

УДК 629.122/.123.004.67(083)

Кочнев Юрий Александрович¹, к.т.н., доц., доц каф. ПиТПС,
e-mail: tmmnkoch@mail.ru

Зяблов Олег Константинович¹, к.т.н., доц., доц каф. ПиТПС,
e-mail: zyablov_ok@mail.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

МЕХАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ СУДОВ

Аннотация. Применение телеуправляемых аппаратов при проведении дефектации корпусов судов позволит снизить издержки, как судовладельцев, так и непосредственных исполнителей работ. В статье рассмотрена принципиальная конструкция такого аппарата, предложены основные технические решения, на основе широко используемых конструктивных элементов. Особое внимание уделено системе прижатия аппарата к корпусу судна для возможности его работы не только под водой, но и на границе двух сред, что выгодно отличается от представленных на рынке аналогов.

Ключевые слова: дефектация, телеуправляемый аппарат, подводный толщиномер

В настоящее время в процесс дефектации и осмотра корпуса морского судна начинают внедряться роботизированные комплексы, позволяющие выполнять бездоковое освидетельствование корпуса. Характерными примерами таких телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА) могут служить импортные и отечественные разработки, такие как:

- HAUV, Roving BAT (рис. 1) [1];
- MCC 1000, ГНОМ (рис. 2)
- и др [2].



Рисунок 1 – Телеуправляемые подводные роботы производства США и Франции

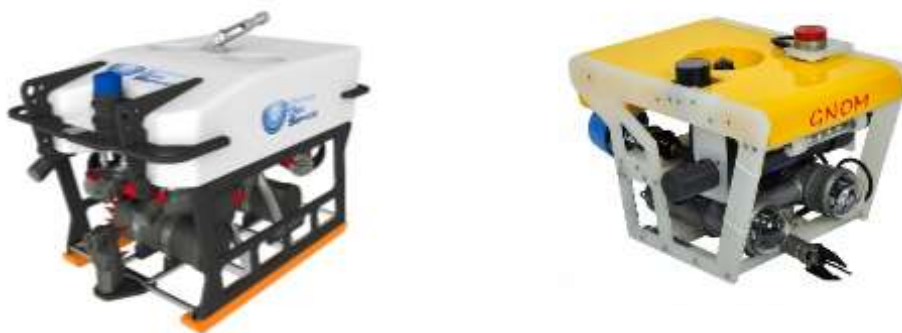


Рисунок 2 – Телеуправляемые подводные роботы производства России

Нами были рассмотрены только аппараты мини и легкого классов [3], поскольку, заявленные производителями, их функциональные возможности максимально полно отвечают задачам дефектации судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания.

При всех своих достоинствах, рассмотренные нами аппараты, даже с комбинированными средствами движения, позволяют производить работы только в жидкой среде: либо с подводной частью корпуса, либо предварительно заполненных водой отсеков (балластные отсеки, танки, цистерны и т.п.). такие решения обусловлены способом приведения аппаратов в движение, их управления и прижатия к корпусу судна.

На наш взгляд, для судов поднадзорных Российскому Речному Регистру целесообразно использование телеуправляемого аппарата (ТА) с возможностью обследования как подводных, так и надводных поверхностей корпуса судна, палуб и платформ. Для решения данной задачи необходимо разработать метод передвижения и прижатия аппарата к обследуемой поверхности во всех пространственных положениях и различных средах. Использование аппарата с быстросъемными движителями (гребные и воздушные винты) нами исключается, поскольку не возможна его работа на границе сред. Наиболее перспективным на наш взгляд является удержание с помощью постоянных магнитов закреплённых на шасси. Решения с применением электромагнитов и специфических способов перемещения, например на основе шагающих конструкций (рис. 3) нами не рассматриваются в связи с высокой энергоемкостью, размерами и сложностью конструкции.



Рисунок 3 – Шагающий робот

С целью прижатия и удержания ТА на корпусе судна, из четырёх классов современных коммерческих постоянных магнитов (неодим-железо-бор, самарий-кобальт, альнико, керамические), планируется применение неодимовых магнитов, обеспечивающих наибольшую силу сцепления. Однако требует исследования влияние на силу прижатия

этих магнитов, наличия прослойки воды, зазора, защитных покрытий, загрязнения поверхностей и движения относительно корпуса.

Для перемещения по поверхности судна могут быть применены различные решения на консолидации шасси и магнитов: по шасси может быть использована или колесная, или гусеничная схема (рис. 4)

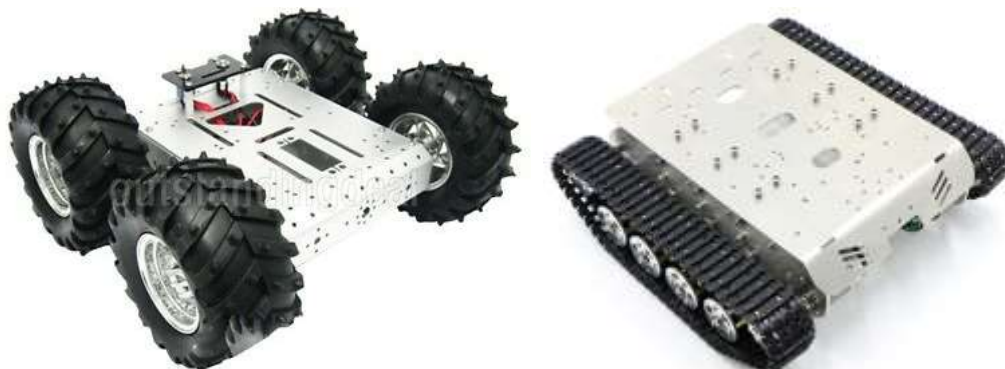


Рисунок 4 – Варианты шасси телеуправляемого аппарата

Примерами таких роботов, используемых в других отраслях, могут служить робот компании ICM, разработанный для очистки стенок котельных труб (BTWC) (рис.5) и робот Amplus, разработки Aquam для проверки питьевых и сточных вод и промышленных труб. (рис.6).



Рисунок 5 – Робот-альпинист для котельных труб



Рисунок 6 – Робот для инспекции трубопроводов

Толщиномер должен иметь одобрение к использованию надзорным органом, водонепроницаемую конструкцию и возможность замеров без предварительной подготовки поверхностей и удаления защитного покрытия. Представленные на рынке толщиномеры с заявленными характеристиками приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Толщиномеры

Марка	Cygnus G1	УТ-83	Булат 1S
Диапазон толщин, мм	1 - 250	3 - 50	0,8-200
Масса, г	977	Около 1000	230
Страна производства	Великобритания	Россия	Россия
Цена, тыс. руб.	от 209,0	от 150,0	от 93,0

Системы для видеоконтроля за перемещением аппарата и для визуальной оценки дефектов с желаемым разрешением FullHD и в водозащитном исполнении на рынке представлены в достаточном количестве.

Измерение кривизны поверхности обшивки (вмятин, бухтин, гофрировки), наиболее просто, на наш взгляд, выполнить на основе лазерного измерения расстояния с градиентным алгоритмом обхода дефекта, выполняя постепенное суммирование набирающейся глубины (при превышении дефекта размеров базы телеуправляемого аппарата).

Автономным источником питания, с целью снизить количество элементов связи ТА с оператором, может выступать батарея из литий-ионных или литий-полимерных аккумуляторов, имеющая высокую плотность и позволяющая компоновать элементы для получения требуемых величин по напряжению и току.

Для управления ТА, на этапе опытно-конструкторских работ может использоваться платформа Arduino, как наиболее простая и низко затратная модульная система автоматизации, позволяющая, при выходе из строя, быстро заменить свои компоненты, тем самым снизить конечную стоимость изделия.

Принципиальная схема рассмотренного аппарата приведена на рисунке 7.

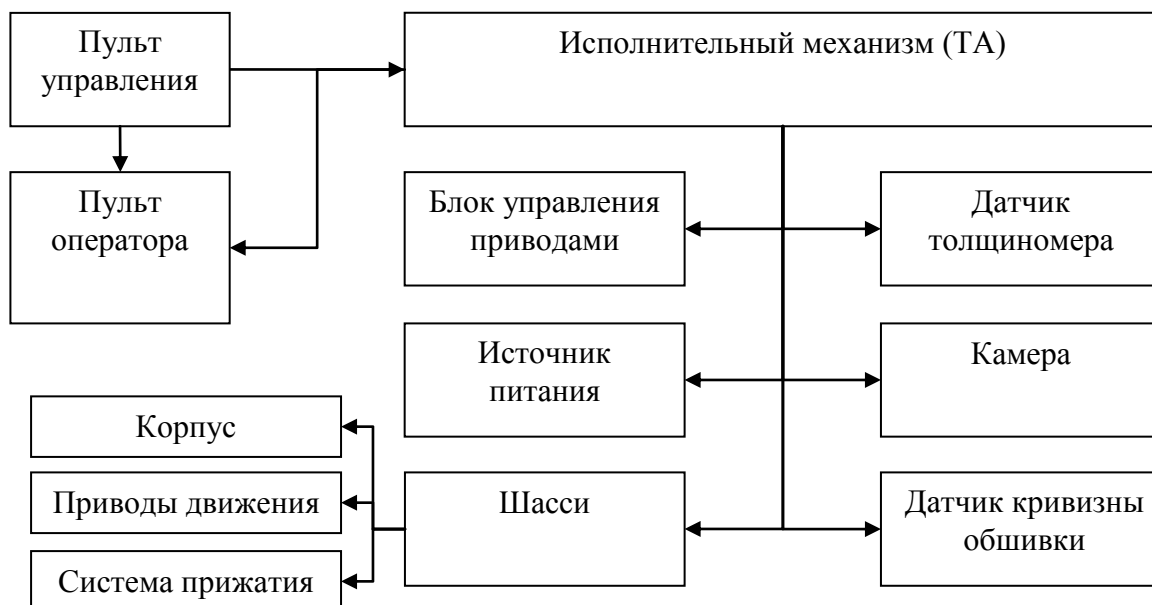


Рисунок 7 – Принципиальная схема телеуправляемого аппарата для дефектации

Предложенный аппарат, в случае его разработки позволит снизить трудоемкость работ по дефектации и сократить время её выполнения на судне. При его развитии с внедрением автоматической ориентации ТА на корпусе на основе растяжки наружной обшивки и занесением информации по дефектам в память, процесс может быть полностью автоматизирован [4].

Список литературы:

1. Гладкова О.И. Применение необитаемых подводных аппаратов с комбинированными средствами движения для бездокового освидетельствования корпусов судов. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018; специальный выпуск 1: 000–000. DOI: 10.24937/2542-2324-2018-1-S-I-213-223
2. Зяблов О.К. Роботизированная дефектация корпусов судов / О.К. Зяблов, Ю.А. Кочнев // Великие реки 2020. Труды 22-го международного научно-промышленного форума. ФГБОУ ВО «ВГУВТ» – 2020 – URL: http://xn-----7kcgqc6assog3b.xn--p1ai/2020/PDF/2_8.pdf (дата обращения 23.05.2021)
3. ГОСТ Р 56960-2016 Аппараты необитаемые подводные. Классификация. М.: Стандартиформ, 2016
4. Зяблов О.К. Концепция автоматизированной подготовки ремонтной документации / О.К. Зяблов, Ю.А. Кочнев, И.Б. Кочнева // Морские интеллектуальные технологии, № 4 том 1 – 2020 – с. 70-74. DOI: 10.37220/MIT.2020.50.4.008

MECHANIZATION OF INSTRUMENTAL MONITORING OF THE TECHNICAL CONDITION OF SHIP HULLS

Yury A. Kochnev, Oleg K. Zyablov

Abstract. The use of remote-controlled devices during the inspection of ship hulls will reduce the costs of both shipowners and direct performers of the work. The article considers the basic design of such a device, offers the main technical solutions based on widely used structural elements. Special attention is paid to the system of pressing the device to the hull of the vessel for the possibility of its operation not only under water, but also on the border of two environments, which compares favorably with the analogues on the market.

Keywords: defectation, remote-controlled device, underwater thickness gauge.

