

Электромеханические характеристики движителя необитаемого подводного аппарата микрокласса

Д. В. Ловчиков^{1,2}, О. Р. Сухова²

lovchikovdv@yandex.ru; i.e.sukhov1@mail.ru

¹МБОУ "ФМЛ №31 г. Челябинска", Челябинск; ²Южно-Уральский Государственный университет, Челябинск

Решается задача получения и анализа электромеханических характеристик движителя подводного необитаемого аппарата микрокласса. Движитель преобразует механическую энергию вращения щеточного низковольтного двигателя постоянного тока во вращение гребных винтов с помощью обеспечивающих сцепление магнитных полумуфт. Использование магнитных полумуфт вносит проблему проскальзывания винта при изменении режима управления двигателем. Построение и анализ поверхностной диаграммы ток-напряжение-обороты определяет области оптимальной совокупности электромеханических характеристик для создания автоматизированной системы обратной связи регулирования режимами управления.

Ключевые слова: *подводный движитель; электромеханические характеристики;*

DOI: 10.21469/22233792

1 Введение

Из-за ограниченности габаритов аккумуляторных батарей и требований по минимальным массам, на подводных аппаратах микрокласса крайне важно, чтобы движительный комплекс имел максимальный КПД и оптимальные гидродинамические обводы. При проектировании подводных аппаратов для образовательных задач становятся важными токовые характеристики электрических цепей, в том числе и потребление тока движителями.

Подавляющее большинство действующих подводных робототехнических комплексов, как телеуправляемых так автономных, оснащено гребными движителями как основным средством маневрирования. Под движителем понимаем гребной винт, приводимый в действие электроприводом.

За последние 10 лет бесколлекторные электромоторы вытеснили другие типы двигателей, используемых на легких и сверхлегких необитаемых подводных аппаратах (НПА). При проектировании сверхлегких НПА для образовательных задач возникает потребность в компактных движителях с низким потреблением тока. Проблема отсутствия на рынке подобных решений послужила причиной создания малого движителя, работающего по принципу магнитной муфты [1].

При разработке необитаемых подводных аппаратов важным этапом является исследования в области математического описания движителей [8]. При этом движитель в целом представляет собой нелинейную систему, характеристики которой зависят от параметров привода и гребного винта, а также метода управления [2,3,5,6]. *Производится поиск отказов движителей и в целом НАПА методами построения робастных диагностических наблюдателей для динамических систем* [4,7]. Замечено, что в работах не уделяется должного внимания изучению оптимальных режимов управления движителями на магнитных полумуфтах.

Цель данной работы состоит в получении и анализе электромеханических характеристик работающего по принципу магнитной полумуфты движителя необитаемого автономного подводного аппарата микрокласса.

Объектом исследования является модель движителя с гребным винтом. Винт жестко соединен с магнитной полумуфтой, магнитосвязанной с насаженной на вал двигателя постоянного тока второй магнитной полумуфтой. Электропривод заключен в герметичный корпус. Управление осуществляется посредством подачи модулированного ШИМ-сигнала от микроконтроллера на драйвер двигателя, к которому подключен исследуемый движитель. Предметом исследования является семейство электромеханических характеристик движителя в швартовном режиме.

Задачи исследования: Создание экспериментальной установки и измерительного комплекса для получения временных зависимостей тока, напряжения и числа оборотов гребного винта. Исследование электромеханических характеристик модели движителя в швартовном режиме без проскальзывания полумуфт. *Построение математической модели используемого электропривода и гребного винта.* Получение семейства электромеханических характеристик модели движителя в линейном режиме.

2 Схема установки

Установка представляет собой стенд для снятия характеристик тока, напряжения, тяги движителя и частоты оборотов внешней полумуфты. Стенд состоит из большой емкости с водой для минимизации влияния бортов емкости на измерения, механической оснастки для фиксации движителя, комплекса снятия измерений и логирования данных. Электрические характеристики снимаются с помощью монитора тока, подключенного к головному микроконтроллеру. Тяговые характеристики снимаются с помощью тензометрического моста, АЦП модуля и головного микроконтроллера. Частота оборотов внешней полумуфты фиксируются с помощью датчика Холла и головного микроконтроллера. Головной микроконтроллер передает информацию по каждому из измеряемых параметров с помощью интерфейса UART порядка $1\text{E}3$ раз в секунду. Полученные данные логируются для последующей математической обработки в среде Origin. Движитель фиксируется в вертикальном положении под водой на одно из плеч равноплечего рычага. Для минимизации воздействия внешних сил рычаг подвешен на подшипнике. Второй конец рычага прикрепляется к тензометрическому мосту. Гибкими проводами подводятся силовые кабели от регулируемого источника питания. Отдельным шлейфом идут провода датчика частоты. Токовый монитор позволяет измерить потребляемый ток и подаваемое напряжение на электродвигатель, точка подключения находится над водой в цепи питания электродвигателя. Все вышеуказанные датчики подключены к одному головному микроконтроллеру ATmega32U4.

3 Методика проведения измерений

Для построения характеристических поверхностей напряжение (скважность)-ток-частота и напряжение (скважность)-ток-тяга мы придерживались следующей методики измерений. На регулируемом блоке питания выставялем напряжение в диапазоне от 5 до 12 вольт с шагом 0,2 вольта. Микроконтроллер генерирует 8-битный ШИМ сигнал с шагом 1. Монитор тока, тензометрический мост и датчик хода фиксируют напряжение, ток, тягу и частоту оборотов внешней полумуфты и передают данные на компьютер по интерфейсу UART. Для каждой итерации создается отдельный csv-файл.

Литература

- [1] Леонов, . . . ДВИГАТЕЛЬНО-ДВИЖИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПОДВОДНОГО АППАРАТА / . . Леонов, . . Зорин, . . Кринский. — 2015.
- [2] ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНПА С ИЗБЫТОЧНЫМ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ / . Костенко, . Медведев, . Мокеева, . Толстоногов // *Технические проблемы освоения Мирового океана*. — 2019. — по. 8. — Рр. 74–79.
- [3] РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МАРШЕВОГО ДВИЖИТЕЛЯ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА / . Костенко, . Михайлов, . Стороженко, . Толстоногов // *Технические проблемы освоения Мирового океана*. — 2019. — по. 8. — Рр. 352–358.
- [4] МЕТОД СИНТЕЗА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ ДЛЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ / . Филаретов, . Зуев, . Жирабок, . Костенко // *Технические проблемы освоения Мирового океана*. — 2019. — по. 8. — Рр. 373–376.
- [5] Антоненко, . ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖИТЕЛЕЙ ПОДВОДНОГО АППАРАТА / . Антоненко, . Макарычев // *Робототехника и техническая кибернетика*. — 2018. — по. 1. — Рр. 61–68.
- [6] Сиек, . Многомодельное оценивание вектора состояния автономного необитаемого подводного аппарата / . Сиек, . Борисов // *Технические проблемы освоения Мирового океана*. — 2019. — по. 8. — Рр. 334–339.
- [7] Лукоянов, . ПОИСК ОТКАЗОВ В СИСТЕМАХ ПОДВОДНОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ / . Лукоянов // *Технические проблемы освоения Мирового океана*. — 2019. — по. 8. — Рр. 311–316.
- [8] Lewis, E. V. Principles of naval architecture second revision / E. V. Lewis // *Jersey: Sname*. — 1988. — Vol. 2.

Received January 01, 2017