

Савец Никита Александрович
Магистрант департамента Компьютерно-интегрированных
производственных систем, Политехнический институт
Дальневосточный федеральный университет

РАЗРАБОТКА МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Аннотация. В статье представлена разработка манипулятора для телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА) с высокой грузоподъемностью и третьей степенью подвижности. Особенностью конструкции является исключительно электрическая приводная система, позволяющая обеспечить высокоточное управление и упрощенную эксплуатацию в морской среде.

Ключевые слова: Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА); манипулятор; электрический привод; морская среда; схват манипулятора (захватное устройство); гидродинамическое сопротивление.

В последние годы наблюдается тенденция к пересмотру архитектур приводов рабочих органов НПА в сторону электрических систем. Развитие технологий герметизации, создание маслonaполненных электродвигателей и улучшение характеристик редукторных передач позволили электроприводным манипуляторам конкурировать с гидравлическими аналогами. Электрические приводы предлагают преимущества в виде более точного позиционирования, простоты интеграции с цифровыми системами управления и отсутствия необходимости в гидравлических магистралях

Одной из сложнейших частей в разработке подводного аппарата является разработка его навесного оборудования, в том числе манипуляторов.

Манипулятор состоит из схвата – захватного устройства, необходимого для схватывания объектов, а также степеней свободы необходимых для изменения позиции схвата. Конструкция схвата обязательно должна обеспечивать захват объектов диаметром от 250 до 533 мм (одни из самых распространенных размеров объектов, обладающих внушительной массой, которые можно найти в подводной среде). В связи с этим разрабатываемый схват получил форму вытянутой клешни, изображенной на рисунке 1.

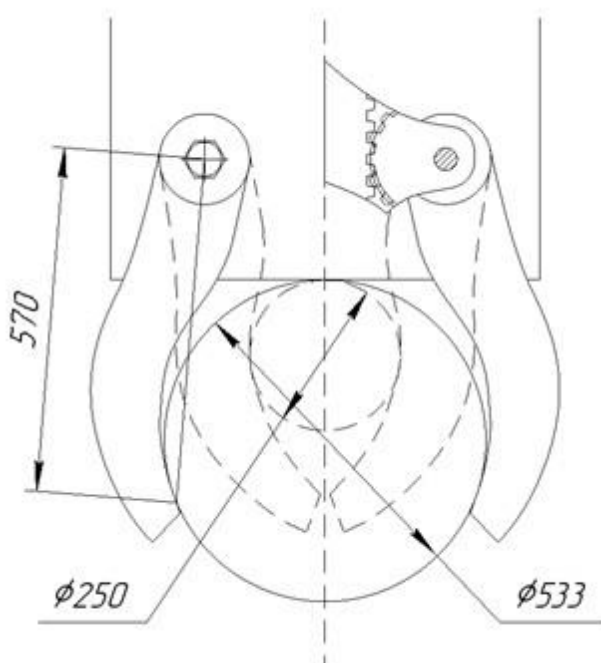


Рис. 1. Разработанный схват манипулятора

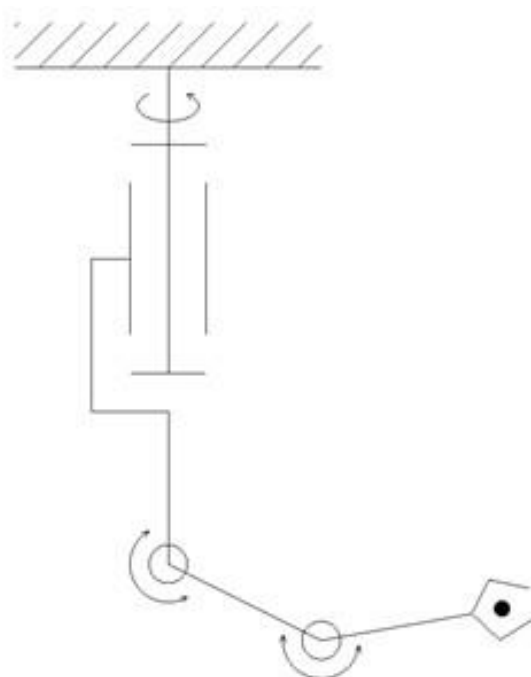


Рис. 3. Кинематическая схема манипулятора

Для обеспечения степеней подвижности применяется схожая схема привода, использующая 2 червячных передачи. Условная кинематическая схема привода изображена на рисунке 4.

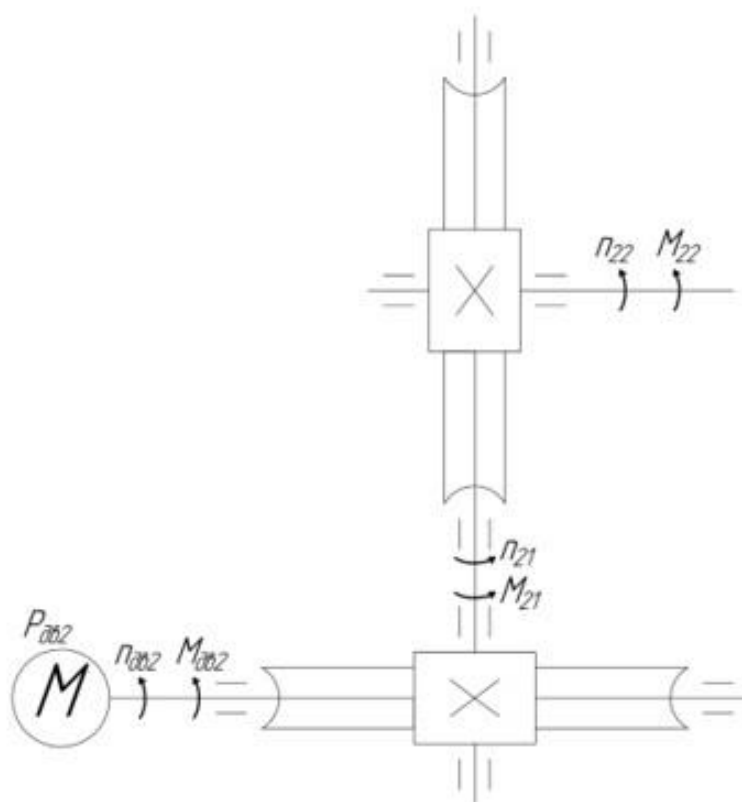


Рис. 4. Условная кинематическая схема степени подвижности

Расчёт прочности и вычисления необходимых размеров передаточной части привода был произведён с учётом использования стандартных изделий и стандартных размеров [2]. Полученные данные о приводах захватного устройства изложены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Схват манипулятора	Первая степень подвижности	Вторая степень подвижности	Третья степень подвижности
Двигатель	FL86BLD110	FL100BLG150	FL130BLG200	FL130BLG300
Материал червячных передач	Сталь 45 и БрА10Ж4Н4Л	Сталь 45 и БрА10Ж4Н4Л	Сталь 45 и БрА10Ж4Н4Л	Сталь 45 и БрА10Ж4Н4Л
Размер червяка 1, мм х мм	40 х 80	50 х 92	63 х 85	80 х 132
Размер червячного колеса 1, мм х мм	160 х 36	200 х 45	252 х 57	320 х 72
Размер червяка 2, мм х мм	100 х 150	160 х 200	200 х 200	250 х 250
Размер червячного колеса 2, мм х мм	250 х 90	400 х 144	400 х 174	500 х 218
Суммарное передаточное число	625	625	625	625

В результате проектирования был разработан многоцелевой манипулятор для подводного аппарата с электроприводной системой. Данная конструкция проста в управлении и достаточно надёжна, однако имеет ряд негативных особенностей. Масса габаритные параметры сильно превысили ожидаемые, а надёжность и простота сопряжены с сильным истиранием, что не позволяет обеспечивать простоту в обслуживании

Список литературы:

1. Филаретов, В.Ф. Устройства и системы управления подводных роботов / В.Ф. Филаретов, А.В. Лебедев, Д. А. Юхимец. – Москва: Наука, 2005. – 274 с.
2. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся К93 машиностроительных специальностей техникумов / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 416 с.: ил.
3. Морозова Н.Т., Гуленко Н.С., Фершалов Ю.Я. Моделирование деталей для крепежа микротурбин. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016661809, 21.10.2016. Заявка № 2016619119 от 25.08.2016
4. Коноплин, А.Ю., Красавин, Н.А. Система управления скоростью движения манипуляторов, установленных на необитаемых подводных аппаратах [Текст] / А.Ю. Коноплин, Н.А. Красавин // ПОДВОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РОБОТОТЕХНИКА. – 2022. – № 2 (40). – С. 29-38.
5. Быкова, В.С., Машошин, А.И. Структура программного комплекса управления автономного необитаемого подводного аппарата тяжёлого класса [Текст] / В.С. Быкова, А.И. Машошин // ПОДВОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РОБОТОТЕХНИКА. – 2025. – № 3 (53). – С. 40-50

