

## РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОВ ТИПА ЛГ

**Анцев В. Ю.,**

*завкафедрой, д-р техн. наук*

**Трушин Н. Н.,**

*проф., д-р техн. наук*

*Тульский государственный университет, г. Тула*

Рассматривается проект гидромеханической передачи на основе серийного четырехколесного гидротрансформатора типа ЛГ. Спроектированная передача предусматривает три варианта работы гидротрансформатора: в одноступенчатом режиме, в режиме двухступенчатого гидротрансформатора и в режиме двухтурбинного гидротрансформатора.

**Ключевые слова:** самоходная машина, трансмиссия, гидродинамический трансформатор.

## INCREASING TORQUE CONVERTERS FUNCTIONALITY

The project of hydro-mechanical transmission based on serial four-wheel torque converter is considered. The transmission is designed for decision three work regimes: with one-stage torque converter, two-stage or twin-turbine torque converter.

**Keywords:** self-propelled vehicle, transmission, torque converter.

В трансмиссиях самоходных подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин отечественной разработки применяются гидромеханические передачи (ГМП), в которых используются одноступенчатые четырехколесные гидротрансформаторы, с реактором, состоящим из двух рабочих колес. Такие гидротрансформаторы применяются в ГМП городских автобусов, тяжелых грузовых автомобилей и тягачей, карьерных самосвалов, промышленных колесных и гусеничных тракторов, фронтальных погрузчиков, автогрейдеров, скреперов, маневровых тепловозов, машин военного назначения [1]. Первые отечественные образцы таких гидротрансформаторов типа ЛГ с литыми рабочими колесами из алюминиевых сплавов были разработаны в конце 1950-х — начале 1960-х гг. в НАМИ под руководством С. М. Трусова [2]. Максимальное значение коэффициента трансформации для четырехколесных гидротрансформаторов с непрозрачной характеристикой достигает значений  $K = 3,0-3,6$  [3]. Одновременно также были сконструированы унифицированные гидротрансформаторы с тремя рабочими колесами (т. е. с одним реактором) и коэффициентами

трансформации  $K = 2,4-2,9$ . На основе отечественных разработок был принят стандарт ГОСТ 20228-74 «Гидротрансформаторы грузовых автомобилей, автобусов и тракторов. Основные параметры», который предусматривает номенклатуру трех- и четырехколесных гидротрансформаторов с активными диаметрами от 340 до 530 мм.

Конструкция гидротрансформаторов типа ЛГ имеет резервы для модернизации. Один из вариантов модернизации состоит в преобразовании исходного одноступенчатого гидротрансформатора в двухступенчатый или двухтурбинный, что позволяет увеличить коэффициент трансформации и расширить тем самым диапазон преобразования вращающего момента двигателя. В качестве прототипа для проектирования использована конструкция двухступенчатого блокируемого гидротрансформатора Ultramatic компании Packard Motor Car Company (патент США № 2630895, 1953 г.), разработанный инженером Форестом МакФарландом (Forest McFarland). Позднее в ГМП Twin Ultramatic гидротрансформатор стал комплексным благодаря установке реактора на муфте свободного хода (рис. 1). Гидротрансформаторы Ultramatic содержат четыре рабочих колеса: насос Н, первая и вторая турбины Т1 и Т2 центростремительного и осевого типов соответственно, реактор Р, связанный с корпусом посредством муфты свободного хода МСХ.

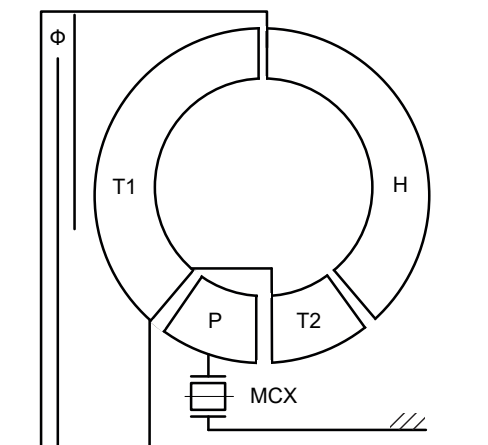


Рис. 1. Схема двухступенчатого гидротрансформатора Ultramatic

Турбина второй ступени Т2 в круге циркуляции рабочей жидкости расположена после турбины первой ступени Т1 и реактора Р перед входом в насос Н. Фрикционная муфта Ф блокирует гидротрансформатор. Соединение первой и второй турбин между собой осуществляется внутри гидротрансформатора при помощи специальных фланцев и болтов, что в определенной степени усложняет конструкцию гидротрансформатора [4; 5]. Коэффициент трансформации гидротрансформатора Ultramatic равен 2,4.

Лопаточная система исходного гидротрансформатора типа ЛГ с двумя реакторными колесами позволяет использовать колесо второго реактора как вторую турбину с соответствующим профилированием лопаток. Это может быть достигнуто за счет осуществления механической связи между первым и вторым турбинными колесами за пределами корпуса гидротрансформатора. Первый реактор выполняет свои обычные функции, но при этом может

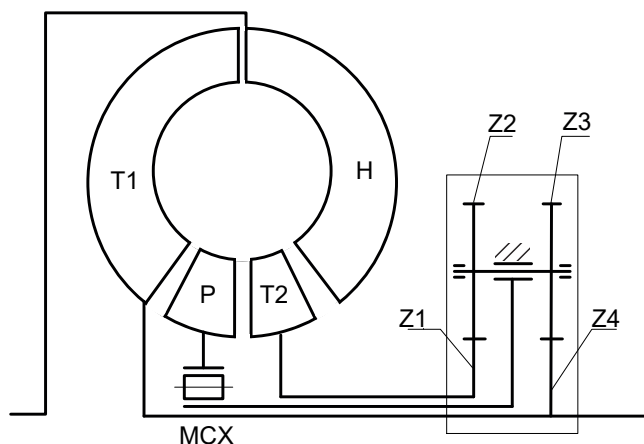


Рис. 2. Схема спроектированного гидротрансформатора

потребуется коррекция параметров его лопаток. По сравнению с исходным гидротрансформатором типа ЛГ, конструкция нового гидротрансформатора существенно не изменяется. На рис. 2 приведена кинематическая схема спроектированного гидротрансформатора [6].

Гидротрансформатор содержит насос Н, который соединен с ведущим валом, первую турбину Т1 центростремительного типа, которая соединена с ведомым валом, реактор Р, вторую турбину Т2 осевого типа. Первая и вторая турбины соединяются между собой через двухступенчатую зубчатую передачу Z1-Z2-Z3-Z4. При этом передаточное отношение зубчатой передачи  $(Z2/Z1) \times (Z4/Z3)$  является положительным по знаку, поскольку турбины должны иметь одинаковое направление вращения. Реактор Р, как и в исходном гидротрансформаторе, связан с корпусом ГМП с помощью муфты свободного хода МСХ, обеспечивая режим гидромуфты. Гидротрансформатор также может иметь муфту блокировки, которая на схеме не показана.

Рабочая жидкость, выходящая из насосного колеса Н, последовательно проходит через первую турбину Т1, реактор Р, вторую турбину Т2 и возвращается в насосное колесо. Вращающий момент, возникающий на первой турбине Т1, непосредственно передается на ведомый вал. Вращающий момент, возникающий на второй турбине Т2, через зубчатую передачу Z1-Z4 передается на ведомый вал и суммируется с вращающим моментом, поступающим от первой турбины Т1.

Если передаточное число зубчатой передачи  $(Z2/Z1) \times (Z4/Z3)$  равно 1, то гидротрансформатор является двухступенчатым в соответствии с классификацией гидротрансформаторов [7], так как его турбины Т1 и Т2 вращаются в этом случае с одинаковой угловой скоростью. Если же передаточное число зубчатой передачи больше 1 (передача понижающая), то в соответствии с той же классификацией гидротрансформатор уже является двухтурбинным, так как его

турбины Т1 и Т2 вращаются с разными угловыми скоростями, а суммирование вращающих моментов турбин также осуществляется при помощи зубчатых передач на ведомом валу.

На рис. 3 приведена модифицированная кинематическая схема ГМП, в которой согласующая зубчатая передача является регулируемой. Изменение передаточных чисел  $(Z2/Z1) \times (Z6/Z5)$  и  $(Z4/Z3) \times (Z6/Z5)$  осуществляется при помощи двух муфт Ф1 и Ф2 соответственно. Если муфты Ф1 и Ф2 выключены, то гидротрансформатор работает в одноступенчатом режиме, а турбина Т2 свободно вращается в потоке рабочей жидкости. При включении одной из муфт Ф1 или Ф2 гидротрансформатор будет работать или как двухступенчатый, или как двухтурбинный. Таким образом, такая ГМП имеет три варианта конфигурации одного и того же гидротрансформатора.

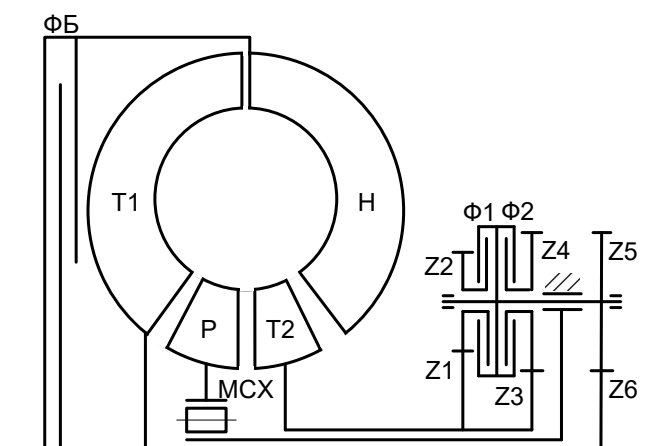


Рис. 3. Схема ГМП с комбинированным гидротрансформатором

Внешняя механическая связь между турбинами первой и второй ступеней позволяет получить новые свойства гидротрансформатора при сохранении высокой степени унификации с исходной конструкцией. Предлагаемый гидротрансформатор ориентируется на применение в трансмиссиях грузовых автомобилей, тракторов, подъемно-транспортных, строительно-дорожных и иных самоходных машин на колесном и гусеничном ходу.

### Список литературы

1. Нарбут А. Н. Гидромеханические передачи автомобилей : учеб. пособие. М. : ООО «Гринлайт+», 2010. 192 с.
2. Трусов С. М. Семейство гидротрансформаторов с улучшенными характеристиками для грузовых автомобилей и городских автобусов // Автомобильная промышленность. 1965. № 8. С. 17–19.

3. *Трусов С. М.* Автомобильные гидротрансформаторы. М. : Машиностроение, 1977. 271 с.
4. *Хельдт П. М.* Автомобильные сцепления и коробки передач. М. : Машгиз, 1960. 440 с.
5. *Лapidус В. И., Петров А. В.* Гидромеханические передачи автомобилей. М. : Машгиз, 1961. 495 с.
6. *Анцев В. Ю., Трушин Н. Н.* Гидротрансформатор. Патент РФ на изобретение № 2761683. Заявл. 23.06.2021. Оpubл. 13.12.2021. БИ № 35. МПК<sup>8</sup> F16H 41/00, F16 47/06. 8 с.
7. *Мазалов Н. Д., Трусов С. М.* Гидромеханические коробки передач. М. : Машиностроение, 1971. 296 с.