

П.О. Береснев, В.И. Филатов, А.А. Еремин, Д.М. Порубов, М.Р. Коленик,
К.А. Кожевников, М.С. Кусев, В.С. Макаров, В.Е. Колотилин, А.А. Куркин

РАСЧЕТ ГИДРООБЪЕМНОЙ ТРАНСМИССИИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева (НГТУ)

В статье рассмотрено автономное мобильное робототехническое средство. Проанализирована возможность установки гидрообъемной трансмиссии на шасси. Приведена кинематическая схема. Представлены формулы для расчета гидрообъемной трансмиссии. Дан график динамической характеристики. Приведены краткие технические характеристики автономного мобильного робототехнического комплекса с гидрообъемной трансмиссией. Показано, что применение гидрообъемной трансмиссии приводит к увеличению подвижности и маневренности.

Ключевые слова: автономный мобильный робототехнический комплекс, гидрообъемная трансмиссия.

В ходе анализа подвижности [1-3] автономного мобильного робототехнического комплекса (АМРК) было установлено, что выбранная ранее механическая трансмиссия не обеспечивает достаточной проходимости и маневренности, также имеются ограничения по компоновке.

Для увеличения подвижности и маневренности в стесненных дорожно-грунтовых условиях движения береговых линий для АМРК [4-9] было предложено устанавливать гидрообъемную трансмиссию (ГОТ). Чтобы обосновать данное предложение, необходимо выбрать подходящую кинематическую схему и произвести тяговый расчет с целью выбора основных параметров трансмиссии шасси.

Первоначальный анализ позволил выбрать кинематическую схему трансмиссии шасси, показанную на рис. 1.

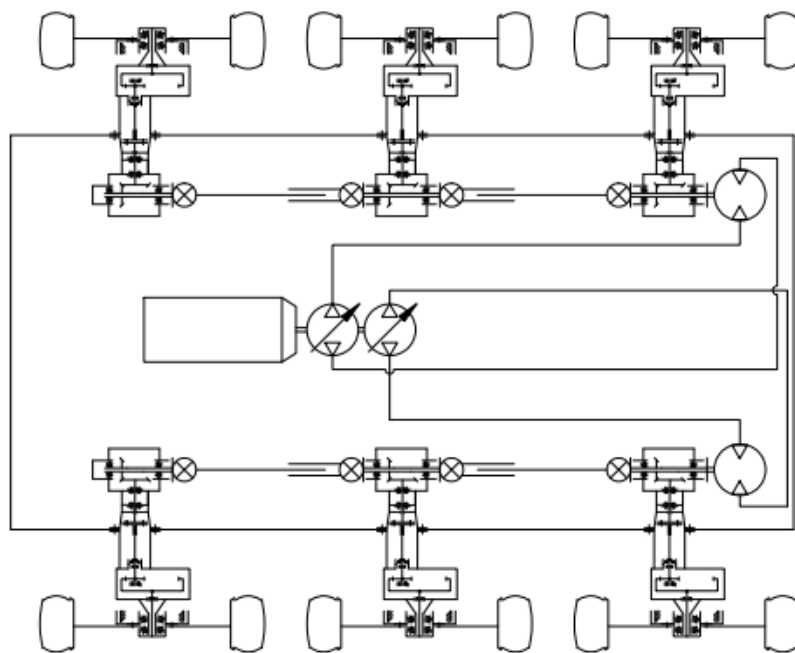


Рис. 1. Схема трансмиссии АМРК с гидрообъемной трансмиссией

Для расчета параметров насоса ГОТ используются следующие формулы:

$$Q = \frac{Vg \cdot n \cdot \eta_v}{1000}, \quad (1)$$

где Q - подача, л/мин; Vg - геометрический объем, см³; n - частота вращения, мин⁻¹; η_v - коэффициент полезного действия (КПД) объемный.

$$M_{\text{пр}} = \frac{1,56 \cdot Vg \cdot \Delta p}{100 \cdot \eta_{mh}}, \quad (2)$$

где $M_{\text{пр}}$ - потребляемый момент, приводной, Н·м; Δp - разность давлений, кгс/см²; η_{mh} - гидромеханический КПД.

$$N_{\text{пр}} = \frac{M \cdot n}{9549} = \frac{Q \cdot \Delta p}{612 \cdot \eta_t}, \quad (3)$$

где $N_{\text{пр}}$ - приводная мощность, кВт; $\eta_t = \eta_v \cdot \eta_{mh}$ - КПД полный.

Для расчета параметров гидромотора ГОТ используются следующие формулы:

$$Q = \frac{Vg \cdot n}{1000 \cdot \eta_v}, \quad (4)$$

$$M_{\text{эф}} = \frac{1,56 \cdot Vg \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh}}{100}, \quad (5)$$

где $M_{\text{эф}}$ - эффективный момент, Н·м.

$$N_{\text{эф}} = \frac{M \cdot n}{9549} = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot \eta_t}{612}, \quad (6)$$

где $N_{\text{эф}}$ - эффективная мощность, кВт.

$$n = \frac{Q \cdot 1000 \cdot \eta_v}{Vg}. \quad (7)$$

Для наглядности на базе результатов проведенных расчетов были построены графики тягово-скоростных характеристик АМРК с установленной ГОТ, показанные на рис.1.

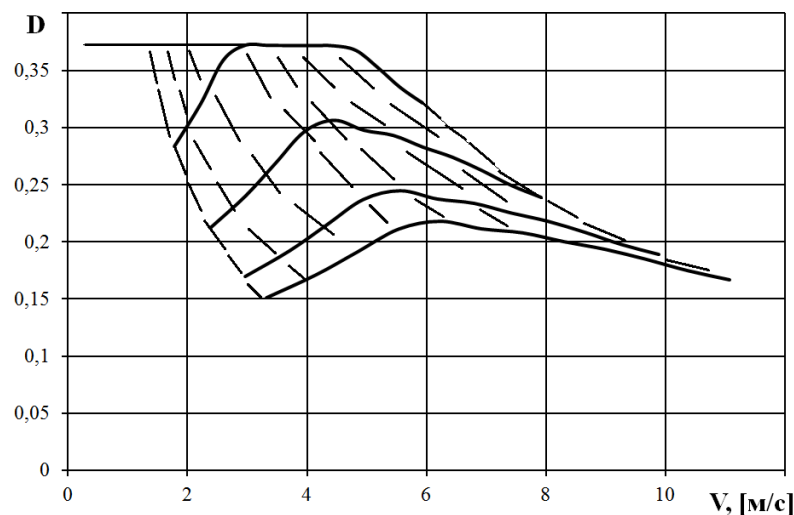


Рис. 2. Динамическая характеристика АМРК с ГОТ

На графике можно наблюдать, что ГОТ обеспечивает плавное изменение динамической характеристики, что в свою очередь обеспечивает плавное передвижение по береговым линиям. Это положительно влияет на работу высокоточного оборудования, которое установлено на АМРК и необходимо для выполнения задач по мониторингу водной поверхности. Таким образом, ГОТ обеспечивает комплекс необходимыми тягово-скоростными характеристиками и маневренностью, и предоставляет возможность установки дополнительного технического оборудования без добавления большого количества вспомогательных элементов и с наименьшими потерями мощности.

В результате расчетов были получены следующие характеристики ГОТ трансмиссии АМРК (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики АМРК с ГОТ

Характеристика	Значение
Полная масса АМРК, кг	1500
Двигатель, мощность, кВт	60
Тип трансмиссии	Гидрообъемная
Гидромоторы, тип, объем, см ³	Регулируемый типа тандем, 28 см ³
Гидронасосы, объем, см ³	Нерегулируемый, 55 см ³
Передаточные числа	
- бортовая передача	2,77
- колесный редуктор	1,94

Таким образом, на АМРК можно использовать ГОТ с узлами и агрегатами отечественного производства. Это позволит повысить подвижность и маневренность в стесненных дорожно-грунтовых условиях движения береговых линий, что в значительной мере повысит производительность и эффективность использования данного комплекса в тяжелых условиях при выполнении поставленных задач.

Представленные результаты получены в ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (соглашение № 14.574.21.0089 (уникальный идентификатор соглашения - RFMEFI57414X0089)).

Библиографический список

1. **Беляков, В.В.** Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, А.М.Беляев, М.Е.Бушуева, У.Ш.Вахидов, К.О.Гончаров, Д.В.Зезюлин, В.Е.Колотилин, К.Я.Лелиовский, В.С.Макаров, А.В.Папунин, А.В.Тумасов, А.В.Федоренко // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 3 (100). С. 145-174.
2. **Беляков, В.В.** Подвижность наземных транспортно-технологических машин / В.В.Беляков, Д.В.Зезюлин, В.Е.Колотилин, В.С.Макаров // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 4. С. 72-77.
3. Полотно пути транспортно-технологических машин. Под общей редакцией В.В. Белякова и А.А. Куркина. Нижний Новгород, 2014. 447 с.
4. **Беляков, В.В.** Шасси робототехнического комплекса мониторинга прибрежной зоны / В.В. Беляков, А.А.Куркин, Д.В. Зезюлин, В.С.Макаров // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2014. №4(106) С. 353-357.

5. **Беляев, А.М.** Разработка автономного мобильного робототехнического комплекса для мониторинга окружающей среды и экологической безопасности прибрежных районов / А.М.Беляев, В.В.Беляков, П.О.Береснев, Д.В.Зезюлин, К.И.Кузнецов, А.А.Куркин, В.С.Макаров, Е.Н.Пелиновский, Д.Ю.Тюгин // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Промышленная экология» / под общ. ред. Басалай И.А. // БНТУ, Минск, 2015, - С. 29-34.
6. **Куркин, А.А.** Новые тенденции в обследовании цунами / А.А.Куркин, Е.Н.Пелиновский, В.В.Беляков, В.С.Макаров, Д.В.Зезюлин // Экологические системы и приборы. 2014. № 12. С. 40-55.
7. **Belyakov, V.** Application of autonomous robotized systems for the collection of nearshore topographic changing and hydrodynamic measurements / V. Belyakov, V.Makarov, D. Zezyulin, A. Kurkin, E. Pelinovsky // Geophysical Research Abstracts Vol. 17, EGU2015-1172, 2015 EGU General Assembly 2015.
8. **Kurkin, A.** Autonomous Robotic System for Coastal Monitoring / A. Kurkin, E.Pelinovsky, D.Tyugin, A. Giniyatullin, O. Kurkina, V.Belyakov, V. Makarov, D. Zeziulin, K. Kuznetsov // Proceedings of the 12th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 2015, pp. 933-944.
9. **Makarov, V.** Development of chassis of robotic system for coastal monitoring / V. Makarov, A. Kurkin, D.Zeziulin, V. Belyakov // Proceedings of the 13th European Conference of the International Society for Terrain-Vehicle Systems, Rome, Italy. 2015. p. 524-529.

*Дата поступления
в редакцию 25.02.2016*

**P. Beresnev, V. Filatov, A. Eremin, D. Porubov, M. Kolenik,
K.Kozhevnikov, M. Kusev, V.Makarov, V. Kolotilin, A. Kurkin**

CALCULATION OF HYDROSTATIC TRANSMISSION FOR AUTONOMOUS MOBILE ROBOTIC SYSTEM

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev (NNSTU)

The article describes an autonomous mobile robotic system (AMRS). The possibility of installing hydrostatic transmission into the chassis of AMRS is analyzed. Kinematic scheme is shown. Formulas for the calculation of hydrostatic transmission are shown. Graph of dynamic characteristics is given. Brief technical characteristics of the autonomous mobile robotic system with hydrostatic transmission are shown. It is shown that the use of the hydrostatic transmission leads to increasing agility and maneuverability.

Key words: autonomous mobile robotic system, hydrostatic transmission.