включенном" положении давлением от фрикциона 2 (Ф2). Поскольку тормоз 5 (Т3) на данных передачах не задействован, то давления в подпружинной полости гидравлического клапана 14 (К3) нет. Следовательно, при переходе в аварийный режим гидравлический клапан 14 (К3) под действием управляющего сигнала от нормально открытого ЭГК 11 (ЭГК3) переместится во "включенное" положение и соединит выход ЭГК 11 (ЭГК3) с бустером тормоза 3 (Т1). Таким образом, в ГМП будут включены фрикцион 2 (Ф2) и тормоз 3 (Т1), то есть пятая передача "5А".

Если напряжение в бортовой сети автомобиля вновь появится, то возможно несколько вариантов поведения системы. Если автомобиль продолжает движение в момент возобновления питания электронной части СУ ГМП, то по показаниям датчиков давления в бустерах либо датчиков частоты вращения турбины и выходного вала можно определить, какая передача включена (если передаточное отношение больше 1, то включена третья передача "3А", а если меньше - то пятая "5А"). После этого можно продолжить движение на данной передаче (выключив ЭГК 11 (ЭГК3) и включив ЭГМ 8 (ЭГМ3) и, если нужно, ЭГК 10 (ЭГК2)).

Если же автомобиль неподвижен в момент подачи напряжения на электронный блок СУ ГМП, то возможны 3 варианта состояния ГМП.

1. Аварийного режима не было: машина стоит на стоянке, водитель включил "массу", в результате чего питание пришло в том числе и на блок управления СУ ГМП. В этом случае система переходит в состояние "нейтрале" "N", то есть можно переключать передачи в обычном режиме.

2. ГМП находилась в аварийном режиме в "нейтрале" "N", то есть был включен тормоз 5 (Т3). Действия системы в данном случае аналогичны п.1: блок управления СУ ГМП включит комбинацию электрогидравлических клапанов, соответствующую "нейтрале" "N", и движение можно будет продолжать в обычном режиме.

3. В ГМП включена либо аварийная третья "3А", либо аварийная пятая "5А" передача, а автомобиль удерживается на месте водителем при помощи рабочей или стояночной тормозной системы (ГМП работает в "стоп-режиме"). В этом случае по показаниям датчиков частоты невозможно определить, какая

именно передача включена ("3А" или "5А"), поэтому единственно возможным поведением системы вновь станет переход в состояние "нейтраль" "N". После этого можно продолжить движение в обычном режиме. При наличии датчиков давления в бустерах можно определить, какая передача включена, и включить соответствующую штатную передачу. Однако такой вариант поведения системы нежелателен, поскольку приведет к необходимости трогания не с первой передачи, а соответственно с третьей или пятой.

Из вышесказанного следует, что при включении питания и нулевой частоте вращения выходного вала ГМП наиболее рационально будет включать "нейтраль" "N" в СУ ГМП. Также аварийная передача будет включена только до момента остановки двигателя. Для того, чтобы продолжить движение в аварийном режиме после повторного запуска двигателя (без восстановления питания электрогидравлических клапанов), можно кратковременно подать напряжение на ЭГМ 6 (ЭГМ1). При этом включится третья передача. Однако данный вариант является нежелательным, поскольку кратковременно будут полностью либо частично включены три бустера - тормоза 5 (Т3) и фрикционов 1 и 2 (Ф1 и Ф2 соответственно). Для того, чтобы двигаться в аварийном режиме на передаче заднего хода "R", необходимо постоянно подавать напряжение на ЭГМ 8 (ЭГМ3).

Если произойдет обрыв не всех клапанов сразу, а только некоторых из них, то механизм будет вести себя следующим образом.

#### Обрыв ЭГМ 6 (ЭГМ1)

Если обрыв произойдет на "нейтраль" "N" либо на передаче заднего хода "R", то станет невозможно движение вперед, т.к. будет невозможно включить ни фрикцион 1 (Ф1), ни фрикцион 2 (Ф2). Двигаться задним ходом будет по-прежнему возможно. При обрыве на первой передаче "1" произойдет выход в "нейтраль" "N" и движение вперед также станет невозможно. При обрыве на передачах "1\*", "2", "3" или "4" можно продолжать движение на второй "2" и третьей "3" передачах и переключаться между ними и в "нейтраль" "N". При обрыве на передачах "4\*", "5" или "6" можно продолжать движение на пятой "5" и шестой "6" передачах и переключаться между ними и в "нейтраль" "N". Во всех случаях после включения "нейтраль" "N" движение вперед станет невозможно.

#### Обрыв ЭГМ 7 (ЭГМ2)

При обрыве ЭГМ 7 (ЭГМ2) станет невозможно включение передач, на которых задействован тормоз 4 (Т2) (т.е. вторая "2" и шестая "6"). При этом можно будет производить переключения, минуя данные передачи, т.е. с передачи "1\*" на "3" и с "3" на "1\*" передачу, а также двигаться на всех остальных передачах. При обрыве данного ЭГМ 7 (ЭГМ2) в движении на второй "2" или шестой "6" передачах останется включенным только один фрикцион 1 или 2 (Ф1 или Ф2 соответственно), и можно будет производить переключения "вверх" и "вниз".

#### Обрыв ЭГМ 8 (ЭГМ3)

При обрыве ЭГМ 8 (ЭГМ3) станет невозможно включение передач, на которых задействован тормоз 3 (Т1) при штатном режиме работы СУ ГМП (т.е. третья "3", пятая "5" и задний ход "R"). При этом можно будет производить переключения, минуя данные передачи, т.е. с передачи "2" на "4", с "4" на "2", с "4\*" на "6" и с "6" на "4\*" передачу, а также двигаться на всех остальных передачах. При обрыве данного ЭГМ 8 (ЭГМ3) в движении на третьей "3", пятой "5" передачах или передаче заднего хода "R" останется включенным только один фрикцион 1 или 2 (Ф1 или Ф2 соответственно) или тормоз 5 (Т3), и можно будет производить переключения "вверх" и "вниз".

#### Обрыв ЭГК 9 (ЭГК1)

Если обрыв произойдет на "нейтраль" "N" либо на передаче заднего хода "R", то станет невозможно движение вперед, т.к. при попытке включения первой передачи "1" включится четвертая передача "4\*". Если обрыв произойдет на передачах с второй по шестую, то можно продолжать движение на данных передачах и переключаться между ними, однако переключение на передачи "1" и "1\*" станет невозможно; выход в "нейтраль" "N" возможен только с замкнутым фрикционом 1 или 2 (Ф1 или Ф2 соответственно); соответственно после выхода в "нейтраль" "N" селектор должен блокироваться до устранения неисправности. Если обрыв произойдет на передачах "1" или "1\*", то произойдет переключение на передачу "4\*"; соответственно в данной ситуации наиболее верным решением будет сразу же выключить ЭГМ 6 (ЭГМ1) и перейти до устранения неисправности в состояние "нейтраль" (с включенным фрикционом 1 или 2 (Ф1 или Ф2 соответственно)).

#### Обрыв ЭГК 10 (ЭГК2)

Если обрыв произойдет на "нейтраль" "N" либо на передаче заднего хода "R", то движение вперед будет нежелательно, т.к. при попытке включения первой передачи "1" сразу включится передача "1\*", соответственно включение будет очень жестким. Если обрыв произойдет на передачах с "1" по "4\*", то можно продолжать движение на передачах с "1\*" по "4" и переключаться между ними; переключение на высшие передачи будет невозможно; выход в "нейтраль" "N" возможен только с замкнутым фрикционом 1 или 2 (Ф1 или Ф2 соответственно); соответственно после выхода в "нейтраль" "N" селектор должен блокироваться до устранения неисправности. Если обрыв произойдет на передаче "5" или "6", то можно продолжать движение на данных передачах и переключаться между ними; с пятой передачи "5" можно выйти в "нейтраль" "N" с замкнутым тормозом 5 (Т3); после выхода в "нейтраль" "N" селектор должен блокироваться до устранения неисправности.

## Обрыв ЭГК 11 (ЭГК3)

При обрыве данного ЭГК 11 (ЭГК3) необходимо обесточить все ЭГМ 7, 8, 9 (ЭГМ1, ЭГМ2, ЭГМ3 соответственно), при этом движение будет продолжено на соответствующей аварийной передаче (согласно табл.2). Также можно с любой передачи перейти в "нейтраль" "N", включив ЭГК 9 и 10 (ЭГК1 и ЭГК2 соответственно). После включения "нейтраль" "N" движение вперед станет невозможно.

Таким образом, при возникновении обрыва или короткого замыкания в СУ ГМП для предупреждения аварийных ситуаций выполняются следующие действия.

При обрыве (или коротком замыкании) ЭГМ 7, 8, 9 (ЭГМ1, ЭГМ2, ЭГМ3 соответственно):

если на текущей включенной передаче данный ЭГМ не задействован, разрешать движение на текущей передаче и выход в "нейтраль", а после выхода в "нейтраль" блокировать селектор до устранения неисправности;

если на текущей включенной передаче данный ЭГМ задействован, автоматически переключиться на одну передачу "вверх" либо "вниз", после чего разрешать движение на данной передаче и выход в "нейтраль"; после выхода в "нейтраль" блокировать селектор до устранения неисправности.

При обрыве (или коротком замыкании) ЭГК 9, 10, 11 (ЭГК1, ЭГК2, ЭГК3 соответственно):

ЭГК 9 или 10 (ЭГК1 или ЭГК2 соответственно): включить "нейтраль" "N" и блокировать селектор до устранения неисправности; после выхода в "нейтраль" "N" и остановки шасси необходимо сразу же заглушить двигатель;

ЭГК 11 (ЭГК3): переводить систему в аварийный режим, а после выхода в "нейтраль" "N" блокировать селектор до устранения неисправности.

Кроме описанных выше, в процессе работы механизма переключения передач возможны также нештатные ситуации, связанные с заклиниванием какого-либо из золотников гидравлических клапанов 12, 13, 14 или 15 (K1, K2, K3 или K4 соответственно). В этом случае механизм будет вести себя следующим образом.

## Заклинивание золотника гидравлического клапана 12 (K1)

Заклинивание в "выключенном" положении: станет невозможно включение передачи "4" и выше, а все остальные передачи будут включаться в обычном режиме; при попытке переключения с третьей передачи "3" на четвертую "4" произойдет включение передачи "1\*". При данной нештатной ситуации возможен выход в "нейтраль" "N" (замкнут тормоз 5 (T3)).

Заклинивание во "включенном" положении: переключения передач между "2" и "6" включительно будут происходить без изменений, однако при попытке переключения с передачи "2" на передачу "1\*" включится комбинация фрикционов 1 и 2 (Ф1 и Ф2 соответственно), не соответствующая передаче "4" из-за того, что ЭГК 9 (ЭГК1) будет включен. При данной нештатной ситуации возможен выход в "нейтраль" "N" только с замкнутым фрикционом 2 (Ф2).

## Заклинивание золотника гидравлического клапана 13 (K2)

Заклинивание в "выключенном" положении: при попытке переключения с передачи "1\*" на передачу "2" включится неверная комбинация тормозов: тормоз 5 + тормоз 4 (T3 + T2). При попытке переключения с передачи "4" на передачу "3" включится комбинация фрикцион 2 + тормоз 3 (Ф2 + T1) - аналог передачи "5", только с выключенным ЭГК 10 (ЭГК2). При данной нештатной ситуации возможен выход в "нейтраль" "N" (замкнут тормоз 5 (T3)).

Заклинивание во "включенном" положении: при попытке переключения с передачи "4\*" на передачу "5" включится комбинация фрикцион 1 + тормоз 5 (Ф1 + T3) - аналог передачи "3", только с включенным ЭГК 10 (ЭГК2). При попытке переключения с передачи "1" на "нейтраль" "N" останется включенным фрикцион 1 (Ф1), а не тормоз 5 (T3). Соответственно при дальнейшей попытке включения передачи заднего хода "R" включится передача "3". При данной нештатной ситуации возможен выход в "нейтраль" "N" только с замкнутым фрикционом 1 (Ф1).

## Заклинивание золотника гидравлического клапана 14 (K3)

Заклинивание в "выключенном" положении: невозможно включение аварийных передач переднего хода "3A" и "5A". При обрыве питания в бортовой сети всегда будет включаться "нейтраль" "N", только замкнутыми останутся либо фрикцион 1 (Ф1), либо фрикцион 2 (Ф2), либо тормоз 5 (T3).

Заклинивание во "включенном" положении: после устранения обрыва питания станет невозможно включение передач, на которых задействован тормоз 3 (T1) (аналогично обрыву ЭГМ 8 (ЭГМ3)).

Источники информации.

1. Электродвигательный механизм управления фрикционами гидромеханической передачи. В.П.Тарасик и др., "Вестник Белорусско-Российского университета". 2012, № 2 (35), с. 89-100.

2. Методика проектирования механизма управления фрикционами гидромеханической передачи на основе математического моделирования процесса его функционирования. В.П.Тарасик и др., журнал "Грузовик", 2016, №6, с. 3-12.

3. Методика проектирования механизма управления фрикционами гидромеханической передачи карьерного самосвала. В.П.Тарасик и др., журнал "Актуальные вопросы машиноведения". 2019, выпуск 8, с. 45-52.

4. Унифицированная гидравлическая система автоматического управления и жизнеобеспечения се-

мейства перспективных гидромеханических передач МЗКТ. Николаев Ю.И. и др., журнал "Механика машин, механизмов и материалов", 2011, № 2 (15), с. 33-38.

5. Высокомощные гидромеханические передачи: патентно-информационное и расчетное исследование. Часть 1. Методика. В.Б.Альгин и др., журнал "Механика машин, механизмов и материалов", 2015, № 2 (31), с. 5-15.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электрогидравлическая система управления переключением передач шестиступенчатой гидромеханической коробки передач с двумя - первым (1) и вторым (2) - фрикционами и тремя - первым (3), вторым (4) и третьим (5) - тормозами, содержащая средства управляемого включения и выключения фрикционов и тормозов в заданных комбинациях, средства управления положением золотников клапанов и средства направления потока гидравлической жидкости через соответствующее средство управляемого включения и выключения фрикционов и тормозов или средство управления положением золотников клапанов к заданному фрикциону или тормозу, отличающаяся тем, что средства включения и выключения фрикционов (1, 2) и тормозов (3, 4, 5) в заданной комбинации выполнены в виде трех - первого (6), второго (7) и третьего (8) - электрогидравлических модулей, средства управления положением золотников соответствующих клапанов выполнены в виде трех - первого (9), второго (10) и третьего (11) - электрогидравлических клапанов, а средства направления потока гидравлической жидкости через соответствующий электрогидравлический модуль (6, 7, 8) или электрогидравлический клапан (9, 10, 11) к заданному фрикциону (1, 2) или тормозу (3, 4, 5) выполнены в виде четырех - первого (12), второго (13), третьего (14) и четвертого (15) - гидравлических клапанов.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что каждый электрогидравлический модуль (6, 7, 8) выполнен двухпозиционным, трехлинейным, пропорциональным, нормально закрытым по принципу работы.

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что первый электрогидравлический модуль (6) выполнен с возможностью включения/выключения первого (1) и второго (2) фрикционов и третьего тормоза (5), второй электрогидравлический модуль (7) выполнен с возможностью включения/выключения второго тормоза (4), а третий электрогидравлический модуль (8) выполнен с возможностью включения/выключения первого тормоза (3) при штатном режиме работы.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что каждый электрогидравлический клапан (9, 10, 11) выполнен двухпозиционным, трехлинейным, дискретным, при этом по принципу работы первый (9) и второй (10) электрогидравлические клапаны выполнены нормально закрытыми, а третий электрогидравлический клапан (11) выполнен нормально открытым.

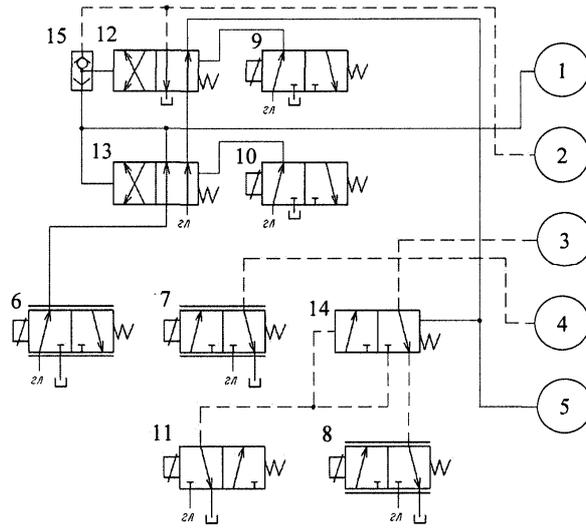
5. Система по п.4, отличающаяся тем, что первый (9) и второй (10) электрогидравлические клапаны выполнены с возможностью направления при подаче на них напряжения масла в подпружиненную полость первого (12) и второго (13) гидравлических клапанов, а третий электрогидравлический клапан (11) выполнен с возможностью постоянного нахождения под напряжением при штатном режиме работы и с возможностью включения третьего тормоза (5) в аварийном режиме.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что первый гидравлический клапан (12) выполнен с возможностью поступления в подпружиненную полость его золотника управляющих сигналов от первого электрогидравлического клапана (9) и с возможностью поступления на торец его золотника управляющих сигналов от первого (1) или второго (2) фрикционов через четвертый гидравлический клапан (15), представляющий собой гидравлический логический элемент "ИЛИ", второй гидравлический клапан (13) выполнен с возможностью поступления в подпружиненную полость его золотника управляющих сигналов от второго электрогидравлического клапана (10) и с возможностью поступления на торец его золотника управляющих сигналов от первого фрикциона (1), третий гидравлический клапан (14) выполнен с возможностью поступления в подпружиненную полость его золотника управляющих сигналов от третьего тормоза (5) и с возможностью поступления на торец его золотника управляющих сигналов от третьего электрогидравлического клапана (11).

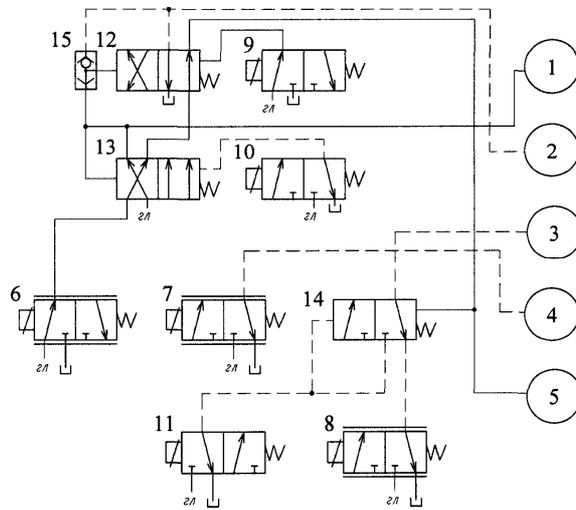
7. Система по п.6, отличающаяся тем, что первый (12), второй (13) и третий (14) гидравлические клапаны выполнены с возможностью поддержания в заданных "включенных" или "выключенных" положениях.

8. Система по любому из пп.1-7, отличающаяся тем, что выполнена с возможностью управления фрикционами (1, 2) и тормозами (3, 4, 5) коробки передач с получением соответствующих передачам следующих комбинаций:

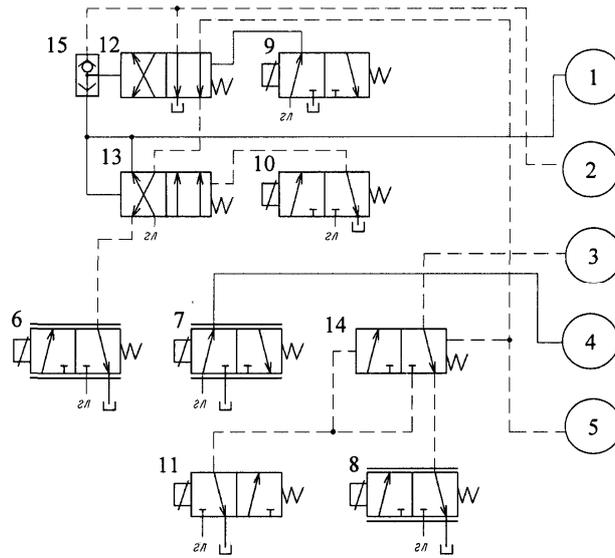
Передача	Φ1	Φ2	T1	T2	T3
Задний ход			+		+
Нейтраль					+
1	+				+
2	+			+	
3	+		+		
4	+	+			
5		+	+		
6		+		+	



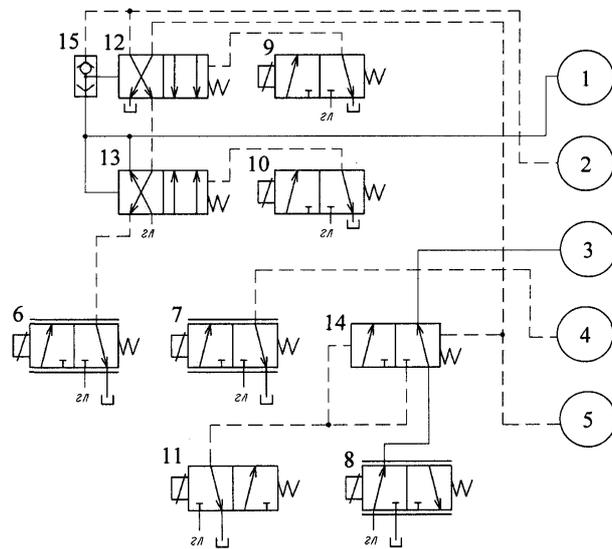
Фиг. 1



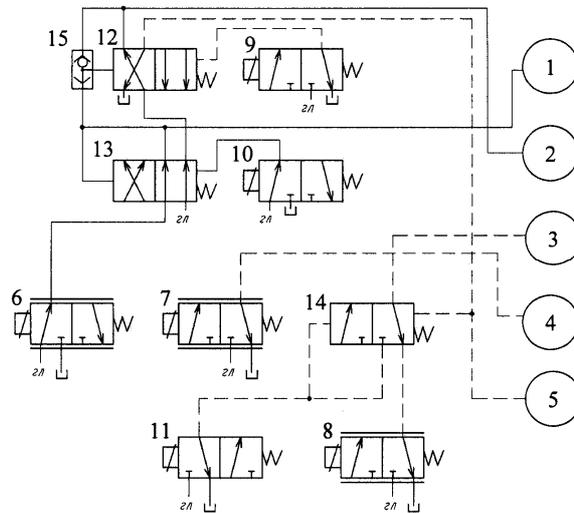
Фиг. 2



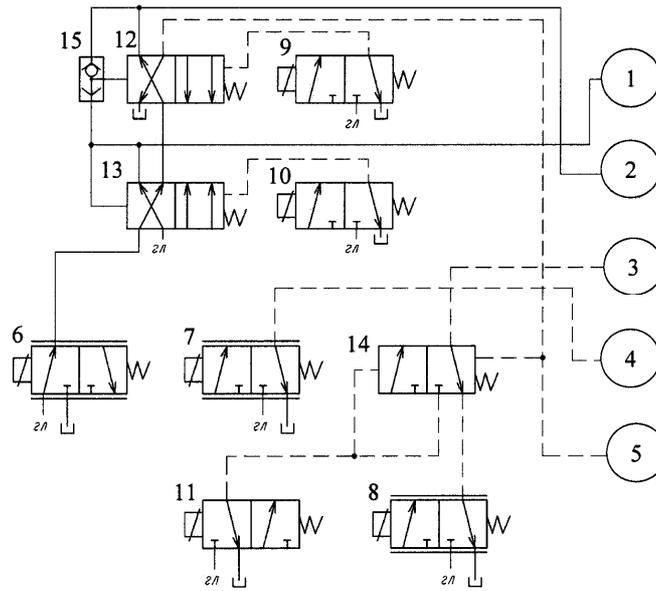
Фиг. 3



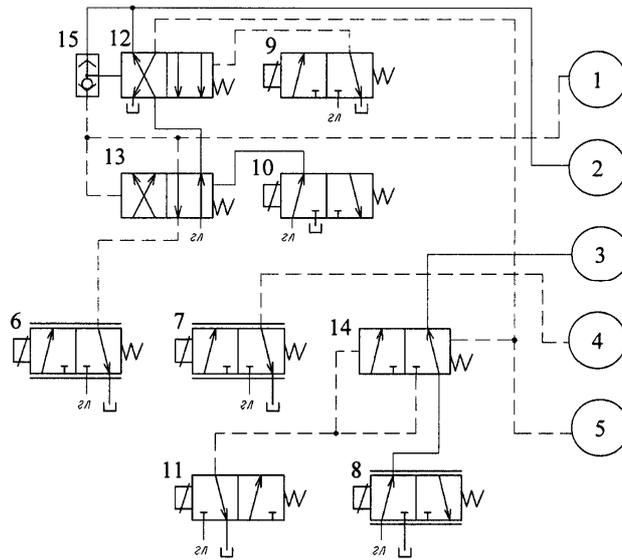
Фиг. 4



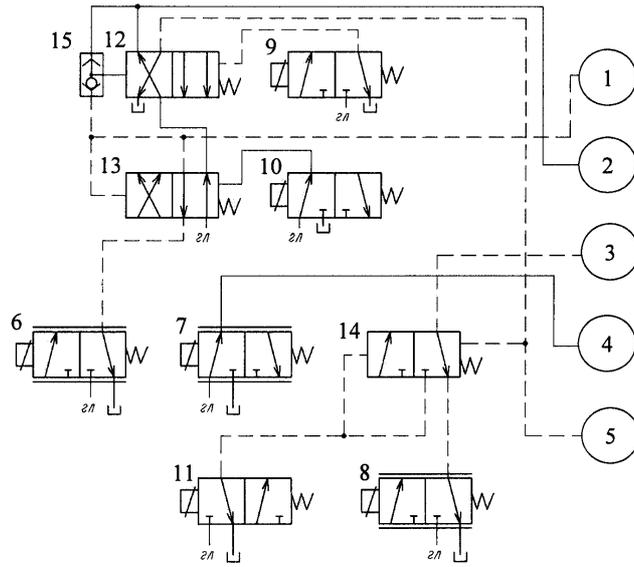
Фиг. 5



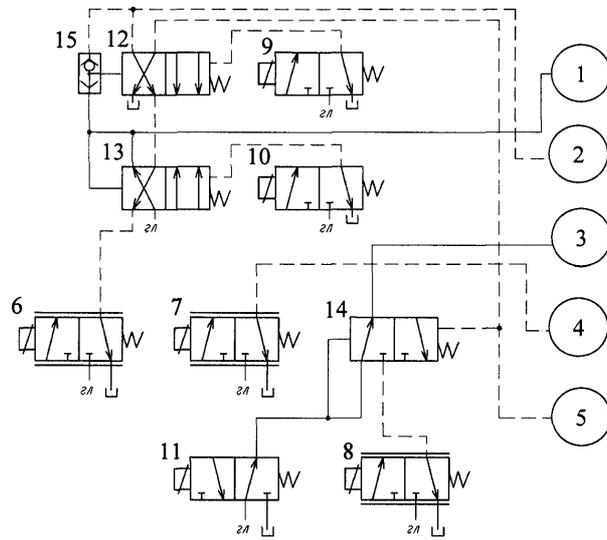
Фиг. 6



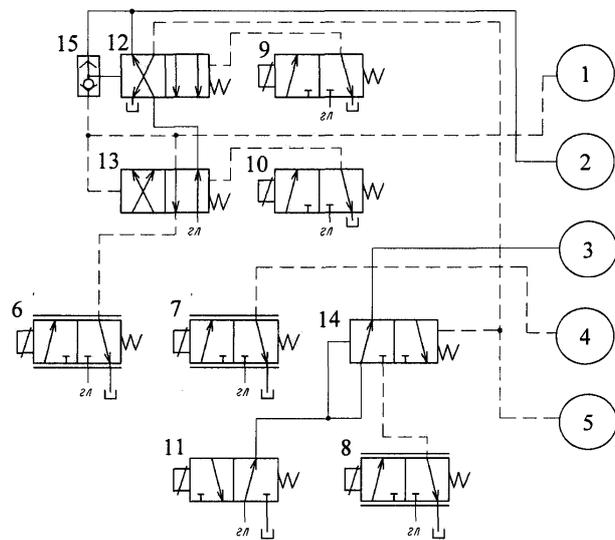
Фиг. 7



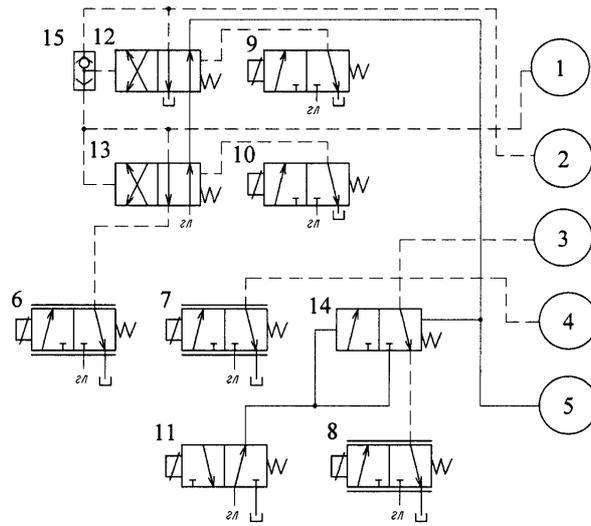
Фиг. 8



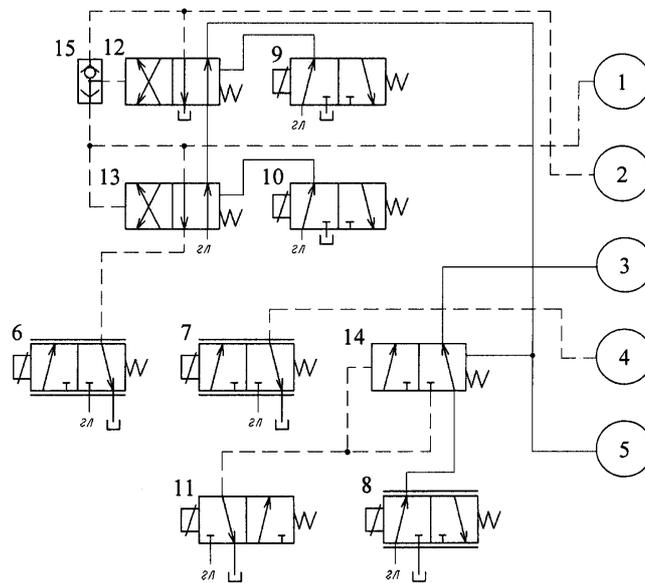
Фиг. 9



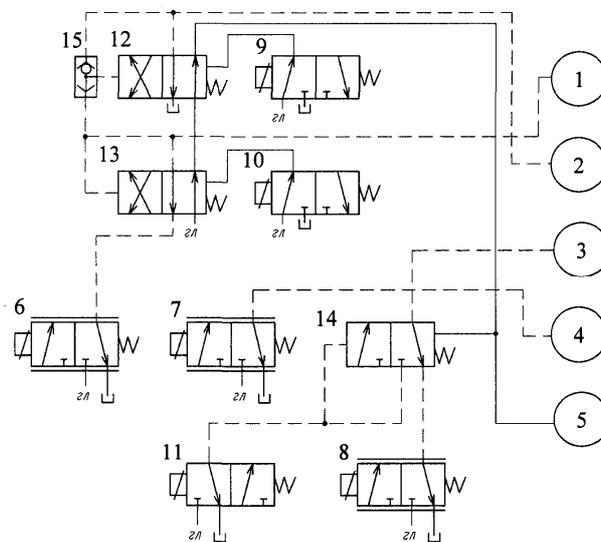
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

	ЭГМ1	ЭГМ2	ЭГМ3	ЭГК1	ЭГК2	ЭГК3	Рабочий	Аварийный
R			+	+	+	+	R, N, 1	NA
N				+	+	+	1*, 2, 3, 4	3A
1	+			+	+ (-)	+	4*, 5, 6	5A
2		+		+		+		
3			+			+		
4	+				- (+)	+		
5			+		+	+		
6		+			+	+		

Примечание:  
 "+" : питание подается на клапан;  
 <пусто>, "-" : питание не подается на клапан.

Фиг. 14

