



МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

УДК 281.51+62-585

Ю.И. НИКОЛАЕВ, главный конструктор
Минский завод колесных тягачей, Беларусь

С.Н. ПОДДУБКО, канд. техн. наук
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск

А.А. МАЦКЕВИЧ, С.Г. СТАСКЕВИЧ, Ю.Е. ПАВЛОВ
Минский завод колесных тягачей, Беларусь

УНИФИЦИРОВАННАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕМЕЙСТВА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ МЗКТ

В статье рассмотрены принципиальная схема, принцип действия и устройство составляющих узлов и механизмов унифицированной гидравлической системы управления и жизнеобеспечения перспективных гидромеханических передач МЗКТ. Даны параметры и характеристики основных регулирующих систем и механизмов гидросистемы

Ключевые слова: гидросистема, рабочая жидкость, насос, давление, клапан, регулирование

Введение

Использование автоматических гидромеханических передач (ГМП) на автомобилях большой грузоподъемности, машинах высокой проходимости, городских автобусах, дорожно-строительной технике значительно улучшает технические характеристики и параметры безопасности машин, повышает надежность и ресурс агрегатов трансмиссии и двигателя за счет снижения динамических нагрузок, уменьшает токсичные выбросы в атмосферу благодаря оптимальному режиму работы двигателя.

ГМП представляет собой сложное наукоемкое изделие, включающее механические, гидравлические и электронные компоненты. В данной статье рассмотрены принципиальная гидравлическая схема, принципы действия и устройство составляющих узлов и механизмов унифицированной гидравлической системы управления и жизнеобеспечения семейства перспективных гидромеханических передач Минского завода колесных тягачей на мощности от 300 до 650 л.с.

Гидравлическая система

Гидравлическая система (далее ГС) управления и жизнеобеспечения перспективных гидромеханических передач МЗКТ во взаимодействии с электронным микропроцессорным блоком управления, комплектом датчиков и исполнительных механизмов составляет авто-

матическую систему управления, защиты и диагностики ГМП. Гидравлические системы семейства гидромеханических передач МЗКТ 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).

Гидравлическая система семейства перспективных гидромеханических передач МЗКТ обеспечивает выполнение следующих функций:

- регулирование главного давления, подачу рабочей жидкости в систему управления и выполнение ее основных функций: плавное переключение передач, гидравлическую защиту от одновременного включения нескольких передач, аварийное включение первой передачи переднего или заднего хода;
- регулирование давления и обеспечение циркуляции рабочей жидкости в системе питания, охлаждения и блокировки гидродинамического трансформатора (ГДТ);
- регулирование давления и подачу рабочей жидкости в систему смазки ГМП;
- фильтрацию масла.

Особенности схемы гидравлической системы управления и жизнеобеспечения перспективных гидромеханических передач МЗКТ и конструктивные особенности ее основных компонентов во многом определяются кинематической схемой ГМП, порядком включения управляющих фрикционов на передачах и законами нарастания давления во фрикционах.

Включение той или иной передачи ГМП осуществляется комбинациями включения двух фрикционных элементов управления из пяти элементов управления.

Все представители модельного ряда перспективных ГМП МЗКТ выполнены по одной кинематической схеме (рисунок 1). Порядок включения фрикционных муфт на передачах приведен в таблице 1.

Особенностью кинематической схемы ГМП является изменение состояние только одной фрикционной муфты при последовательном переключении передач.

На рисунке 2 приведена принципиальная схема гидравлической системы управления и жизнеобеспечения перспективных гидромеханических передач МЗКТ.

Унифицированная гидросистема гидромеханической передачи МЗКТ включает следующие элементы, механизмы и узлы.

Источники гидравлического давления — два гидравлических насоса: передний 12 и задний 17.

Передний насос 12 шестеренного типа внешнего зацепления, одноступенчатый (одна пара шестерен). Привод переднего насоса осуществляется от двигателя через насосное колесо гидротрансформатора ГДТ и промежуточное зубчатое колесо. При частоте вращения приводной шестерни насоса 1000 мин^{-1} и давлении 1,2 МПа обеспечивается подача рабочей жидкости 50 л/мин.

Задний насос 17 шестеренного типа внутреннего зацепления. Насос установлен на выходном валу гидромеханической передачи, основное назначение — обеспечение функционирования гидросистемы ГМП при буксировке автомобиля с неисправным двигателем или для запуска двигателя посредством буксировки автомобиля. В обычном режиме работы ГМП задний насос работает совместно с передним насосом, частично его разгружая. При частоте вращения приводной шестерни заднего насоса 1000 мин^{-1} и давлении 1,2 МПа обеспечивается подача рабочей жидкости 45 л/мин.

Передний насос 12 и задний насос 17 подают масло в магистраль главного давления через грибковые клапаны 16. При достижении задним насосом определенного уровня давления масла происходит отключение переднего насоса посредством клапана 13. Отключение переднего насоса на высших передачах позволяет увеличить его ресурс.

Подпорный клапан 14 устанавливается в сливной магистрали ГДТ и служит для поддержания избыточного давления в ГДТ. Клапан 8 предназначен для поддержания давления на входе в ГДТ.

Теплообменник 9 установлен на выходе из ГДТ и предназначен для поддержания температурного режима работы гидросистемы. Перепускной клапан 10 теплообмен-

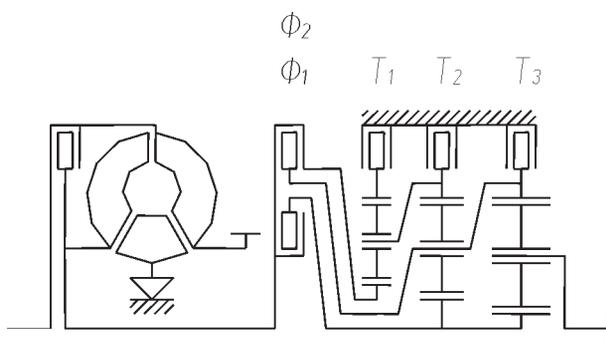


Рисунок 1 — Кинематическая схема перспективных ГМП МЗКТ

Таблица 1 — Схема включения фрикционных муфт перспективных ГМП МЗКТ

	Φ_1	Φ_2	T_1	T_2	T_3
R			•		•
N	•				
1	•				•
2	•			•	
3	•		•		
4	•	•			
5		•	•		
6		•		•	

ника представляет собой грибковый обратный клапан, который открывается при снижении пропускной способности теплообменника.

Масло из поддона через фильтр-заборник 15 всасывается передним 12 и задним 17 насосами и подается в главную масляную магистраль, давление в которой поддерживается клапаном 11 главного давления.

Клапан главного давления 11 прямого действия предназначен для поддержания давления в главной магистрали гидросистемы.

В клапане применен дополнительный плунжер, который предназначен для повышения главного давления при включении заднего хода, чтобы увеличить усилие сжатия дисков фрикционных муфт при работе на этом режиме.

Клапан главного давления 11 обеспечивает два уровня главного давления:

нормальное от 1,1 до 1,3 МПа (от 11,0 до 13,0 кгс/см²);
повышенное от 1,4 до 1,6 МПа (от 14,0 до 16,0 кгс/см²) при включении заднего хода.

При достижении в главной магистрали необходимого давления клапан 11 главного давления направляет масло в ГДТ. Клапан 8 ограничения входного давления в ГДТ сливает излишки масла в поддон при увеличении давления более установленного предела. С выхода ГДТ нагретое масло поступает в теплообменник 9. Охлажденное масло сливается в поддон через подпорный клапан 14. При разгоне шасси производительность заднего насоса возрастает и на определенной скорости происходит автоматическое отключение переднего насоса.

Клапаны гидросистемы поддерживают в ней следующие величины давлений:

давление в системе смазки КП от 0,12 до 0,16 МПа (от 1,2 до 1,6 кгс/см²);

давление на входе в ГДТ от 0,15 до 0,55 МПа (от 1,5 до 5,5 кгс/см²);

давление на выходе из теплообменника от 0,12 до 0,16 МПа (от 1,2 до 1,6 кгс/см²).

От магистрали главного давления масло через фильтр 5 тонкой очистки подается в систему управления КП по двум магистралям:

непосредственно;

через модулирующий клапан 3 и клапан быстрого возврата 4.

Механизм регулирования давления (рисунок 3) предназначен для поддержания требуемых величин давлений в гидравлической системе ГМП.

Механизм состоит из двух корпусов с клапанами и расположен на карте ГДТ с левой стороны.

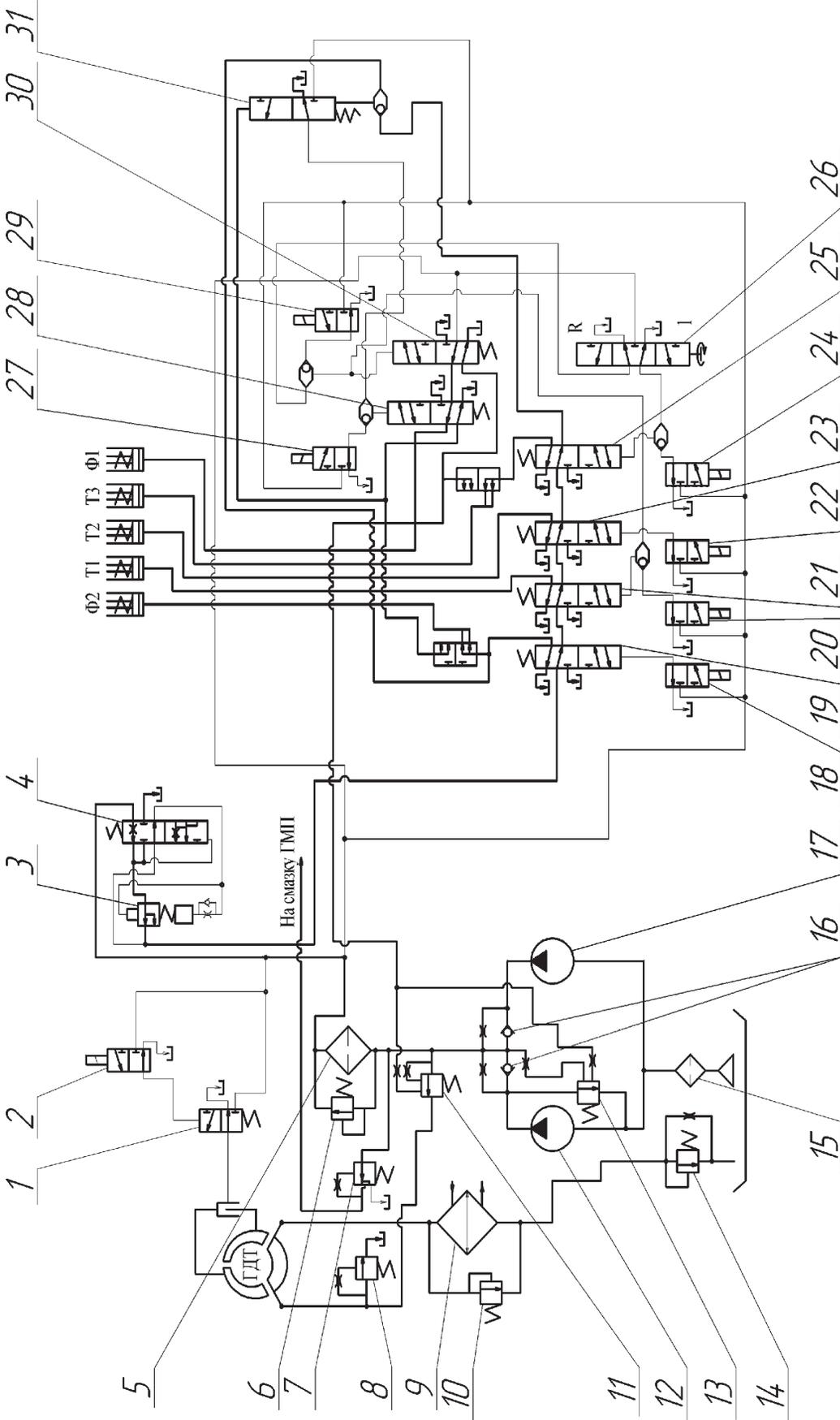


Рисунок 2 — Принципиальная схема гидравлической системы управления и жизнеобеспечения перспективных гидромеханических передач МЗКТ. ЭГК — электрогидравлический клапан;

ГДТ — гидродинамический трансформатор; 1 — клапан включения блокировки ГДТ; 2 — ЭГК блокировки ГДТ; 3 — модулирующий клапан; 4 — клапан быстрого возврата; 5 — фильтр тонкой очистки; 6 — перепускной клапан фильтра; 7 — клапан смазки; 8 — клапан ограничения входного давления в ГДТ; 9 — теплообменник; 10 — перепускной клапан теплообменника; 11 — клапан главного давления; 12 — передний насос; 13 — клапан отключения фрикционной муфты Ф2; 14 — подпорный клапан; 15 — фильтр-заборник; 16 — обратные клапаны; 17 — задний насос; 18 — ЭГК фрикционной муфты Ф2; 19 — исполнительный клапан включения фрикционной муфты Ф2; 20 — ЭГК включения фрикционной муфты Т1; 21 — исполнительный клапан включения фрикционной муфты Т1; 22 — ЭГК включения фрикционной муфты Т2; 23 — исполнительный клапан включения фрикционной муфты Т3; 24 — ЭГК включения фрикционной муфты Т3; 25 — исполнительный клапан включения фрикционной муфты Т3; 26 — клапан аварийного переключения; 27 — ЭГК включения фрикционной муфты Ф1; 28 — исполнительный клапан включения фрикционной муфты Ф1; 29 — ЭГК включения фрикционной муфты Т1 и Т3; 30 — исполнительный клапан включения фрикционной муфты Т1 и Т3; 31 — клапан защиты

Регулирование главного давления обеспечивается в результате слива жидкости из главной магистрали на вход в ГДТ. Два уровня давления обеспечивают управляющие плунжеры большего и меньшего диаметров. Под действием управляющего давления золотники регулирующих клапанов перемещаются в направлении сжатия возвратных пружин, обеспечивая необходимое открытие каналов, по которым циркулирует масло. Настройка клапанов осуществляется изменением количества шайб под возвратными пружинами.

Клапан 3 блокировки ГДТ и ЭГК 1 предназначены для включения фрикциона блокировки ГДТ. При перемещении золотника клапана 3 в сторону сжатия пружины масло из главной масляной магистрали подается к гидроцилиндру фрикциона блокировки и ГДТ блокируется. Перемещение золотника клапана происходит под воздействием гидравлического сигнала, подаваемого в торцевую управляющую полость золотника клапана 3 от включенного ЭГК 1, при подаче на его клемму электрического питания. При выключении ЭГК золот-

ник клапана возвращается в исходное положение и ГДТ разблокируется.

Клапан смазки 7 (см. рисунок 2) предназначен для поддержания давления рабочей жидкости в пределах 0,12 до 0,16 МПа (от 1,2 до 1,6 кгс/см²) для обеспечения надежного смазывания и охлаждения подшипников, зубчатых колес и дисков трения фрикционных элементов управления планетарного редуктора ГМП.

Модулирующий клапан 3 и клапан быстрого возврата 4 предназначены для обеспечения плавного нарастания давления в гидравлических цилиндрах фрикционных муфт ГМП.

Золотниковые исполнительные клапаны 1, 19, 21, 23, 25, 28, 30 предназначены для направления потоков рабочей жидкости в гидросистеме ГМП к соответствующим гидроцилиндрам фрикционных муфт, которые управляются электрогидравлическими клапанами (ЭГК) 2, 18, 20, 22, 24, 27, 29. Электрогидравлические клапаны по принципу действия представляют из себя трехлинейный двухпозиционный распределитель с электромагнитным управлением.

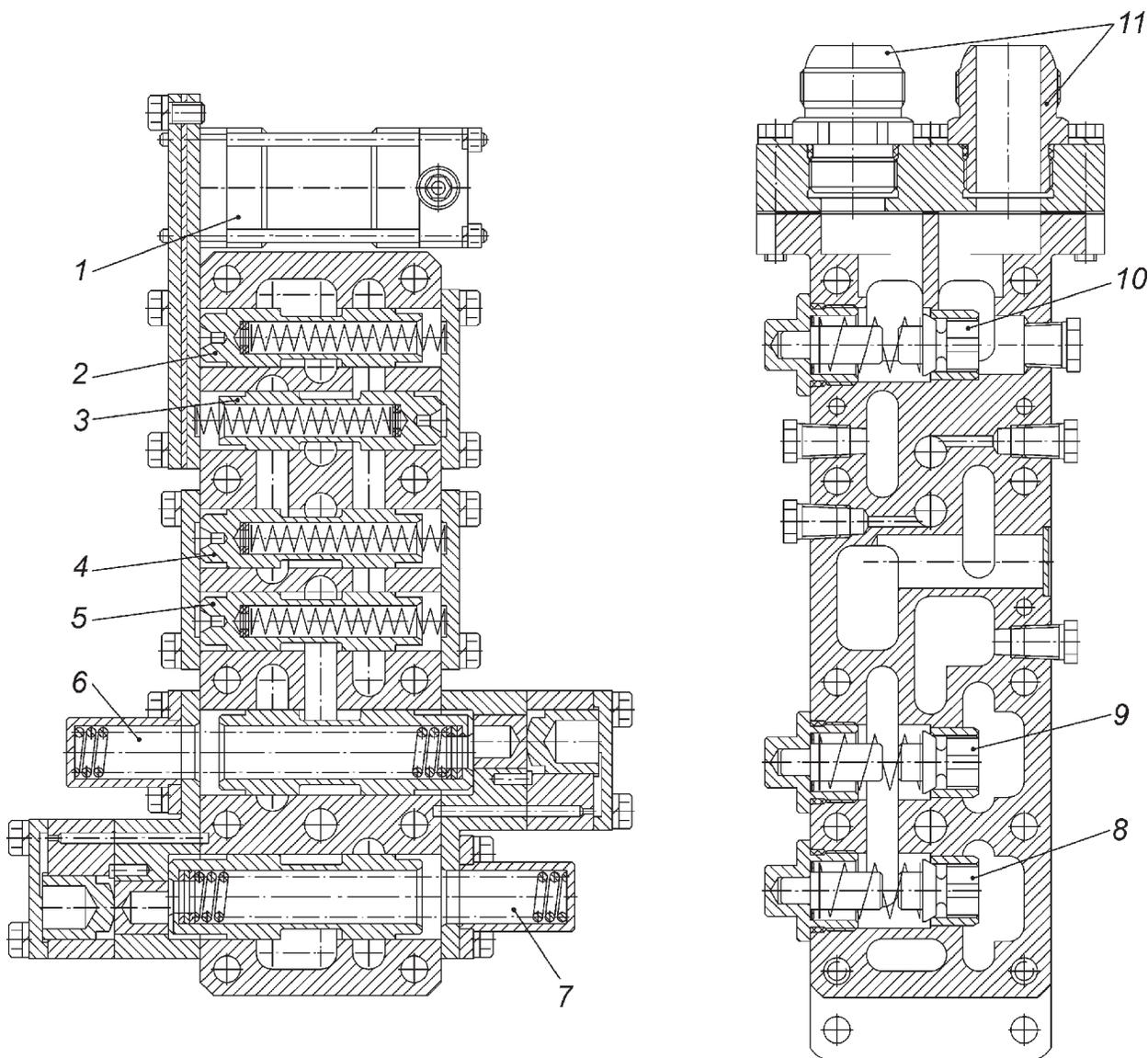


Рисунок 3 — Механизм регулирования давления: 1 — ЭГК блокировки ГДТ; 2 — подпорный клапан; 3 — клапан включения блокировки ГДТ; 4 — клапан смазки; 5 — клапан ограничения входного давления в ГДТ; 6 — клапан главного давления; 7 — клапан отключения переднего насоса; 8 — обратный клапан переднего насоса; 9 — обратный клапан заднего насоса; 10 — перепускной клапан теплообменника; 11 — штуцеры подключения теплообменника

Электрогидравлические клапаны (ЭГК) расположены в схеме таким образом, чтобы исключить включение на любой ступени более двух фрикционов. ЭГК, включающий более высокую ступень в планетарной коробке передач, отсекает поток масла к клапанам более низких ступеней, что вызывает менее значительные последствия при отказах в системе.

Порядок включения ЭГК на каждой из ступеней ГМП представлен в таблице 2.

Клапан аварийного переключения 26 обеспечивает включение первой передачи и заднего хода ГМП вручную с помощью рукоятки при возникновении аварийных ситуаций (выход из строя электропитания ГМП и другие аварийные случаи).

Клапан защиты 31 предназначен для повышения надежности системы. Он дублирует включение ЭГК № 5 на 5-й ступени. Наличие клапана позволяет защитить коробку передач от несанкционированных включений передач.

Фильтр-заборник 15 и фильтр тонкой очистки 5 обеспечивают предохранения гидросистемы ГМП от загрязнений. Фильтр-заборник представляет собой пакет металлических сеток, устанавливаемых во всасывающей магистрали гидросистемы перед насосами 12, 17. В фильтре-заборнике имеется 2 выходных канала, один из которых соединяется с всасывающей магистралью переднего насоса 12, второй — с всасывающей магистралью заднего насоса 17. Фильтр-заборник обеспечивает защиту гидросистемы ГМП от загрязнений размером 80 мкм и более.

Фильтр тонкой очистки 5 устанавливается перед участком гидросистемы, отвечающим за переключение передач, и обеспечивает защиту элементов гидропривода от загрязнений размером 20 мкм.

В конструкции фильтра тонкой очистки предусмотрен шариковый перепускной клапан 6, который срабатывает при загрязнении фильтра.

Работа системы управления

При подаче напряжения на соответствующий ЭГК масло от магистрали главного давления поступает под торец включающего золотника, который открывает проход масла от механизма плавности к бустеру соответствующего фрикциона. Происходит включение выбранной передачи.

Механизм плавности обеспечивает нарастание давления в бустере включаемого фрикциона по определенному закону. Механизм состоит из клапана быстрого возврата 4 и модулирующего клапана 3. Процесс включения фрикциона состоит из двух этапов: вначале идет быстрое заполнение бустера и выборка зазоров между дисками трения фрикциона, затем плавное сжатие пакета дисков трения.

Таблица 2 — Схема включения ЭГК на передачах ГМП

ЭГК	№1	№2	№3	№4	№5	№6
R						•
N						
1				•		
2			•			
3		•				
4	•					
5		•			•	

При отсутствии электропитания или выхода из строя электронного блока управления можно вручную включить первую передачу переднего или передачу заднего хода трансмиссии при помощи клапана аварийного переключения с помощью специальной рукоятки.

Механизм переключения передач состоит из корпуса 6 (рисунок 4) с золотниковыми клапанами и расположен на картере КП с левой стороны. При работе механизма переключения передач включение любого фрикциона обеспечивается перемещением исполнительного золотника. Для этого под торец золотника, противоположный возвратной пружине, подается масло от соответствующего ЭГК. Под действием давления золотник перемещается, сжимая пружину. После выключения ЭГК пружина возвращает золотник в исходное положение.

Электрогидравлические клапаны (ЭГК) расположены с левой стороны картера КП под механизмом переключения передач.

Полость вокруг правого шарика соединяется с главной масляной магистралью. Полость вокруг левого шарика соединяется со сливом. Между шариками установлен толкатель 10 (рисунок 5), сечение которого позволяет маслу перетекать вдоль его оси.

При отсутствии напряжения на клемме 1 клапана якорь 6 отведен пружиной 7 от клапана, а правый шарик прижат к своему седлу давлением масла и через толкатель отводит левый шарик от седла, соединяя выходной канал клапана со сливом.

При подаче напряжения катушка 4 клапана создает магнитное поле, которое вытягивает якорь в сторону шарикового клапана. Якорь прижимает левый шарик к седлу и через толкатель отводит правый шарик от седла. Масло из полости правого шарика поступает на выход из ЭГК и подводится в управляющую полость включающего золотника.

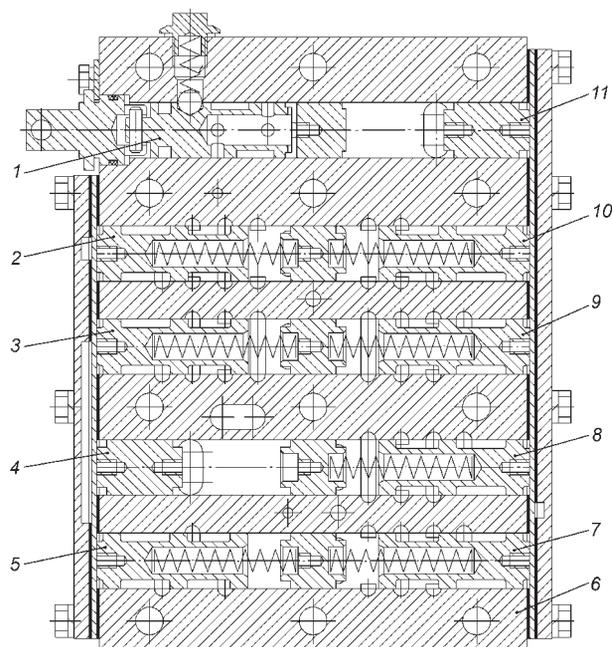


Рисунок 4 — Механизм переключения передач: 1 — клапан аварийного переключения; 2, 10 — клапаны блокировки включения фрикциона Ф1; 3 — клапан включения фрикциона Ф2; 4 — маятниковый клапан фрикциона Ф2; 5 — защитный клапан; 6 — корпус; 7 — клапан включения заднего хода; 8 — клапан включения фрикциона Т1; 9 — клапан включения фрикциона Т2; 11 — маятниковый клапан фрикциона Т3

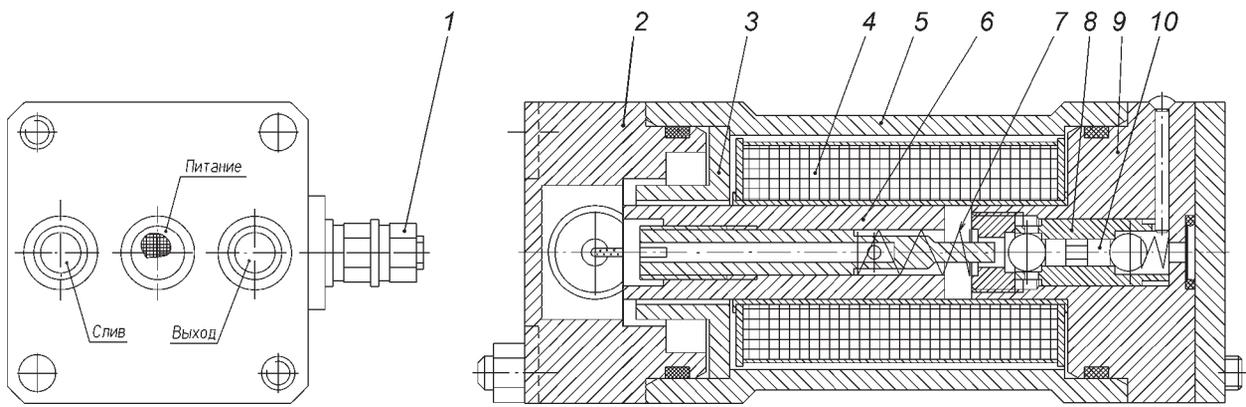


Рисунок 5 — Электрогидравлический клапан (ЭГК): 1 — клемма; 2 — крышка; 3 — втулка; 4 — катушка; 5 — кожух; 6 — якорь; 7 — пружина; 8 — седло; 9 — основание; 10 — толкатель

Заключение

Система автоматического управления, защиты и диагностики перспективных гидромеханических передач МЗКТ построена таким образом, что основные функции, связанные с выбором и переключением передач, блокировкой ГДТ, защиты и самодиагностики выполняет интеллектуальная электронная микропроцессорная система.

На гидравлическую часть системы управления возложены функции обеспечения и регулирование 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 ГДТ.

Такое разделение функций позволяет значительно упростить конструкцию гидравлической части САУ ГМП, повысить надежность системы управления в целом.

Список литературы

1. Цитович, И.С. Анализ и синтез планетарных коробок передач автомобилей и тракторов / И.С. Цитович, В.Б. Альгин, В.В. Грицкевич. — Минск: Наука и техника, 1987.
2. Тарасик, В.П. Фрикционные муфты автомобильных гидромеханических передач / В.П. Тарасик, под ред. канд. техн. наук М.П. Бренча. — Минск: Наука и техника, 1973.
3. Лapidус, В.И. Гидромеханические передачи автомобилей / В.И. Лapidус, В.А. Петров. — М.: Машгиз, 1961. — 496 с., ил.

Nikolaev Yu.I., Poddubko S.N., Mackiewicz A.A., Staskevich S.G., Pavlov Yu.E.

Unified hydraulic system of automatic control and life support for the family prospective hydromechanical transmission MWTP

In the paper considered the schematic circuit, operating principle and arrangement of components assemblies and mechanisms unified hydraulic control system and life support for the family prospective hydromechanical transmission MWTP. The parameters and characteristics are shown for the main regulatory systems and hydraulic mechanisms.

Поступила в редакцию 24.03.2011