

## **Объемно-гидромеханическая трансмиссия для мобильного робототехнического комплекса**

К.Ю. Машков<sup>1</sup>, В.Н. Наумов<sup>1</sup>, И.В. Рубцов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва 105005, Россия

*Рассмотрена возможность установки на робототехнический комплекс объемно-гидромеханической передачи, в которой использован объемный гидропривод ГСТ-90 с управляемыми клапанами. Представлены кинематическая схема гидромеханической передачи и описание работы трансмиссии.*

**E-mail: kafcm9@cm.bmstu.ru**

**Ключевые слова:** гидромеханическая передача, трансмиссия, транспортное средство, двигатель.

Использование оригинальных разработок при модернизации военной техники, а также при создании ее перспективных образцов позволяет сократить сроки их создания. На современном этапе прослеживается тенденция увеличения доли бронированных машин в системе вооружения сухопутных войск. Бронированные шасси используют не только на боевых, но и на целом ряде вспомогательных машин обеспечения, причем в ближайшее время тенденция насыщения сухопутных войск бронированными вспомогательными машинами сохранится. Анализ развития вооружения свидетельствует о постепенном прогрессе машинного интеллекта боевой техники от программного к интеллектуальному. Причем по пути традиционной автоматизации будут развиваться в основном боевые средства вплоть до сложных комплексов-роботов, а создание специальных робототехнических систем следует ожидать в областях боевого, специально-технического и тылового обеспечения, а также для решения специальных задач (охрана, прикрытие второстепенных направлений, вскрытие обороны противника и т. п.). Оба направления будут развиваться, влияя одно на другое, вплоть до возможного слияния. Следует отметить, что близкий подход к решению этой проблемы реализуется в армии США.

Известны различные организационные, научно-технические и другие пути сокращения людских потерь и защиты личного состава в различных формах применения оружия и военной техники. Сюда можно отнести реализацию принципов “безлюдных технологий”, обслуживания наземного вооружения путем дистанцирования боевых расчетов (обслуживающего персонала) от источника опасности (выведение из-под огня противника, удаление от опасных в служебном обращении боеприпасов и т. п.). Поэтому необходимость создания робототехнических комплексов в интересах сухопутных войск вызвана главным образом актуальностью требования снижения потерь

среди военнослужащих, выполняющих свои функциональные обязанности, а также рядом факторов, к основным из которых следует отнести:

- достижения научно-технического прогресса;
- изменения, происходящие в характере современного общевойскового боя;
- физиологические возможности человека, не обеспечивающие эффективное применение вооружения и военной техники на поле боя;
- достижение боевых потенциальных возможностей как образцов вооружения и военной техники, так и подразделений и частей при решении боевых задач.

Учитывая резкое увеличение объема и сложности боевых задач, значительный рост потерь бронетанковой техники в современном бою, возникает объективная необходимость приведения в соответствие возможностей экипажа и машины характеру выполняемых задач в сложных условиях ведения боевых действий. Дело в том, что члены экипажа не в состоянии длительное время обеспечивать это соответствие вследствие малого быстродействия систем управления огнем и движением в условиях жесткого лимита времени. Возросшие возможности оружия по поражению личного состава обуславливают не только необходимость принятия радикальных мер по обеспечению живучести экипажей боевых машин, но и в условиях, превышающих степень “допустимого риска”, исключения непосредственного участия человека при решении некоторых задач.

Однако даже кратковременная остановка подразделений для поиска и уничтожения целей позволит противнику сосредоточивать огонь на атакующих силах и средствах, что, естественно, увеличивает уровень наносимых им потерь.

Безостановочное движение робототехнических средств обеспечит более высокий темп наступления и уменьшит время пребывания под огнем, что существенно снизит уровень наносимых потерь атакующему эшелону. При этом повысится устойчивость робототехнических средств к воздействию противотанковых средств противника и увеличится продолжительность сохранения ими своих функциональных свойств как средств поддержки атакующих подразделений.

Одно из направлений решения данных проблем — роботизация существующей боевой техники [1], при этом материальные затраты будут зависеть от степени модернизации. В подлежащих роботизации боевых и вспомогательных машинах, как правило, необходимо заменить моторно-трансмиссионную установку, которая в подавляющем большинстве случаев морально устарела, не позволяет обеспечить прогрессивную тягово-динамическую характеристику машины и автоматизировать систему управления.

Одним из перспективных направлений развития трансмиссий гусеничных машин и робототехнических средств является создание

объемно-гидромеханических трансмиссий с повышенным КПД. Используя разработанные ранее схемы для тяжелых машин [2], предлагается упрощенная конструкция для машин легкой категории, которая позволит роботизировать военные гусеничные машины типа БМД 1 или БМД 2.

Исходя из тактико-технических характеристик машин данного класса, предлагается схема двухрежимной объемно-гидромеханической передачи с управляющими клапанами для мобильного робототехнического комплекса на основе отечественного объемного гидропривода ГСТ-90 с управляющими клапанами [3, 4].

Приведенная на рисунке двухрежимная объемно-гидромеханическая передача содержит ведущий 1 и ведомый 21 валы, две связанные между собой гидромашинны: регулируемый гидронасос 40 и нерегулируемый гидромотор 33. В корпусе передачи размещены базовый механизм 18, коробка согласующих передач 9, привод 45 гидронасоса 40, привод 46 гидромотора 33, шунтирующий клапан 38 и блокирующий клапан 35.

Базовый механизм 18 представляет собой планетарный четырехзвенник, который состоит из двух дифференциалов, содержащих две соединенные между собой солнечные шестерни 17 и 20, водила 25 и 22, сателлиты 16 и 19, а также эпициклические шестерни 15 и 23.

Коробка согласующих передач 8 содержит согласующую передачу второго диапазона, которая состоит из шестерен 7, 31 и планетарного механизма, в составе солнечная шестерня 27, водило 28 с сателлитами 29 и эпициклическая шестерня 30; согласующую передачу третьего диапазона, состоящую из шестерен 14, 24; согласующую передачу четвертого диапазона, которая состоит из шестерен 10, 26; согласующую передачу второго диапазона заднего хода, которая состоит из шестерен 6, 32 и промежуточной шестерни; зубчатую муфту 8 включения второго и четвертого диапазонов; зубчатую муфту 12 включения первого и третьего диапазонов; неподвижный зубчатый венец 13 первого диапазона; зубчатый венец 11 третьего диапазона и зубчатую муфту 4 включения второго диапазона заднего хода.

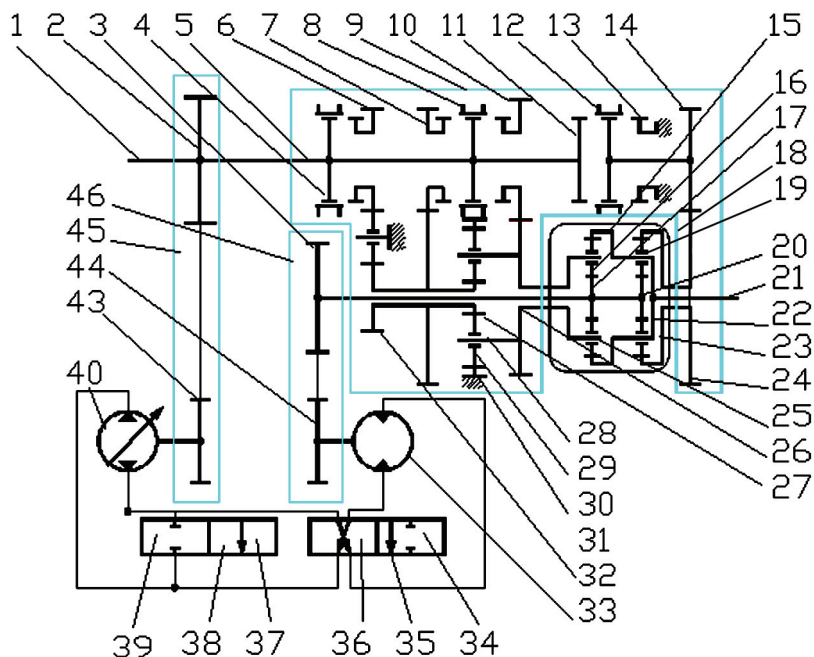
Ведомый вал 21 соединен с водилом 22 и эпициклической шестерней 15 базового механизма 18. Эпициклическая шестерня 23 соединяется через шестерни 24 и 14 согласующей передачи третьего диапазона и зубчатую муфту 12 с зубчатым венцом 11 третьего диапазона, установленным на валу 5, или с неподвижным зубчатым венцом 13 первого диапазона.

Водило 25 базового механизма соединено с водилом 28 привода второго диапазона и с ведомой шестерней 26 привода четвертого диапазона. Солнечная шестерня 27 соединена с ведомой шестерней 31 привода второго диапазона. На валу 5 установлена зубчатая муфта 8, посредством которой вал 5 сцепляется с шестерней 7 согласующей передачи второго диапазона и с шестерней 10 согласующей передачи четвертого диапазона. Также на валу 5 установлена зубчатая муфта 4,

посредством которой вал 5 сцепляется с шестерней 6 согласующей передачи второго диапазона заднего хода.

Привод 45 гидронасоса 40 состоит из ведущей шестерни 2, соединенной с валом 1, и ведомой шестерни 43, соединенной с гидронасосом 40. Привод 46 гидромотора 33 состоит из ведущей шестерни 44, соединенной с гидромотором 33, и ведомой шестерни 3, соединенной с солнечными шестернями 17 и 20 базового механизма 18.

Блокирующий клапан 35 имеет два положения 36 и 34. В положении 36 происходит соединение гидролиний гидронасоса 40 и гидромотора 33, а в положении 34 — соединение между собой гидролиний гидронасоса 40 и замыкание гидролиний гидромотора 33, при этом гидромотор работает в тормозном режиме. Включение шунтирующего клапана 38 в положение 39 обеспечивает соединение гидролиний гидронасоса 40 и гидромотора 33, а в положение 37 — соединение между собой гидролиний гидронасоса 40 и замыкание гидролиний гидромотора 33.



### Кинематическая схема двухрежимной объемно-гидромеханической передачи

Объемно-гидромеханическая передача позволяет реализовать следующие режимы работы: шесть механических однопоточных передач прямого хода, две механические однопоточные передачи заднего хода, режим стояночного тормоза.

Порядок включения элементов управления приведен в таблице.

Порядок включения элементов управления (см. рисунок)

Диапазон	Номер передачи	Параметр регулирования гидронасоса	Зубчатые муфты для передачи					Блокирующий клапан 38		Шунтирующий клапан 35	
			I 12, 13	III 12, 11	II 8; 7	IV 8; 10	3X 4; 6	36	34	39	37
1	—	0...1	1	—	—	—	—	1	—	1	—
	I	1	—	1	—	—	—	1	—	—	1
2	—	1...0	—	—	1	—	—	1	—	1	—
	II	0	—	1	—	—	—	—	1	1	—
	—	0...-1	—	—	1	—	—	1	—	1	—
	III	-1	—	1	—	—	—	1	—	—	1
3	—	-1...0	—	1	—	—	—	1	—	1	—
	IV	0	—	1	—	—	—	—	1	1	—
	—	0...1	—	1	—	—	—	1	—	1	—
	V	1	—	1	—	1	—	1	—	—	1
4	—	1...0	—	—	—	—	1	—	—	1	—
	VI	0	—	—	—	1	—	—	1	1	—
	—	0...-1	—	—	—	—	1	—	—	1	—
	—	0...-1	1	—	—	—	—	1	—	1	—
13X	13X	-1	1	—	—	—	—	1	—	—	1
	—	-1...0	1	—	1	—	—	1	—	1	—
23X	13X	0	—	1	—	—	—	—	1	1	—
	—	0...1	—	—	—	—	—	1	—	1	—

Представленная трансмиссия роботизируется при минимальных затратах на управление, так как при переключении диапазонов происходит автоматическая синхронизация переходного процесса “включения” муфт смежных диапазонов независимо от угловой скорости на входе передачи. При этом переключение выполняется муфтами без “утыкания” зубьев благодаря относительной скорости полумуфт  $\Delta\omega < 3$  рад/с.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчак В.Ю., Погребняк Р.Н., Лапшов В.С. Влияние технологического совершенства вооружения и военной техники на формы и способы вооруженной борьбы // Вестник академии военных наук. — 2011. — № 1 (34).— С. 116—123.
2. Наумов В.Н., Сухоруков Е.А., Жебелев К.С. Выбор схемы и параметров трансмиссии лесопромышленного трактора // Вестник транспортного машиностроения. — 1996. — № 4–6. — С. 67—74.
3. Прокофьев В.Н. Машиностроительный гидропривод. — М.: Машиностроение, 1978. — 495 с.
4. Казмиренко В.Ф. Электрогидравлические мехатронные модули движения, основы теории и системное проектирование. — М.: Радио и связь, 2001. — 211 с.

Статья поступила в редакцию 28.10.2012