

Abstract. The article analyzes the technical characteristics and experience of using ships of the lighter transport system ships, in particular, their main representatives: Alexey Kosigin (project 17502), Julius Fuchik (project 602), Boris Polevoy (project 609), Anatoly Zheleznyakov (project 7350 / B) and Sevmorput (project 10081) and others. Structural, technical, and economic differences were considered taking into account different initial data. The reason for the loss of their relevance in the post-Soviet period has been established.

Key words: lighter, lighter transport ships, barge carrier transport-logistics system

УДК 681.05

ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ СТВОРЕННЯ ВАНТАЖНОГО САМОРУХОМОГО ПІДВОДНОГО НОСІЯ

Блінцов В.С.¹, Бабкін Г.В.², Войтасик А.М.³, Клочков О.П.⁴, Сірівчук А.С.⁵, Алоба Л.Т.⁶

¹доктор технічних наук, професор, професор кафедри Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;

volodymyr.blintsov@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3912-2174

²кандидат технічних наук, доцент НУК, доцент кафедри Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;

gvbabkin@gmail.com,

ORCID: 0000-0001-6303-0993

³кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;

andrii.voitasyk@nuos.edu.ua,

ORCID: 0000-0002-9409-6108

⁴кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;

sotah87@gmail.com,

ORCID: 0000-0002-6426-3374

⁵кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;

sirivchuka@gmail.com,

ORCID: 0000-0003-2927-2600

⁶кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;

alobat@gmail.com,

ORCID: 0000-0002-0509-8129

Анотація. Розглянуто основні проблеми, які потребують свого вирішення при розробці ескізного проекту вантажного саморухомого підводного носія. Сформульовано низку науково-дослідних і організаційно-технічних заходів, виконаних при виконанні ескізного проекту. Обґрунтовано перелік прийнятих технічних рішень для елементів і систем вантажного саморухомого підводного носія.

Ключові слова: вантажний саморухомий підводний носій; теоретичні основи проектування; організація виробництва

Вступна частина.

Останнім часом у світовій практиці піднімається питання транспортування вантажів використовуючи роботизовані системи. Сьогодні доставка дронами є одним з ключових

напрямків, над яким працюють як великі виробники БПЛА, так і компанії, що спеціалізуються на доставці товарів по всьому світу. Більшість пропонованих на сьогодні рішень будуються на конфігурації з шістьма і більш несучими гвинтами. Але використання БПЛА має суттєві недоліки, такі як мале навантаження, до 2,5-4 кг, та залежність від погодних умов.

В приморських районах для постачання вантажів на судна, що знаходяться на віддалені від узбережжя, більш надійною та зручною є постачання з використанням безлюдних підводних засобів, а саме – автономних саморухомих підводних носіїв.

Основна частина.

Питання використання підводних засобів для транспортування вантажів стало найбільш актуальним під час Другої Світової війни. Тоді для постачання вантажів використовувались серійні підводні човни з обох протиборчих сторін [1]. На теперішній час на ринку підводної техніки відсутні автономні саморухоми підводні носії комерційного призначення, а відомі варіанти підводного транспортування вантажів найчастіше використовують субмарини кустарного виробництва [2].

Метою дослідно конструкторської роботи є створення автономного саморухомого підводного носія для транспортування вантажів що знаходяться на віддалені до 50 морських миль від точки відправлення.

Особливістю об'єкту є вантажопідйомність носія – 1000 кг при об'ємі вантажного відсіку 2 м куб.

На початковому етапі проектування опрацьовуються компоувальні схеми носія і визначається розміщення його основних агрегатів. При цьому широко використовується об'ємна компоновка агрегатів на спрощеному комп'ютерному 3D твердотільному макеті.

Найбільш важливе питання, яке необхідно вирішити на даному етапі - це вибір компоувальних проектних рішень, що визначає статику і динаміку носія в підводних умовах. Центральним моментом тут є вироблення достовірних оцінок динамічних характеристик конструкцій. На проектних стадіях, як правило, немає достатньо точно опрацьованих даних, необхідних для розрахунку динаміки руху по розподілу масових і характеристик жорсткості, тому їх доводиться отримувати на основі наближених геометричних моделей, які будуть уточнюватися на наступних етапах.

Умови застосування елементів носія вимагають виконання комплексу розрахунків на міцність особливо навантажених частин конструкції.

На завершення етапу ескізного проектування проводиться комп'ютерне моделювання всього підводного носія в тривимірному просторі для остаточного визначення характеристик. Визначення остійності, плавучості і моментів інерції дозволить правильно провести синтез системи управління підводного апарату. Уточнююче геометричне моделювання проводиться на основі двовимірних креслень, які виконуються на етапі ескізного проектування.

До основних задач створення вантажного саморухомого підводного носія можливо віднести:

- вирішення питання конструкції та міцності вантажного відсіку;
- визначення типу та потужності елементів рушійно-кермового комплексу;
- визначення типу та потужності автономного джерела енергії;
- вирішення питання забезпечення нульової плавучості;
- вирішення питань забезпечення навігації носія з визначенням абсолютних географічних координат;
- побудова інтелектуальної системи автоматичного керування.

Вибір конструкції вантажного відсіку ускладнюється необхідністю забезпечення зручності навантаження/розвантаження носія. При цьому, найбільш зручна прямокутна конструкція за умов міцності буде мати надлишкову масу. А циліндрична конструкція вантажних контейнерів буде ускладнювати вантажні операції.

До складу рушійно-кермового комплексу носія входять рушії горизонтального руху та підрулюючі пристрої вертикального маневрування. У якості пристроїв горизонтального

руху вибір здійснювався серед: відкритих гвинтів; гвинтів у спрямовуючих насадках; водометних рушіїв.

Для маневрування носія в вертикальній площині передбачається використання електропроводу з системою «гвинт у трубі». Але, приймаючи до уваги проектні розміри носія, які визначаються об'ємом корисного вантажу, було прийнято рішення на користь використання чотирьох приладів розташованих попарно в носовій та в кормовій частинах носія. Таке рішення дозволить суттєво зменшити сумарну потужність приводів та рівномірно розподілити зусилля відносно центру мас.

У якості автономного джерела енергії для носія обрано акумуляторну батарею. Аналіз існуючих типів акумуляторів показав, що кожен тип батарей має як переваги так і недоліки. Найбільш поширений тип свинцево-кислотних акумуляторів має високі масо-габаритні показники і в загальному підсумку майже вдвічі підвищить загальну масу конструкції. Використання літєвих акумуляторів дозволяє створити компактне джерело живлення, але потребує приділяти підвищену увагу питанням забезпечення герметичності контейнерів з акумуляторами тому, що потрапляння води на контакти може привести до непередбачених наслідків.

Рішення питань забезпечення нульової плавучості традиційними засобами, що використовуються у засобах морської робототехніки неможливо, оскільки сумарна вага носія та вантажу перевищує 2 т. Урівноваження такої ваги можливо лише при використанні повітряної баластно-вирівнюючої системи. У такому разі на носії побортно розташовуються баластні цистерни з дистанційно керованими клапанами, а у нижній частині корпусу носія встановлюються балони зі стиснутим повітрям. Запас повітря повинен забезпечувати що найменш два штатних та одно аварійне спливання носія з граничної глибини. Маневрування носія в товщі води передбачається за рахунок приладів рушійно-кормового комплексу, тому запасів стиснутого повітря на це не передбачається. Контроль крену та диференту системою автоматичного керування забезпечує рівномірне заповнення баластних цистерн для забезпечення стабільного горизонтального положення носія у водному просторі.

Навігація носія по русі по заданому маршруту здійснюється бортовою навігаційною системою у режимі числення з виміром поточного курсу, швидкості та глибини занурення. В точці відправки, у надводному положенні, носій фіксує поточні географічні координати та курс та в систему керування вводяться кінцеві координати маршруту. Після занурення, система автоматичного керування розраховує траєкторію і носій починає рух до кінцевого пункту. Оскільки навігаційні системи мають похибку за час переміщення носія може відтворюватись суттєва різниця з координатами кінцевої точки маршруту. Для корегування накопиченої похибки навігаційна система носія має телескопічну щоглу з комплексом антен для зв'язку та GPS. Для виконання корегування носій, за рахунок вертикальних приладів, піднімається на «перископну глибину» та здійснює підйом щоглу. При цьому здійснюється зв'язок з постом керування носієм та контрольний вимір GPS координат. Після чого щогла опускається та носій продовжує свій рух до кінцевої точки маршруту.

Носій є досить складним об'єктом управління внаслідок великої кількості параметрів, що впливають на його роботу і складного зв'язку між ними. Правильне функціонування всіх інформаційних систем може бути забезпечено тільки на основі комплексного проектування системи керування.

Інтелектуальна система керування призначена для:

- забезпечення керування усіх елементів та система носія;
- контролю стану усіх елементів та система носія;
- аналізу стану та виконання дій у разі виникнення аварійної ситуації;
- виконання навігаційного забезпечення носія при русі по заданому маршруту;
- відеодокументування процесів навантаження/розвантаження носія.

На даному етапі проектних робіт вирішуються питання попереднього вибору елементів системи керування, побудови структурної схеми та розробка алгоритмів її функціонування.

Реалізація функціонування системи керування здійснюється з використанням алгоритмів, заснованих на штучному інтелекті.

Висновки

1. Показано актуальність розробки вантажного саморухомого підводного носія, для потреб промисловості України та світу.
2. Сформульовано низку науково-дослідних та інженерно-технічних заходів, які необхідно реалізувати для виконання ескізного проекту вантажного саморухомого підводного носія.
3. Обґрунтовано перелік основних систем вантажного саморухомого підводного носія, необхідних для його оснащення.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Емельянов Л. А. Советские подводные лодки в Великой Отечественной войне. – М.: Воениздат, 1981. – 192 с.
- [2] В Колумбии захватили электрическую подводную лодку наркоторговцев / Режим доступу: https://cfts.org.ua/news/2020/11/20/v_kolumbii_perekhvatili_podlodku_postroennuyu_spetsialno_dlya_perevozki_narkotikov_61984. – Дата звернення 10.07.2021.

Draft design for the creation of a self-propelled underwater carrier

Blintsov V.S.¹, Babkin G.V.², Voytasik A.N.³, Klochkov A.P.⁴, Sirivchuk A.S.⁵, Aloba J.T.⁶

¹⁻⁶Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The main problems that require their solution in the development of a draft design of a cargo self-propelled underwater carrier are considered. A number of research, organizational and technical measures have been formulated, which were carried out during the implementation of the draft design. The list of adopted technical solutions for the elements and systems of the self-propelled underwater carrier is substantiated.

Key words: cargo self-propelled underwater carrier; theoretical foundations of design; organization of production

УДК 629.5.01

БУКСИРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЙДОВОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ВАНТАЖІВ

Бондаренко О.В.¹, Михайличенко А. С.², Ястреба О.П.³

¹ кандидат технічних наук, професор Шаньдунського науково-технічного університету, Китайська Народна Республіка, Ціндао
ORCID 0000-0002-6115-1422;

² магістрант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
alinamihajlicenko700@gmail.com

³ старший викладач Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
ORCID 0000-0002-5505-1281

Анотація. Виконано аналіз сучасного стану буксирного забезпечення в портах України. Розглянуто питання визначення тягових зусиль та мінімально необхідної кількості буксирів для забезпечення рейдового перевантаження вантажів на судна класу «Capesize» з урахування поточних погодних умов

Ключові слова: буксир; рейдова перевалка; тяга на гаці; Capesize; “борт-борт”; метод.