

УДК 629.369

DOI: 10.35211/1990-5297-2021-8-255-87-90

*Н. Г. Шаронов^{1,2}, И. С. Пеньшин^{1,3}, В. В. Гулевский^{1,3}***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЯКОРНО-ТРОСОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ***¹ Волгоградский государственный технический университет² Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники³ АО «ФНПЦ «Титан-баррикады»»

E-mail: sharonov@vstu.ru

Рассмотрены особенности устройства экспериментальной установки с якорно-тросовым движителем. Синтезирован алгоритм дискретного взаимодействия с грунтом. Определены особенности аппаратной реализации системы управления.

Ключевые слова: экспериментальная установка, якорно-тросовый движитель, подводный мобильный робот.

*N. G. Sharonov^{1,2}, I. S. Penshin^{1,3}, V. V. Gulevsky^{1,3}***EXPERIMENTAL DEVICE FOR RESEARCHING THE TECHNOLOGY
OF ANCHOR-CABLE MOVERS POSITIONING**¹ Volgograd State Technical University² Center for Technology Components of Robotics and Mechatronics³ JSC «FRPC «Titan - Barrikady»»

The features of the design of the experimental device with an anchor-cable propulsion unit are considered. An algorithm for discrete interaction with soil is synthesized. Determination of the features of the hardware implementation of the control system.

Keywords: experimental device, anchor-cable mover, underwater mobile robot.

Введение

Транспортные средства, движущиеся по дну [1], по большей части являются аналогами наземных машин, модифицированных для работы под водой, что накладывает на них ряд ограничений, таких как: ограниченный радиус действия от базовой станции или берега, небольшая глубина, доступная для робота, возможность движения исключительно по подготовленному дну, высокий риск увязки гусениц, колес в илистом дне [2]. Мобильные устройства, перемещающиеся в толще воды, обладают большей мобильностью и способны работать на более широком диапазоне глубин, но в то же время у них есть ряд серьезных недостатков, препятствующих их широкому использованию в промышленных целях, а именно: ограниченная грузоподъемность, невозможность работать в местах с сильным подводным течением.

Якорно-тросовый движитель

Большинство перечисленных выше недостатков существующих мобильных подводных

систем лишены мобильные платформы с якорно-канатной двигательной установкой [3]. Движение робота с якорно-тросовым движителем осуществляется за счет циклического воздействия исполнительного механизма, в данном случае маховиков с тросами, на якорь, который является органом робота для взаимодействия с поверхностью. Схема движения робота с якорно-тросовым движителем представлена на рис. 1.

Движение происходит следующим образом: якорь 1 зацепляется с землей 7 и соединяется с тяговым тросом 2 и несущим тросом 3, которые соединены с маховиками 4. В начале движения тяговый трос 2 тянет за собой весь робот к якорю 1, пока трос 2 не займет вертикальное положение. После этого трос 2 начинает поднимать якорь 1 и в определенный момент включается маховик с тросом 3, который переводит якорь 1 в исходное положение, описывая траекторию б. Таким образом, циклически происходит движение якорно-канатной движителя.

© Шаронов Н. Г., Пеньшин И. С., Гулевский В. В., 2021.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 20-38-90281, № 20-38-90283).

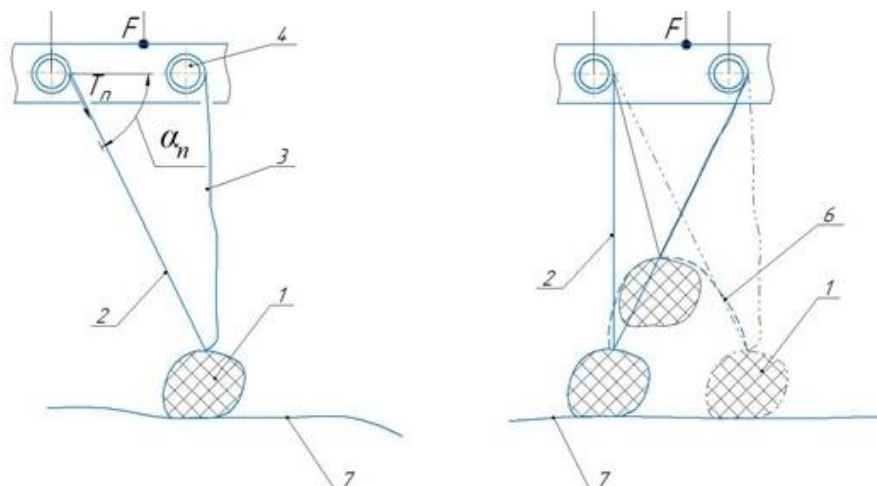


Рис. 1. Кинематическая схема и принцип работы якорно-тросового движителя подводного мобильного робота с положительной плавучестью

Якорно-тросово-гусеничный движитель

Существует также вторая принципиальная схема якорно-тросово-гусеничного движителя исключая из схемы на рис. 1 лебедки и систему управления ими, что позволит удешевить разработку и производство подобного аппарата, но ограничит сферу его применения зонами с относительно плоским дном. Принципиальная схема подобной мобильной платформы представлена на рис. 2.

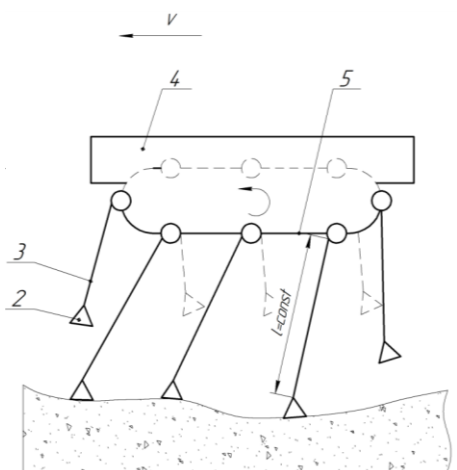


Рис. 2. Принципиальная схема мобильной платформы с гусенично-якорно-тросовым движителем

Принципиальная схема якорно-тросово-гусеничного движителя представленного на рис. 2 состоит из следующих элементов: платформы 4, обладающей регулируемой переменной плавучестью; гусеницы (транспортёра) 5 – вращающейся в сторону движения платформы, якорь 2 соединённый с лебедкой тросом 3, механизм перекоса гусеницы 1.

Отличием данной схемы якорно-тросово-гусеничного движителя является отсутствие лебедок на каждый трос якоря, фиксированная длина троса якоря, а также наличие механизма перекоса гусеницы (транспортёра) относительно горизонтальной плоскости платформы 4. Перемещение мобильной платформы происходит следующим образом: гусеница 5 вращается, якоря находящиеся в нижней ветви гусеницы опущены на дно, длина троса фиксирована во время перебега гусеницы. В момент подхода точки закрепления троса на гусенице к корме платформы, якорь отрывается от дна, за счет существующего перекоса гусеницы, до момента перебега этой части гусеницы к носовой части платформы.

Разработка экспериментальной установки

В создании роботов в целом и подводных роботов в частности необходимо решать задачу об оптимальном расположении движителей для наибольшей управляемости и максимального коэффициента энергосбережения.

На кафедре теоретической механики ВолгГТУ ведутся работы по разработке роботов – платформ для движения и перемещения полезных масс в толще воды и на ее поверхности.

Прототип робота, имеющего якорно-тросовый движитель, представлен на рис. 3, использует гибкие связи (тросы) совместно с грузами-якорями, адаптирующимися к различному рельефу дна. Передвижение робота, обладающего якорно-тросовым движителем, осуществляется за счет циклического воздействия исполняющим механизмом, в данном случае маховиками с тросами, на якорь, который является органом зацепления робота к поверхности.

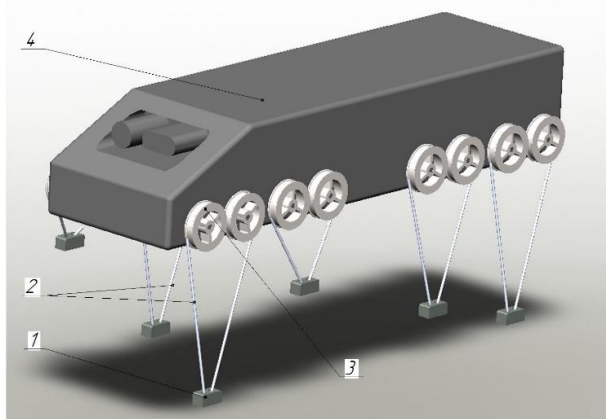


Рис. 3. Экспериментальная установка исследования технологии позиционирования якорно-тросовых движителей

При проектировании стенда были определены следующие исходные данные: габаритные размеры движителей ($D \times Ш \times В$) не должны превышать $120 \times 100 \times 100$ мм; вес движителя не должен превышать 3 кг; скорость перемещения якорей – до 0,1 м/с; напряжение питания постоянным током – 12 В; аппаратура должна выдерживать воздействие водяных брызг; конструкция изделия должна обеспечивать удобный доступ к основным узлам для проведения ремонта и замены вышедших из строя элементов; конструкция изделия должна быть модульной и предназначенной для конфигурирования платформы с якорно-тросовыми движителями с целью проведения научно-исследовательских работ. Реконфигурация изделия должна производиться посредством монтажа и демонтажа отдельных модулей.

Для полноты исследований и имитации полноценного робототехнического комплекса, независимо от типа движителей, должны применяться некоторые технические решения, общие для базовой конструкции платформы.

Одной из особенностей исследовательской модели является присутствие системы технического зрения. Система должна базироваться либо на цифровых камерах с разрешением съемки, достаточном для распознавания объектов, либо в системе также должны присутствовать дополнительные датчики, например, ультразвуковые для возможности сканирования пространства и создания локальной карты для прокладывания маршрута.

Особенностью разрабатываемого стенда можно считать разделение управляющей сис-

темы на несколько уровней. Высший уровень – это управление и коррекция управляющей программы на ЭВМ. Далее, следует уровень локального управляющего компьютера. В случае применения микропроцессорных решений типа Raspberry PI, либо NVIDIA Jetson nano, уровень с управлением и коррекцией программы и уровень с локальным управляющим компьютером, сливаются в один, в виду технических особенностей и возможности данных микрокомпьютеров выполнять функции ЭВМ в масштабах, достаточных для реализации управления и коррекции управляющей программы для исследовательского стенда реконфигурируемой платформы для тросовых типов движителей. Низшим уровнем в иерархии системы управления следует обозначить уровень, на котором происходит взаимодействие драйверов и двигателей, а также датчиков. На этом уровне происходит непосредственное выполнение управляющей программы, сбор данных для корректировки ошибок. Системой технического зрения с камеры и датчиков собираются данные, обработка всех данных происходит на высших уровнях системы управления.

Робототехнический комплекс представляет собой набор модулей с якорно-тросовыми движителями, расположенными на монтажных платформах. Каждый модуль якорно-тросового движителя включает в себя переносящий и тянущий блок. Каждый блок включает в себя шаговый электромотор с драйвером и редуктором, маховик, трос, и якорь. Таким образом стенд представляет собой полностью модульную конструкцию, которая позволяет перестраивать себя под любые нужды исследования.

Авторы выражают благодарность д.ф.н., профессору Брискину Евгению Самуиловичу за постановку задачи исследования якорно-тросового движителя.

В проведенном исследовании работа авторов распределена следующим образом:

– Н. Г. Шароновым разработано техническое задание проектирования лабораторных стендов;

– И. С. Пеньшиным разработаны методики расчета и проведено проектирование лабораторного стенда для исследования якорно-тросового движителя;

– В. В. Гулевским проведено исследование конструктивных особенностей прототипа якорно-тросово-гусеничного движителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чернышев, В. В.* Моделирование динамики взаимодействия движителя подводного шагающего аппарата с грунтом с низкой несущей способностью / В. В. Чернышев, В. А. Шурыгин // Известия ВолГТУ : межвуз. сб. науч. ст. № 24 (127) / ВолГТУ. – Волгоград, 2013. – С. 82–86.

2. Основы расчета и проектирования шагающих ма-

шин с цикловыми движителями : монография / Е. С. Брискин, В. В. Жога, В. В. Чернышев, А. В. Малолетов. – М. : Машиностроение, 2006. – 164 с.

3. *Брискин Е. С.* Управление движением подводного мобильного робота с якорно-тросовыми движителями / Е. С. Брискин, Н. Г. Шаронов, В. А. Серов, И. С. Пеньшин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2018. – № 2 (19). – С. 39–45.

Ответственные за выпуск редакторы РИО
Н. Н. Кваша, Л. Н. Рыжих

Компьютерная верстка:
Е. В. Макарова

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–61113 от 19 марта 2015 г.
Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Адрес редакции и издателя: 400005, г. Волгоград, пр. В. И. Ленина, 28.
Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ)
Телефон: гл. редактор – (8442) 24-80-00
E-mail: president@vstu.ru

Темплан 2021 г. Поз. № 3ж. Дата выхода в свет 31.08.2021 г. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10, 70. Уч.-изд. л. 10,93.
Тираж 100 экз. Свободная цена. Заказ № 458.
Оригинал-макет и электронная версия подготовлены РИО Издательства ВолГТУ
400005, г. Волгоград, пр. В. И. Ленина, 28, корп. 7.
Отпечатано в типографии Издательства ВолГТУ
400005, г. Волгоград, пр. В. И. Ленина, 28, корп. 7.