

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів

« Допущений до захисту »

Завідувач кафедри ЕІС та РК

к.т.н., доцент  Д. В. Костенко

“ 12 ” 06 20 26 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти « бакалавр »

на тему: Удосконалення підходу до підбору складу електрообладнання

буксируваної підводної техніки

Виконав: студент 4 курсу, групи 4307зст

Спеціальність:

141 « Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка »

 Скидан О. С.

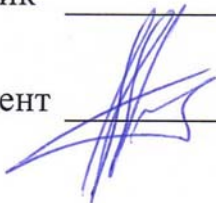
(прізвище та ініціали)

Керівник

 Клочков О. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

 Кобак С. С.

(прізвище та ініціали)

м. Миколаїв
2026 рік

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

Кафедра електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми
д.т.н., професор Я. Б. Волянська
« 22 » 09 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр**

Студенту Скидану Олександр Сергійовичу

1. Тема роботи: Удосконалення підходу до підбору складу електрообладнання буксируваної підводної техніки

Керівник роботи: канд. техн. наук, доцент кафедри ЕІС та РК Клочков О. П.

затверджені наказом вищого навчального закладу від «22.07» 20 26 року № 186 ур.

2. Термін подання студентом роботи: 10 червня 2026 року

3. Вхідні дані до роботи: технічні характеристики буксируваної підводної, технічні характеристики електрообладнання буксируваного підводно-технічного засобу, призначення та технічні властивості кабель-буксира

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
1 Призначення та область застосування буксируваної підводної техніки
2 Технічні характеристики складових електрообладнання буксируваної підводної техніки
3 Опис та обґрунтування прийнятих рішень при підборі складових електрообладнання буксируваної підводної техніки
4 Розрахунки, які підтверджують працездатність складових електрообладнання буксируваної підводної техніки
5. Охорона праці

5. Перелік презентаційних матеріалів (з точним зазначенням назв):

1. Титульний слайд 2. Мета і задачі роботи 3. Опис та обґрунтування

електричного обладнання 4. Елементи електричного обладнання

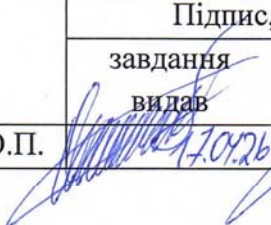
буксируваного підводного апарата 5. Загальний вигляд буксированого апарата

визначеного типу 6. Основні технічні характеристики елементів апарата

7. Основні технічні характеристики електричного обладнання 8. Структурна

схема електричного обладнання підводної буксированої системи 9. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	канд. техн. наук, доцент кафедри ЕІС та РК Клочков О.П.	 15.04.26	 13.05.26

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Призначення та область застосування	22.04.2026	вик.
2	Технічні характеристики	27.05.2026	вик.
3	Опис та обґрунтування прийнятих технічних рішень	20.05.2026	вик.
4	Розрахунки, що підтверджують працездатність	03.06.2026	вик.
5	Охорона праці	13.05.2026	вик.
6	Оформлення пояснювальної записки та супровідних документів	10.06.2026	вик.

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Скидан О. С.

(прізвище та ініціали)

Клочков О. П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Представлено дослідницький макет одноланкової підводної буксированої системи з буксированим апаратом для гідроакустичного та візуального пошуку підводних об'єктів, спостереження за підводним середовищем і підводними об'єктами, Світового океану, пошуку і розвідки корисних копалин.

Зроблено акцент на необхідності проектування та створення буксированих прив'язних підводних систем з різною комплектацією буксированих підводних апаратів у їх складі для проведення підводно-технічних робіт з пошуком вибухонебезпечних предметів на великих площах донної поверхні.

Запропоновано використовувати закордонні аналоги такого виду техніки до моменту створення серійних зразків буксированих підводних систем вітчизняного виробництва.

Ключові слова: буксирована система, судно-буксировальник, кабель-буксир, буксирований апарат, дослідницький макет.

ABSTRACT

A research model of a single-link underwater towed system with a towed vehicle for hydroacoustic and visual search of underwater objects, observation of the underwater environment and underwater objects, the World Ocean, search and exploration of minerals is presented.

Emphasis is placed on the need to design and create towed tethered underwater systems with various configurations of towed underwater vehicles in their composition for conducting underwater technical work with the search for explosive objects on large areas of the bottom surface.

It is proposed to use foreign analogues of this type of equipment until the creation of serial samples of domestically produced towed underwater systems.

Keywords: towed system, tugboat, cable tug, towed vehicle, research model.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	6
Вступ.....	7
1 Призначення та область застосування буксируваної підводної техніки.....	8
1.1 Призначення буксируваної підводної техніки.....	8
1.2 Область застосування буксируваної підводної техніки.....	13
2 Технічні характеристики складових електрообладнання буксируваної підводної техніки.....	17
2.1 Технічні характеристики електричного обладнання буксируваної підводної техніки.....	17
2.2 Технічні характеристики буксируваної підводної техніки.....	23
3 Опис та обґрунтування прийнятих рішень при підборі складових електрообладнання буксируваної підводної техніки.....	27
3.1 Структурна схема електричного обладнання буксируваної підводної техніки.....	27
3.2 Елементи електричного обладнання буксируваної підводної техніки.....	30
3.3 Принцип компонування електричного обладнання буксируваної підводної техніки.....	40
4 Розрахунки, які підтверджують працездатність складових електрообладнання буксируваної підводної техніки.....	44
4.1 Розрахунок потужності споживання буксируваної підводної техніки.....	44
4.2 Розрахунок електричних параметрів кабель-буксира буксируваної підводної техніки.....	44
5 Охорона праці.....	49
5.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів, які впливають на людину при роботі з буксируваним підводним апаратом і кабель-буксиром на відкритій палубі судна-буксирувальника.....	50

5.2 Заходи техніки безпеки при роботі з кабель-буксиром та буксируваним підводним апаратом на відкритій палубі під час спуско-підймальних операцій.....	54
Висновки.....	57
Перелік посилань.....	58

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БПА	– буксирований підводний апарат
БПП	– буксирований пошуковий прилад
КБ	– кабель-буксир
КВ	– корисний вантаж
КЛ	– кабельна лебідка
НГС	– навігаційна гідроакустична система
НП	– несуча поверхня
ПБС	– прив'язна буксирована система
ПЕК	– пост енергетики та керування
ПТР	– підводна технічна робота
СБ	– судно-буксировальник
ХО	– хвостове оперення

ВСТУП

Технічне завдання при проєктуванні одноланкової підводної буксированої системи з буксированим підводним апаратом є актуальним і залишиться таким на перспективу. Вона використовується для гідроакустичного та візуального пошуку підводних об'єктів, спостереження за підводним середовищем і підводними об'єктами, пошуку і розвідки корисних копалин. Підводна буксирована система залучається для високоточного фото-, відео- та гідроакустичного документування та картографування морського дна і затонулих об'єктів. До складу підводної буксированої системи входять розташовані на судні забезпечення пост енергетики і керування та кабельна лебідка, кабель-буксир і буксирований підводний апарат як носій корисного вантажу.

Застосування підводної буксированої системи з буксированим підводним апаратом значно підвищує продуктивність підводно-технічних робіт на шельфі, оскільки забезпечує двосторонній зв'язок бортової апаратури буксированого підводного апарата з постом енергетики і керування та вирішення завдань утримання буксированого підводного апарата над ґрунтом без витрат операційного часу на маневрування судна забезпечення.

Роботи зі створення таких систем сьогодні ведуть провідні морські держави. Підприємства України мають отримувати замовлення на створення підводної буксированої системи з широким різноманіттям буксированих підводних апаратів у її складі. Перспектива подальшого розвитку такої підводної техніки має залишатися на контролі держави та відповідних міністерств.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БУКСИРУВАНОЇ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ

1.1 Призначення буксированої підводної техніки

Макет підводної буксированої системи (ПБС) з буксированим підводним апаратом (БПА) пошукового типу призначено для проведення морських натурних випробувань підводної пошукової фото-, відео- і гідроакустичної апаратури у режимах придонного буксирования.

Підводні буксировані системи належать до найбільш розповсюджених видів підводної техніки і широко застосовуються для дослідження і освоєння Світового океану [1]. У порівнянні з іншими видами підводної техніки вони забезпечують максимально високу продуктивність при обстеженні водної товщі і донної поверхні, оскільки швидкості буксирования складають, зазвичай, 6-12 вузлів і більше [1].

Типова ПБС складається з судна-буксировальника (СБ), кабель-буксира (КБ) та буксированого підводного апарата [1]. У складних варіантах застосування до складу ПБС входять декілька БА та КБ.

Буксирований підводний апарат – це населений чи ненаселений прив'язний підводний апарат, рух якого, при виконанні покладених на нього задач, здійснюється буксированням його СБ за допомогою тросу або КБ.

На СБ розташовані кабельна лебідка (КЛ) та пост енергетики і керування (ПЕК) системою. Пост енергетики та керування призначений для одержання і аналізу інформації, яка надходить з БПА, та розподілу енергії, яка необхідна для роботи ПБС. За допомогою КЛ здійснюється спуск та підйом БПА, попускання-вибирання КБ.

Характерною особливістю ПБС є наявність гнучкого зв'язку у вигляді тросу або буксирного кабелю між СБ і БПА, який служить для буксирования апарата, керування ним та передачі інформації у реальному часі. При цьому інформація,

яка одержується, дозволяє виконувати оперативне дистанційне керування БПА. На буксирі можуть бути розташовані датчики апаратури вимірювання або пошуку. Іноді КБ застосовується для спуску та підйому БПА.

У залежності від задач, які вирішують за допомогою ПБС, існує велика різноманітність їх схем і конструкцій. Переважна більшість таких задач пов'язана з виконанням підводного пошуку, рідше – з одночасним взяттям проб води і ґрунту. При цьому ПБС повинна забезпечувати необхідну смугу пошуку і задане положення та умови роботи корисного вантажу (КВ) – фото-, відео- чи гідроакустичної апаратури, яка виявляє підводні об'єкти.

Типовими завданнями ПБС при виконанні морських робіт є:

- вимірювання гідрофізичних та гідрохімічних параметрів водного середовища (температури, електропровідності, кислотності, лужності та ін.);
- вивчення рельєфу і структури морського дна (гідроакустичне обстеження поверхні, глибинне профілювання морського дна і картографування);
- імпульсне зондування морського дна з метою пошуку корисних копалин на шельфі [1];
- гідроакустичний пошук затонулих об'єктів.

До наведених вище підводних завдань в останні роки додається фото- і відеофіксація донної поверхні, основною вимогою якої є високоточне картографування, фото- і відеодокументування підводних об'єктів з їхньою географічною прив'язкою. Такі роботи є невід'ємною частиною прокладки підводних кабелів і трубопроводів, пошуково-розвідувальних, аварійно-рятувальних робіт і науково-дослідних задач.

Традиційно класифікація ПБС виконується за наступними ознаками:

- за призначенням ПБС;
- за структурою просторової конфігурації ПБС;
- за схемою буксирування підводного апарата ПБС;
- за робочою глибиною буксирування;
- за наявністю екіпажу на борту БПА.

За призначенням ПБС поділяють на:

- пошукові, призначені для пошуку затонулих об'єктів – суден, авіа- та космічної техніки тощо;
- геологорозвідувальні, призначені для пошуку корисних копалин на шельфі за допомогою генерації у воду гідроакустичних імпульсів та їх прийому після відбиття від морського дна;
- рибпромислові ПБС, призначені для виявлення промислово значимих рибних косяків та їх вилову за допомогою тралів;
- науково-дослідницькі, призначені для вивчення Світового океану (дослідження процесів розвитку іхтіофлори та іхтіофауни, донних відкладень), вирішення задач підводної археології та екології моря.

За структурою просторової конфігурації ПБС поділяються на:

- одноланкові, які містять один БПА, що буксирується за судном-буксирувальником за допомогою кабель-буксиру; такі ПБС є найбільш розповсюдженими внаслідок їхньої простоти побудови і експлуатації [3];
- багатоланкові, до складу яких входять декілька БПА або буксируваних пошукових приладів (БПП), які буксируються одним спільним КБ або окремими КБ і використовують буксирувані апарати-відхилювачі, буксирувані апарати-заглиблювачі та підйомні ПБА для розгортання ПБС у просторову робочу конфігурацію.

За схемою буксирування ПБС поділяють на:

- приповерхневого буксирування за класичною схемою – надводне судно буксирує БПА або БПП по поверхні моря; зазвичай, у такий спосіб буксирують пошукову гідроакустичну апаратуру та сейсмічні коси при пошуку підводних родовищ нафти і газу;
- глибинного буксирування (надводне чи підводне судно буксирує БПА у товщі води); така схема буксирування застосовується при виконанні наукових досліджень морів і океанів, а також при підводних пошукових роботах;
- придонного буксирування (надводне чи підводне судно буксирує БПА у

безпосередній близькості до донної поверхні); така схема буксирування застосовується при виконання пошукових і аварійно-рятувальних робіт, а також при проведенні підводних наукових досліджень.

За робочою глибиною ПБС, як і інші підводні апарати і системи, поділяють на [1]:

- ПБС для малих глибин (до 600 м);
- ПБС для середніх глибин (до 2000 м);
- ПБС для великих глибин (до 6000 м);
- ПБС для надвеликих глибин (більше 6000 м).

За наявністю екіпажу ПБС поділяють на:

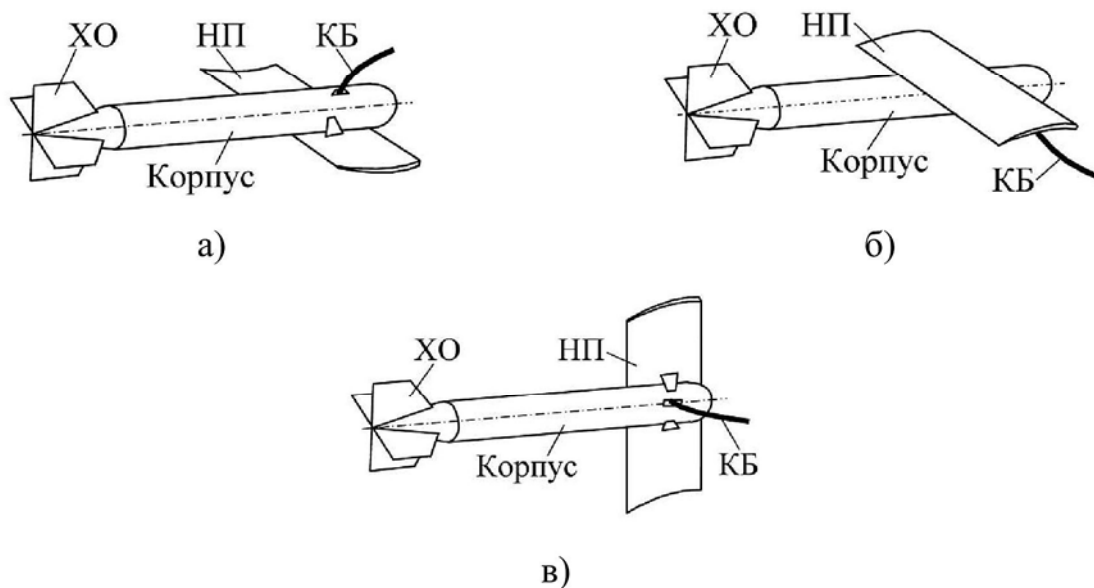
- населені – мілководні батіплани (підводні апарати з гідродинамічним принципом занурення за допомогою несучих поверхонь - крил, здатні занурюватись на глибину до 100-200 метрів з екіпажем 1-2 гідронавти для підводних фото- та відеозйомок і спостереження за роботою тралів, за поводженням риби в косяку в природних умовах і в зоні дії рибацького знаряддя та для інших підводних досліджень) та глибоководні буксировані підводні апарати;

- ненаселені (безекіпажні), керування якими забезпечується з ПЕК, розташованого на СБ (надводного судна чи корабля, а також з підводного човна).

Конструктивно БПА являє собою тверде тіло обтічної форми, яке знаходиться у потоці води. Основним типом БПА є апарати гідродинамічного компонування, які створюють визначаючу гідродинамічну силу за допомогою несучих поверхонь – крил. Вони призначені для відхилення ходового кінця КБ у бік від корінного – вгору або вниз (вертикальна площина) та ліворуч або праворуч (горизонтальна площина). Крім того, на БПА розміщується корисний вантаж (буксировані гнучкі кабель-антени, щогли з приладами навігації і зв'язку, приймальники-випромінювачі гідроакустичних систем, фото- і відеоапаратура тощо), а також виконавчі механізми керування хвостовим оперенням БПА та його корисним вантажем.

Хвостове оперення (ХО) забезпечує стабілізацію руху БПА у поздовжній і боковій площинах.

Визначаюча гідродинамічна сила, яку створює несуча поверхня (НП) БПА, задає його тип. Відрізняють три типи БПА [1]: БПА-заглиблювачі (рис. 1.1,а), підйомні буксировані підводні апарати (рис. 1.1,б) та БПА-відхилювачі (рис. 1.1,в).



а) – буксирований підводний апарат-заглиблювач; б) – підйомний буксирований підводний апарат; в) – буксирований підводний апарат-відхилювач

Рисунок 1.1 – Типи буксированого підводного апарата

БПА-заглиблювачі призначені для забезпечення заданого заглиблення корисного вантажу ПБС, їх НП встановлені по відношенню до набігаючого потоку води таким чином, щоб створювати заглиблюючу гідродинамічну силу.

Підйомний буксирований підводний апарат призначено для створення за допомогою НП підйомної гідродинамічної сили. У якості підйомного БПА можуть використовуватись також підтримувальні буї, у яких при малих швидкостях буксування підйомна сила створюється завдяки гідростатичній підйомній силі. Таким чином, підйомні БПА можуть бути як гідродинамічного, так і гідростатичного типу у залежності від характеру підйомної сили, яка

створюється на них.

Буксируваний підводний апарат-відхилювач служить для відхилення від діаметральної площини корисного вантажу ПБС, тобто НП створює відхиляючу гідродинамічну силу.

Загалом, основна перевага ПБС полягає у тому, що вони найбільш пристосовані для тривалих просторово-часових вимірювань у порівнянні з іншими видами підводних систем. Вони дають змогу безперервно одержувати інформацію у режимі реального часу, що дає повну уяву про спостережуваний об'єкт та навколишню обстановку. ПБС також дають можливість забезпечити складну просторову форму системи та зберігати її при наявності впливу зовнішніх збурень.

Крім того, такі системи передбачають використання різних типів СБ в умовах занурення на великі глибини та спеціально облаштованих гелікоптерів, що значно збільшує швидкість буксирування.

Огляд конструкцій БПА дає змогу дійти висновку, що їх притаманний широкий спектр архітектурно-конструктивних типів з позицій гідродинаміки та значний перелік приладів корисного вантажу.

1.2 Область застосування буксируваної підводної техніки

Область застосування макету – експериментальні дослідження ефективності роботи системи придонним рухом БПС з БПА пошукового типу.

Застосування ПБС з БПА в морській практиці значно підвищує продуктивність пошукових і дослідних робіт на шельфі, оскільки забезпечує двосторонній зв'язок бортової апаратури БПА з ПЕК і вирішення завдань високоточного утримання БПА над ґрунтом без витрат операційного часу на маневрування СБ.

Підводні буксирувані системи призначені для рішення наступних основних завдань:

- допошук підводних об'єктів фото-, відео-,магнітометричними та гідроакустичними приладами;
- обстеження підводних об'єктів фото- та відеоприладами;
- картографування донної поверхні.

ПБС по місцю базування підрозділяються на стаціонарно розміщені на судні-носії і на мобільні, у тому числі розміщені в мобільних контейнерах. Склад устаткування ПБС залежить від призначення, робочої глибини і визначається комплектацією. У загальному випадку до складу комплекту встаткування ПБС входять:

- власне буксирований підводний апарат, оснащений пошуковою та картографічною апаратурою;
- устаткування поста енергетики і керування;
- вантажопідйомний пристрій;
- лебідка із кабель-буксиром.

На ПБС розміщаються: гідролокатор, телевізійні камери, підводні світильники, датчики просторового положення апарата (глибина, курс, альтитуда, крен і диферент), електроприводи хвостового оперення та несучих поверхонь,змінні націпні прилади (гідроакустика, магнітометрія, сенсори гідрофізичних та гідрохімічних параметрів морської води тощо).

До складу устаткування ПЕК входять: блок живлення, блок ручного керування БПА, комп'ютери гідролокатора і навігаційної гідроакустичної системи, відеомонітори для відображення відео-, гідроакустичної і навігаційної інформації, реєстратор.

Устаткування поста енергетики і керування може розміщатися в морському контейнері або в одному із приміщень судна. Блок живлення забезпечує електроживленням ПБС, а також включає групи пристроїв захисту і блокування.

Блок ручного керування БПА служить для передачі команд на ПБС за допомогою груп перемикачів і ручок керування.

Для роботи із ПБС використовується навігаційна гідроакустична система (НГС із ультракороткою базою). Принцип її роботи полягає у визначенні положення маяка-відповідача, встановленого на БПА, відносно судна-носія. Спеціальне програмне забезпечення відображає параметри і траєкторію руху апарата на моніторі оператора. Для підвищення точності роботи системи і виключення похибки від хитавиці СБ в блок обробки НГС можуть додатково вводитися дані із встановленого на судні зовнішнього датчика крену і диференту.

Гідролокатор кругового огляду призначений для проведення допошука підводних об'єктів. Він також може використовуватися для визначення місця розташування ПБС щодо великих об'єктів, положення яких на ґрунті щодо судна-носія відомо. Як правило, гідролокатор має два робітників частоти. Більше низька частота призначена для виявлення великих цілей на більших дистанціях. Більше висока частота забезпечує виявлення малорозмірних об'єктів на менших дистанціях з більше високим дозволом.

Як силова установка на БПА використовується електропривод для керування кутами атаки рулів хвостового оперення та несучих поверхонь БПА. Електроенергія подається безпосередньо до електромоторів рушіїв апарата по кабель-буксиру з поста енергетики і керування ПБС.

Вантажопідійомний пристрій являє собою кран або П-подібну стрілу з гідравлічною насосною станцією для привода механізму лебідки і крана, а також лебідку з струмопереходом для кабель-буксиру.

При утриманні ПБС на СБ необхідним є виконання наступних вимог: БПА повинен бути закріплений по-похідному на штатному місці, всі поворотні, виносні і висувні пристрої надійно закріплені, горючі, вибухонебезпечні і хімічно активні речовини, гази, піропристрої і інші небезпечні матеріали зберігаються у відведених місцях з дотриманням відповідних норм, засоби пожежогасіння повинні перебувати на штатних місцях у готовності до використання, робочі площадки по обслуговуванню ПБС і підходи до нього не повинні бути захаращені і повинні утримуватися в чистоті.

Спуск БПА на воду, його підйом на борт СБ необхідно здійснювати відповідно до суднового розкладу на ці заходи, з використанням штатних засобів судна. Виконання спускопідйомних робіт із ПБС допускається при хвилюванні моря, регламентованому для кожного конкретного типу БПА. Під час спуску і підйому БПА СБ здійснює прикриття апарата від впливу хвиль і вітру, з попередженням можливості навалів судна на БПА.

На СБ необхідно: забезпечити кранцевий захист щоб уникнути ударів БПА о борт СБ, всі виступаючі за борт пристрою СБ, що не використовуються в даних операціях, завалити і закріпити, у темний час доби місце проведення спускопідйомних робіт забезпечити прожекторним освітленням, робити утримання підвішеного БПА від розгойдування за допомогою використання відтягнень, багрів і інших спеціальних пристроїв, видалити з місця проведення робіт сторонніх осіб.

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКЛАДОВИХ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БУКСИРУВАНОЇ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ

2.1 Технічні характеристики електричного обладнання буксируваної підводної техніки

Згідно структури буксируваної підводної системи наведемо технічні характеристики елементів електрообладнання, що входять до її складу.

Технічні характеристики комутатора «Gigabit Ethernet» зведені до табл 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики комутатора «Gigabit Ethernet»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Ширина	мм	54
2	Висота	мм	135
3	Глибина	мм	105
4	Маса	кг	0,63
5	Робоча температура	°C	-40...+75
6	Температура зберігання	°C	-40...+85
7	Напруга живлення	В	9.6...60
8	Потужність споживання	Вт	8,4

Технічні характеристики датчика глибини «MLH300PSL06A» зведені до табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики датчика глибини «MLH300PSL06A»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Максимальний робочий тиск	МПа	2,067
2	Тип датчика		Відносний
3	Вихідна напруга при максимальному тиску	В	4,5
4	Точність, від макс.	%	0,25
5	Термокомпенсація		є
6	Напруга живлення	В	5
7	Тип вихідного інтерфейсу	-	напруга
8	Діапазон робочих температур	°C	- 40...125
9	Час реакції	мс	2
10	Корпус	-	MLH
11	Виробник	-	Honeywell Inc.

Технічні характеристики мікросхеми «LSM303DLH» зведені до табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики мікросхеми «LSM303DLH»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Діапазон вимірювання прискорень	g	$\pm 2/\pm 4/\pm 8$
2	Діапазон вимірювання магнітної індукції	Гс	$\pm 1,3/\pm 1,9/\pm 2,5/\pm 4,0/$ $\pm 4,7/\pm 5,6/\pm 8,1$
3	Вісь вимірювання	-	X, Y, Z
4	Інтерфейс даних і керування	-	I ² C
5	Розрядність даних	-	16 bit
6	Напруга живлення	В	2,5-3,3
7	Робоча температура	°C	-30°C до +85°C

Технічні характеристики медіаконвертера «Just Add Power 2G Gigabit HD/IP» зведені до табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні технічні характеристики медіаконвертера «Just Add Power 2G Gigabit HD/IP»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Мережа	-	Ethernet 1000Base-TX
2	Відеовхід	-	1xHDMI
3	Швидкість відеопотоку	-	2,25Gbps (HDM1.3)
4	Керування	-	RS232
5	Напруга живлення	В	5
6	Струм	А	1,2
7	Ширина	мм	125
8	Висота	мм	28
9	Глибина	мм	121
10	Маса	Г	500

Технічні характеристики медіаконвертера «3512 IP Camera Module» зведені до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Основні технічні характеристики медіаконвертера «3512 IP Camera Module»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Процесор	-	Hi3512 SoC ARM926 + H.264 Codec
2	Відеовхід	-	CVBS, 1.0Vp-p with 75Ω loading
3	Мережа	-	Ethernet(10/100 Base-T)
4	Зберігання даних	-	SD карта
5	Напруга живлення	В	DC12

6	Споживана потужність	Вт	1,6
7	Ширина	мм	38
8	Висота	мм	38
9	Глибина	мм	15
10	Маса	г	15

Технічні характеристики технологічної відеокамери кольорового зображення «VB21EH-R36» зведені до табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Основні технічні характеристики технологічної відеокамери кольорового зображення «VB21EH-R36»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Роздільна здатність	ТВЛ	650/700
2	Чутливість	лк	0,1
3	Об'єктив фіксований	мм	3,6
4	Живлення	В	12, DC
5	Максимальний струм споживання	мА	100
6	Робочий діапазон температур	°С	-10С...+50
7	Діаметр	мм	21
8	Довжина	мм	70
9	Маса	кг	0,15
10	Відеовихід	-	1 В, 75 Ом

Технічні характеристики технологічної відеокамери чорно-білого зображення «VB19BH-W36» зведені до табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Основні технічні характеристики технологічної відеокамери чорно-білого зображення «VB19BH-W36»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Об'єктив	мм	3,6
2	Роздільна здатність	ТВЛ	600
3	Чутливість	Lux	0,03
4	Відношення Сигнал/Шум	дБ	> 48
5	Автоматичне регулювання посилення	дБ	4 ~ 30
6	Живлення	В	12, DC
7	Максимальний струм споживання	мА	100
8	Діаметр	мм	19
9	Довжина	мм	57
10	Робочі температури	°C	-10 ~ +50

Технічні характеристики відеокамери високого розширення «GoProHero 3» зведені до табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Основні технічні характеристики відеокамери високого розширення «GoProHero 3»

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Ширина	мм	59
2	Висота	мм	41
3	Глибина	мм	29
4	Маса с батареєю	г	77
5	Носій	-	microSD (до 64 ГБ)
6	Формат фото	-	JPG, 12 Мп
7	Інтерфейси	-	Micro-HDMI, Mini-USB 2.0, microSD

Технічні характеристики джерел світла (світлодіод СХА2520-0000-000N00Q20E7) зведені до табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Основні технічні характеристики джерел світла (світлодіод СХА2520-0000-000N00Q20E7)

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Колірна температура	К	2850-3200
2	Колір світіння	-	Теплий білий
3	Кут випромінювання	град.	120
4	Світловий потік	кЛм	2,1-2,26
5	Номінальний струм	мА	550
6	Пряме падіння напруги (тип)	В	37
7	Пряме падіння напруги (макс)	В	42
8	Індекс передачі кольору	-	80
9	Ширина	мм	24
10	Висота	мм	24
11	Глибина	мм	1,7

Технічні характеристики електричного приводу керма глибини зведені до табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Основні технічні характеристики електричного приводу керма глибини

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Електрична потужність	Вт	100
2	Номінальна напруга	В	27
3	Номінальна швидкість обертів	об/хв	3000
4	Коефіцієнт редуктора	—	0,01
5	Довжина ходу штока	мм	±18

2.2 Технічні характеристики буксируваної підводної техніки

Основні технічні характеристики дослідного макету буксируваної підводної системи пошукового типу наведені нижче.

Загальні технічні характеристики буксируваного підводного апарата зведені до табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Основні технічні характеристики буксируваного підводного апарата

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Довжина	м	3,34
2	Ширина	м	2,56
3	Висота	м	0,62
4	Об'єм	м ³	0,37
5	Маса	кг	350
6	Площа поверхні	м ²	9,12

Технічні характеристики несучої поверхні (крила) зведені до табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Основні технічні характеристики несучої поверхні (крила)

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Профіль	—	CLARK-Y
2	Форма по плану	—	Прямокутна
3	Розмах	м	2
4	Хорда	м	0,8
5	Максимальний гідродинамічний коефіцієнт підйомної сили $C_{НПк}$ (при куті атаки 15°)	—	1,38

6	Гідродинамічний коефіцієнт лобового опору C_{HPV} (при куті атаки 15°)	—	0,13
7	Кут атаки	град	0-35

Технічні характеристики керма глибини зведені до табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Основні технічні характеристики керма глибини

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Профіль	—	NACA 0012
2	Форма по плану	—	Прямокутна
3	Розмах	м	1,2
4	Хорда	м	0,56
5	Максимальний гідродинамічний коефіцієнт підйомної сили $C_{PГХ}$ (при куті атаки 22°)	—	1,55
6	Гідродинамічний коефіцієнт лобового опору $C_{PГV}$ (при куті атаки 22°)	—	0,175
7	Максимальний кут відхилення пера	град	± 25

Технічні характеристики міцного корпусу системи інформаційного обміну та керування зведені в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Основні технічні характеристики міцного корпусу системи інформаційного обміну та керування

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Довжина	мм	453
2	Діаметр	мм	115
3	Витіснений об'єм	дм ²	2,78
4	Маса корпусу з приводом	кг	4,28

Технічні характеристики міцного корпусу системи освітлення зведені в табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Основні технічні характеристики міцного корпусу системи освітлення

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Довжина	мм	213
2	Діаметр	мм	115
3	Витіснений об'єм	дм ²	1,36
4	Маса корпусу з приводом	кг	1,68

Технічні характеристики міцного корпусу відеокамери зведені в табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Основні технічні характеристики міцного корпусу відеокамери

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Довжина	мм	119
2	Діаметр	мм	39
3	Витіснений об'єм	дм ²	0,1
4	Маса корпусу з приводом	кг	0,4

Технічні характеристики міцного корпусу приводу керма глибини зведені до табл. 2.17.

Таблиця 2.17 – Основні технічні характеристики міцного корпусу приводу керма глибини

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Довжина	мм	505
2	Діаметр	мм	115

3	Витіснений об'єм	дм ²	2,87
4	Маса корпусу з приводом	кг	7,5

Технічні характеристики кабель-буксиру зведені до табл. 2.18.

Таблиця 2.18 – Основні технічні характеристики кабель-буксиру

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Довжина	м	100
2	Діаметр	мм	14,7
3	Маса	кг	18
4	Гідродинамічні коефіцієнти:		
	- нормальний	—	1,0
	- тангенціальний	—	0,1

Згідно складу буксированої підводної техніки наведено технічні характеристики елементів електричного обладнання, яке входить до її складу, а також масогабаритні показники буксированого підводного апарата.

3 ОПИС ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ ПРИ ПІДБОРІ СКЛАДОВИХ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БУКСИРУВАНОЇ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ

3.1 Структурна схема електричного обладнання буксируваної підводної техніки

Виходячи з задач, які має виконувати дослідний макет підводної буксируваної системи пошукового типу, а також з урахуванням матеріалів проекту, пропонується наступна структурна схема його електричного обладнання (рис. 3.1).

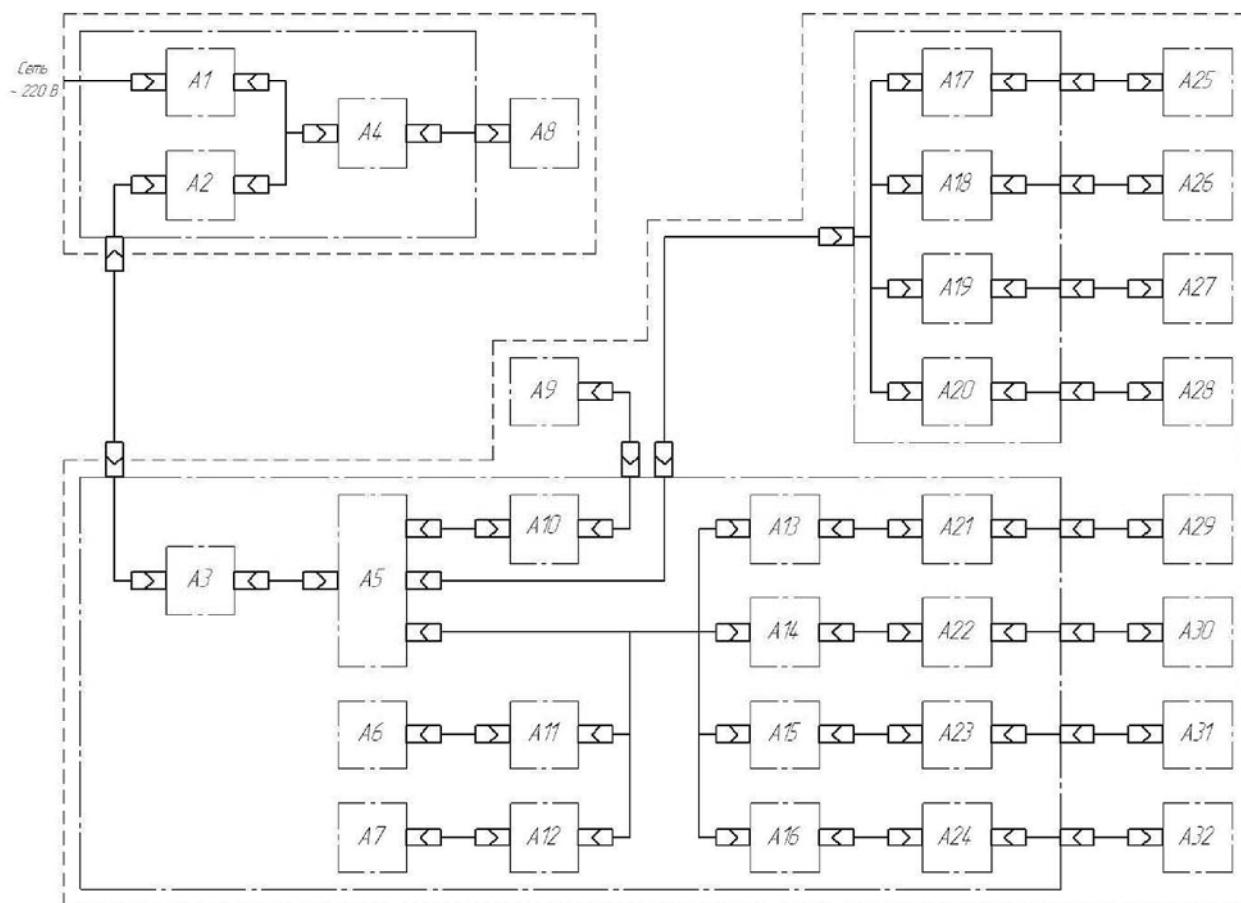


Рисунок 3.1 – Структурна схема електрообладнання дослідного макету прив'язної буксируваної системи

Дамо опис окремих елементів запропонованої схеми:

A1 – силове джерело живлення комплексу, що забезпечує електроживленням обладнання пульта керування, його передачу до бортових споживачів БПА, а також захист споживачів електроенергії від перевантажень і коротких замикань. Має лінії зворотного зв'язку для компенсації втрат електроенергії в кабелі.

A2, A3 – медіаконвертер «оптика-Ethernet», що здійснює перетворення сигналів комп'ютерної мережі Ethernet в сигнали для передачі по волоконно-оптичним каналам зв'язку.

A4 – контролер пульта керування, що формує керуючі сигнали від органів керування пульта і передає їх на борт БПА. Обробляє і виводить на рідкокристалічний мнемонічний індикатор інформацію, що отримується від датчиків з борту БПА.

A5 – контролер носія, що отримує керуючі сигнали від пульта керування і передає їх на виконавчі пристрої, а так само здійснює збір даних від датчиків вимірювальних пристроїв, проводить їх первинну обробку і передачу на пульт керування для подальшої візуалізації та документування.

A6 – датчик тиску, що проводить вимірювання гідростатичного тиску води для визначення глибини занурення БПА або стабілізації його руху на заданій глибині.

A7 – компас, що визначає напрямок руху БПА, а також виконує замір кутів крену, диференту і рівнів магнітних аномалій при русі БПА над донною поверхнею.

A8 – пристрій відображення і запису відеосигналу, що відображає відеоінформацію отриману від відеокамер БПА, виконує її перетворення в цифровий формат в реальному масштабі часу, її запис і зберігання. Як пристрій може бути застосований комп'ютер з необхідними параметрами або інший пристрій відображення, запису і зберігання відеоінформації.

A9 – привід керма глибини, що здійснює зміну кута відхилення пера керма

глибини в заданих межах. Являє собою реверсивний мотор-редуктор, перетворює обертальний рух в зворотно-поступальний. Конструктивно являє собою двигун постійного струму з триступінчатим планетарним редуктором і кулько-гвинтовою передачею. Пристрій має вбудовані датчики кінцевих і нейтрального положення. При спрацюванні кінцевих датчиків відбувається блокування відповідного напрямку обертання двигуна. При спрацюванні датчика нейтрального положення на пульт керування виводиться інформація «Кермо 0».

A10 – джерело живлення приводу керма глибини, що забезпечує живленням привід повороту керма глибини і здійснює його захист від перевантажень і коротких замикань.

A11 – джерело живлення датчика глибини, що є стабілізованим джерелом живлення підвищеної точності для забезпечення вимірювального датчика тиску високоякісною електроенергією.

A12 – джерело живлення компаса, що є стабілізованим джерелом живлення підвищеної точності для забезпечення чутливих елементів датчика високоякісною електроенергією.

A13-A16 – джерело живлення відеокамери, що забезпечує живленням і захистом відеокамеру від перевантажень і коротких замикань.

A17-A20 – джерело живлення світлодіодних матриць, що являє собою керований стабілізатор струму для живлення та захисту світлодіодних матриць. Керування джерелами здійснюється через інтерфейс RS-485, що дозволяє виконувати регулювання світлового потоку матриць від максимуму до мінімуму з повним виключенням.

A21-A23 – медіаконвертор «аналоговий сигнал-Ethernet», що призначений для перетворення аналогового вихідного відеосигналу технологічних відеокамер в цифровий сигнал формату Ethernet, з наступною передачею його комп'ютерною мережею.

A24 – медіаконвертор «HDMI-Ethernet», що призначений для перетворення вихідного сигналу високоякісної відеокамери формату HDMI в цифровий сигнал

формату Ethernet, з наступною передачею його комп'ютерною мережею.

A25-A28 - світлодіодна матриця, що являє собою напівпровідникове джерело світла підвищеної світловіддачі. Забезпечує високу освітленість поверхні дна при малому енергоспоживанні. Зсув температури освітленості в «теплий» спектр забезпечує природне перенесення кольорів зображення об'єктів у водній товщі.

A29-A30 - аналогова відеокамера кольорового зображення, що забезпечує первинний огляд донної поверхні при русі БПА. Оскільки відеокамера має малий кут огляду, до 90°, до складу обладнання входять дві відеокамери кольорового зображення. Відеокамери кольорового зображення дозволяють проводити огляд об'єктів які потрапили в зону освітленості.

A31 - аналогова відеокамера чорно-білого зображення. Оскільки чорно-біла відеокамера має більш високу чутливість, вона дозволяє виконувати попередній огляд і візуальний пошук об'єктів, які знаходяться попереду по ходу БПА, за межами зони освітленості, що дозволяє своєчасно здійснити маневр по «підкермовуванню», щоб об'єкт потрапив в зону огляду кольорових відеокамер.

A32 - цифрова відеокамера високого дозволу, що призначена для документування відеоінформації щодо підводного становища у форматі Full HD. Відеокамера, виконуючи зйомку, може передавати інформацію по каналу зв'язку на пульт керування або проводити запис на вбудований носій інформації. Відеокамера має кут зору порядку 170°, що дозволяє використовувати в складі обладнання одну відеокамеру, яка перекриває зону бачення двох технологічних.

3.2 Елементи електричного обладнання буксированої підводної техніки

Серія 8-портових Ethernet-комутаторів EtherDevice Switch EDS-P308-T є недорогим рішенням для побудови промислових мереж Ethernet. MOXA EDS-P308-T - комутатор 8 x 10 / 100BaseTX з функцією Power Over Ethernet (PoE).

Комутатор підтримує живлення по PoE на портах 1-4, це означає, що комутатори серії EDS-P308 можуть виступати в ролі пристроїв живлення [2].

Комутатор EDS-P308-T може передавати живлення потужністю до 15,4 Вт на кожний порт PoE для живлення пристроїв, що підключаються IEEE 802.3af, усуваючи необхідність додаткових проводів. Даний комутатор є універсальним пристроєм; оптичний порт FX дозволяє передавати дані від периферійного пристрою в центр керування на відстані до 40 км з високою стійкістю до електромагнітних завад. Вбудована в комутатор функція сигналізації про збій в мережі дозволяє миттєво повідомляти мережевих адміністраторів про обрив Ethernet-зв'язку або про відсутність електроживлення. Технічні характеристики зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.1).

Зовнішній вигляд комутатора Gigabit Ethernet наведено на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд комутатора Gigabit Ethernet

Датчики тиску серії MLH поєднують спеціальне застосування технології інтегральної схеми (ASIC) з мультимедійною ізоляцією та металевим діафрагмовим корпусом. Цифрове представлення даних та продуктивність датчика робить його ідеальним для багатьох застосувань. Повна температурна компенсація, калібрований та посилений сигнал MLH робить доступним вимірювання в діапазоні від 3,5 атм. до 550 атм. Датчики MLH досягають точності $\pm 0.25\%$ (BFSL) і загальної помилки на рівні 2%, а діапазон температур від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$

до 125 °С. Промислові стандартні роз'єми та технологічні порти забезпечують підвищену надійність та зручність користувача.

Особливості датчика: всі металізовані деталі, призначені для використання у різноманітних рідинах; немає внутрішніх еластомерних ущільнень; підсилені виходи; зворотна напруга вхідного сигналу та захист від короткого замикання на виході; час реакції менше 2 мс; номінальний захист IP65 або вище [3].

У MLH є сім стандартних варіантів виведення:

- А. 0,5 Вт до 4,5 В постійного струму з коефіцієнтом виходу з 5 В постійного струму;
 - Б. 4 мА до 20 мА струму від 9,5 В до 30 В постійного струму збудження;
 - С. 1,0 В постійного струму до 6,0 В постійного струму регулюється виходом від 8 В постійного струму до 30 Вт збудження;
 - D. 0,25 В постійного струму до 10,25 В постійного струму регулюється виходом від 14 В постійного струму до 30 Вт збудження;
 - Е. 0,5 В постійного струму до 4,5 В постійного струму регулюється виходом від 7 В постійного струму до 30 Вт збудження;
 - F. 0 мВ до 50 мВ з 5 В постійного струму;
 - G. 1 В до 5 В постійного струму від 8 В до 30 В постійного струму.
- Зовнішній вигляд датчика тиску MLH300PSL06A наведено на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Датчик тиску MLH300PSL06A

Технічні характеристики датчика тиску MLH300PSL06A зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.2).

Представлений модуль датчика прискорення LSM303DLH - це плата з уже запаяним датчиком і мінімальної обв'язкою. Всі керуючі сигнали мікросхеми і її живлення виведені на стандартний 9-контактний роз'єм з кроком 2,54мм, що дає можливість простого підключення датчика до існуючої системи, або макетної платі. Плата має мініатюрні розміри 23мм x 12,7 мм.

На платі встановлені 2 стабілізатора напруги 1,8 В і 3В (ці напруги необхідні LSM303DLH для нормальної роботи) - це дозволяє використовувати плату в діапазоні напруг живлення 2,6-5,5 В. Виходи стабілізаторів напруги виведені на роз'єми плати, що дозволяє використовувати ці напруги для живлення зовнішніх пристроїв з струмом споживання до 150 мА. На платі також встановлена схема узгодження I2C інтерфейсу, яка зрушує рівні сигналів SDA і SCL до рівня напруги VIN (напруга на вході регуляторів напруги). Це дозволяє застосовувати плату з системами 3 В і 5 В без ризику вивести з ладу датчик LSM303DLH [4].

LSM303DLH це високоякісний 3-х осьовий датчик прискорення (акселерометр) і 3-х осьовий компас з I2C цифровим виходом і надзвичайно низьким енергоспоживанням від ST microelectronics. Датчик має набір режимів низького енергоспоживання, що дозволяє використовувати його в сплячому режимі з функціями пробудження.

LSM303DLH має кілька діапазонів вимірювання прискорення, які можуть бути динамічно обрані користувачем, і діапазонів вимірювання магнітного поля. Діапазони акселерометра і магнітометра незалежно настроюються користувачем. LSM303DLH надає користувачеві I2C шину для настройки, конфігурації і читання результатів вимірювання, яка може працювати як в стандартному режимі (швидкість 100кГц), так і в швидкому (400 кГц). Як акселерометр, так і магнітометр можуть бути незалежно один від одного переведені в сплячий режим.

Режим самодіагностики дозволяє керуючій системі перевіряти працездатність датчика безпосередньо в процесі роботи пристрою.

Датчик може бути налаштований для генерації сигналу переривання при виникненні ситуації руху датчика, або його вільного падіння. Поріг спрацьовування і тимчасові інтервали генератора переривання можуть бути налаштовані користувачем «на льоту».

Особливості модуля/датчика: широкий діапазон напруги живлення 2,6-5,5 В; 2,6-5,5 В сумісні лінії вводу/виводу; ультранизке енергоспоживання; I2C інтерфейс; 16-бітний вивід даних; два незалежних програмованих генератора переривань для вільного падіння і руху датчика в просторі; функції сплячого режиму і пробудження; функція самодіагностики; мініатюрний розмір плати 23 мм x 12,7 мм; всі керовані сигнали датчика і виводи живлення виведені на 9-контактний вбудований стабілізатор напруги 3В; можливість вибору зовнішнього джерела живлення, або від стабілізатора 3В; можливість ручного регулювання сигналу CS в режимі SPI; кріпильний отвір діаметром 2,1 мм.

Зовнішній вигляд мікросхеми «LSM303DLH» наведено на рис. 3.4.



Рисунок 3.4 – Мікросхема «LSM303DLH» акселерометра та компаса

Технічні характеристики мікросхеми «LSM303DLH» зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.3).

Нагороджена нагородами платформа HD over IP від Just Add Power являє собою масштабовану систему поширення відео на основі ethernet, призначену для будь-якого розміру проекту.

При використанні з керованим комутатором Gigabit HD через IP-передавачі та приймачі дозволяють створювати практично будь-який розмір відеорозподільної системи HDMI, максимум до 4000 входів x 65 000 виходів. На відміну від матриці формату фіксованого формату, вона дозволяє практично будь-яку комбінацію входів і виходів.

Всякий раз, коли вам потрібно інтегрувати нові вихідні пристрої або додаткові дисплеї в існуючу установку, просто додайте один передавач HD over IP на джерело або один HD через IP-приймач для кожного нового дисплея. USB через IP, вбудована підтримка відео стіни, двостороння RS232, придушення мікшування Dolby і можливість отримувати зворотний зв'язок із зображеннями з кожного інтегрованого дисплея - ось лише деякі з чудових функцій, пропонованих різними моделями пристроїв HD over IP. Для відео стіни додатків HD over IP дозволяє інтегрувати що-небудь з 2x2 на 16x16 відеостін, одночасно підтримуючи необмежену розподіл одного екрану в одній мережі [5].

Пристрій 2G / 2G + HD / IP підтримують широкий спектр стислих аудіоформатів. Це включає в себе найпопулярніші формати Stereo 2.0, Dolby 5.1 і THX 7.1. Якщо вашому додатку потрібно підтримка незжатих форматів, знайдених виключно на деяких дисках Blu-Ray, найкраще розмістити гравця в зоні без втрат в якості розподіленого загального ресурсу.

Зовнішній вигляд приймально-передавач JustAddPower 2G Gigabit HD/IP наведено на рис. 3.5.



Рисунок 3.5 – Приймально-передавач JustAddPower 2G Gigabit HD/IP

Технічні характеристики приймально-передавач JustAddPower 2G Gigabit HD/IP зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.4)

Медіаконвертер для отримання аналогового відеозображення в цифровому форматі [6] представлено на рис. 3.6.



Рисунок 3.6 – Медіаконвертер «3512 IPCameraModule»

Технічні характеристики медіаконвертера «3512 IPCameraModule» зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.5).

Циліндрична кольорова мінікамера високого дозволу (960 пкс) має високу чутливість з режимом "день-ніч", системою шумозаглушення, функцією компенсації заднього засвічення, автоматичним регулюванням посилення і балансом білого. Відеокамера обладнана об'єктивом з фіксованим фокусом [7].

VB21EH-R36 – циліндрична кольорова камера в сталевому корпусі діаметром 19 мм, внутрішня відеокамера має матрицю 1/3 "Sony 960H Super HAD II з вбудованим об'єктивом $f = 3,6$ мм і розширенням 650/700 ТВЛ.. Модель має світлочутливість 0,1 Лк. Економна витрата енергії відеокамерою – всього 1,2 Вт.

Зовнішній вигляд відеокамери VB21EH-R36 наведено на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд камери «VB21EH-R36»

Технічні характеристики відеокамери «VB21EH-R36» зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.6).

Відеокамера «VB19BH-W36» циліндрична чорно-біла відеокамера внутрішнього і зовнішнього спостереження, встановлена в універсальний водонепроникний корпус стандарту IP 68. На камері «VB19BH-W36» встановлена ПЗЗ-матриця 1/3 "SHARP, вбудований об'єктив діаметром 3,6мм / F2.0 з дозволом відеозапису 600 ТВЛ. Світлочутливість становить 0,1 Люкс що дозволяє записувати високоякісне відео в умовах недостатнього освітлення. Автоматичний баланс білого запобігає появі на записи білих плям і засвічування [8].

Чорно-біла відеокамера ефективна при зйомці у воді з великою кількістю органічних домішок (водорості, замулення та ін.). У таких умовах кольорова відеокамера не зможе дати чітке зображення підводних об'єктів.

Зовнішній вигляд відеокамери «VB19BH-W36» наведено на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 – Зовнішній вигляд камери «VB19BH-W36»

Технічні характеристики відеокамери «VB19BH-W36» зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.7).

Інноваційна модель оснащена поліпшеним процесором (продуктивність якого збільшилася в 2 рази) і значно удосконаленої графікою. За допомогою нового графічного ядра камера здатна записувати відео Full HD якості (1920x1080) з частотою до 60 кадрів в секунду, а при 720p – з частотою 120 кадрів в секунду (цього вистачає для високоякісних кадрів при сповільненій зйомці – slow-motion відео). Працюючи в режимі «тайм-лєпс» відеокамера автоматично фіксує зображення з інтервалом від 0,5 до 60 секунд. 10-ти МП сенсор знімає до 10 кадрів за секунду.

Удосконалена лінза камери (це дозволило зменшити спотворення і поліпшити різкість зображення). 6-елементна асферична лінза допомогла не тільки усунути ефект «риб'ячого ока», а й помітно зробити картинку набагато краще.

Завдяки Full HD розширенню можливо створювати більш якісні матеріали вибираючи кут огляду: вузький, середній або ультра широкий.

За умови підключення до відповідного додатка є можливість переглядати зображення практично в режимі реального часу (максимальна затримка – до 1 секунди), що також сприяє прискореному обміну відео матеріалами та фотографіями (а також їх видалення, при необхідності).

Параметри звуку: AAC стиснення (з авто регулюванням посилення), 48 кГц, моно, з можливістю збільшення звукового діапазону до 10 дБ.

Є функція підтримки мікрофона з роз'ємом 3,5 мм. Для цього необхідно лише підключення додаткового адаптера. Для більшої зручності в відеокамері встановлено 2 порти формату Mini USB і Micro HDMI.

Підтримує карти формату MicroSD (рекомендований Class 10, що дозволить значно збільшити швидкість відтворення і передачі даних). Обсяг пам'яті карт, що підтримуються – до 64 Гб [9].

Зовнішній вигляд камери GoProHero 3 наведено на рис. 3.9.



Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд камери GoProHero 3

Технічні характеристики камери GoProHero 3 зведені до таблиці (розд. 2, табл. 2.8).

3.3 Принцип компонування електричного обладнання буксированої підводної техніки

Загальний вигляд моделі дослідного макету ПБС пошукового типу наведено на рис. 3.10-3.12.

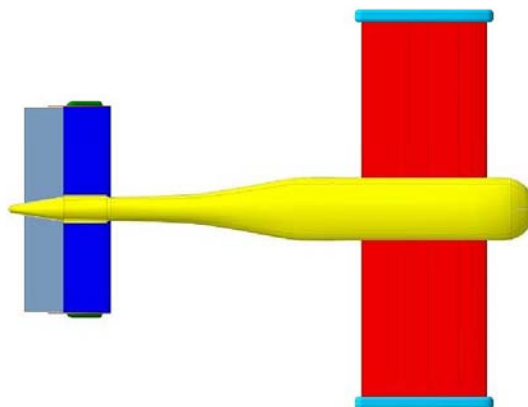


Рисунок 3.10 – Вигляд зверху моделі макету апарата буксированої підводної системи



Рисунок 3.11 – Вигляд збоку моделі макету апарата буксированої підводної системи

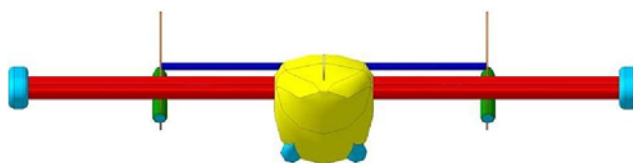


Рисунок 3.12 – Фронтальний вигляд моделі макету апарата буксированої підводної системи

Натурний макет БПА представлено на рис. 3.13.



Рисунок 3.13 – Натуральний макет апарата буксированої підводної системи

Морські випробування натурального макету апарата буксированої підводної системи наведені на рис. 3.14.

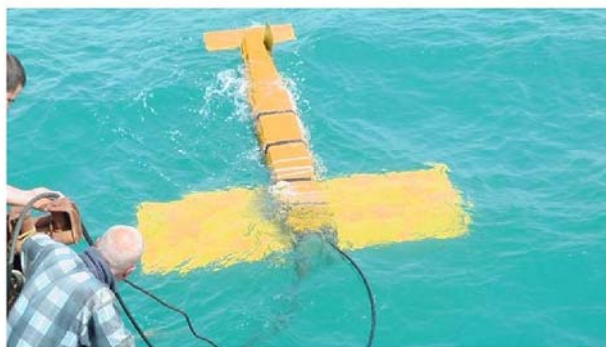


Рисунок 3.14 – Морські випробування натурального макету апарата буксированої підводної системи

Технічні характеристики натурного макету БПА зведені до таблиць (розд. 2, табл. 2.11-2.13).

Компоновочне креслення міцного корпусу керування макету апарата буксированої підводної системи представлено на рис. 3.15.

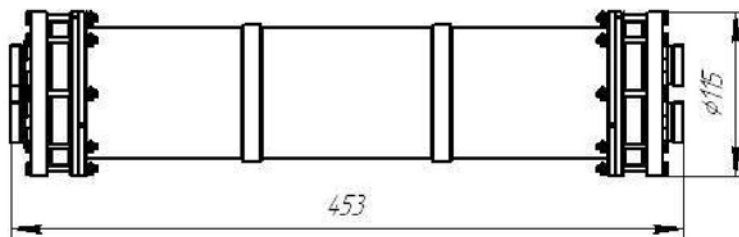
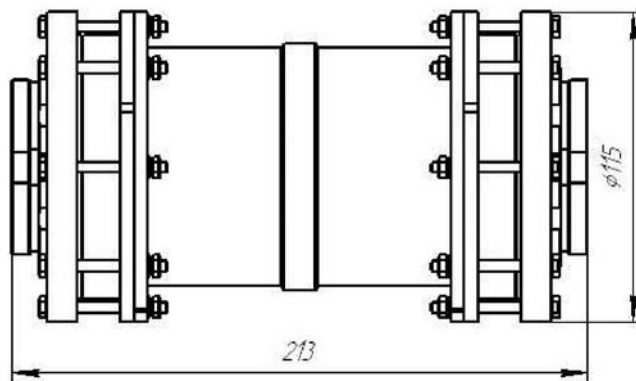


Рисунок 3.15 – Компоновочне креслення міцного корпусу керування

Міцний корпус системи освітлення макету апарата буксированої підводної системи та компоновочне креслення світильника підводного виконання наведені на рис. 3.16-3.17.



а)



б)

а) – натуральний вигляд; б) – компоновочне креслення

Рисунок 3.16 – Міцний корпус системи освітлення макету апарата буксированої підводної системи

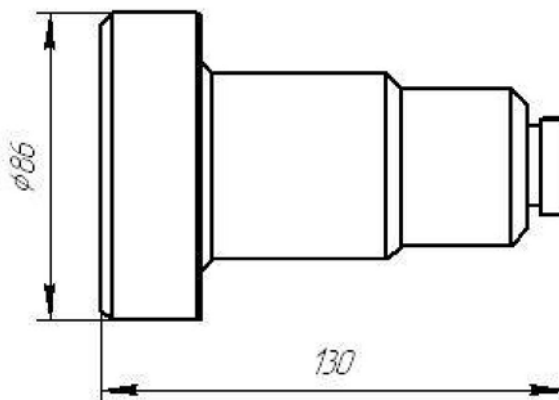


Рисунок 3.17 – Компоновочне креслення світильника підводного виконання

Технічні характеристики міцного корпусу керування, міцного корпусу системи освітлення та світильника зведені до таблиць (розд.2, табл. 2.14-2.15).

Розташування відеокамери на натурному макеті ПБС представлено на рис. 3.18, а технічні характеристики в таблиці (розд. 2, табл. 2.16).

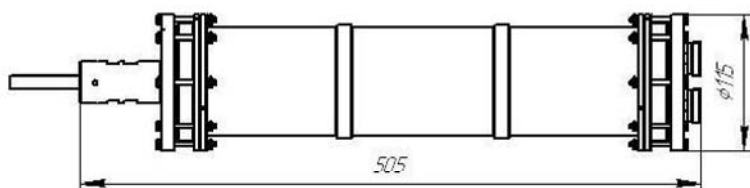


Рисунок 3.18 – Носова відеокамера макету апарата буксированої підводної системи

Вузол повороту керма макету апарата буксированого підводного апарата представлено на рис. 3.19, а технічні характеристики в таблиці (розд.2, табл. 2.17).



а)



б)

а) – натуральний вигляд; б) – компоновочне креслення

Рисунок 3.19 – Вузол повороту керма макету апарата буксированої підводної системи

Запропоновано структурну схему електричного обладнання, вибрано найбільш відповідне електричне обладнання та схематично показано його розташування.

4 РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СКЛАДОВИХ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БУКСИРУВАНОЇ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ

4.1 Розрахунок потужності споживання буксированої підводної техніки

Загальне енергоспоживання обладнання БПА визначається як:

$$P_{\text{общ}} = \sum U_n \cdot I_n, \text{ Вт}$$

З урахуванням паспортних характеристик обладнання, наведеного на структурній схемі, потужність становить 155 Вт. При пуску двигуна приводу керма глибини споживана потужність складає 280 Вт

Для розрахунку кабель-буксира приймаємо максимальне значення споживаної потужності з урахуванням коефіцієнта корисної дії вторинних джерел живлення споживана потужність складе 310 Вт.

4.2 Розрахунок електричних параметрів кабель-буксира буксированої підводної техніки

Величина струму:

$$I_{\phi} = \frac{P_A}{U_A} = \frac{310}{220} = 1,4 \text{ А}$$

Падіння напруги в кабель-тросі:

$$\Delta U = 0,1 \cdot U_A = 0,2 \cdot 220 = 22 \text{ В}$$

Орієнтовний електричний опір провідника струму:

$$R_{\phi} = \frac{\Delta U}{I_{\phi}} = \frac{22}{1,4} = 15,61 \text{ Ом}$$

Електричний опір, привидів до 1 км кабель-троса:

$$R_{\phi 1 \text{ км}} = R_{\phi} \cdot \frac{1000}{L} = 15,61 \cdot \frac{1000}{100} = 156,1 \text{ Ом}$$

За довідником вибираємо значення опору, перетину і діаметра серійних струмопровідних жил 4 класу:

- $R_{\phi C} = 89,1 \text{ Ом};$
- $S_{\phi} = 0,2 \text{ мм}^2;$
- $d_{\phi} = 0,6 \text{ мм}.$

Електричний Опір струмопровідної жили:

$$R_{\phi 0} = R_{\phi C} \cdot \frac{L}{1000} = 89,1 \cdot \frac{100}{1000} = 8,91 \text{ Ом}$$

Падіння напруги на одній струмопровідній жилі кабель-троса:

$$\Delta U_{\phi} = R_{\phi 0} \cdot I_{\phi} = 8,91 \cdot 1,4 = 12,47 \text{ В}$$

Падіння напруги на кабель-тросі в%:

$$\Delta U_{\phi \%} = \frac{\Delta U_{\phi}}{U_{\phi}} \cdot 100 = \frac{12,47}{220} \cdot 100 = 5,7 \%$$

Маса погонного метра МІДІ в провіднику:

$$m_{M1} = \rho_M \cdot S_\phi = 8940 \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} = 0,00179 \text{ кг/м}$$

За довідником вибираємо значення товщини ізоляції силової жили у відповідності з величиною живлячої напруги і споживаним струмом $h_{жс} = 0,6 \text{ мм}$.

Маса погонного метра струмоведучої жили:

$$\begin{aligned} m_{жс} &= m_{M1} + \rho_{ОБ} \cdot \pi \cdot h_{жс} \cdot (d_\phi + h_{жс}) = \\ &= 0,00179 + 920 \cdot \pi \cdot 6 \cdot 10^{-7} \cdot (6 \cdot 10^{-7} + 6 \cdot 10^{-7}) = 0,00387, \text{ кг/м} \end{aligned}$$

Діаметр струмоведучої жили з ізоляцією:

$$D_{жс} = d_\phi + 2 \cdot h_{жс} = 6 \cdot 10^{-7} + 2 \cdot 6 \cdot 10^{-7} = 0,0018 \text{ мм}$$

Питома вага струмоведучої жили:

$$\rho_{жс} = \frac{m_{жс}}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{жс}^2} = \frac{0,00387}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,0018^2} = 1520,42 \text{ кг/м}^3$$

З урахуванням розташування і розмірів силових жил і оптичного модуля внутрішній діаметр захисної оболонки складе:

$$d_{ОБ} = 6,2 \text{ мм}$$

Задаємося товщиною захисної оболонки $h_{ОЗ} = 1,25 \text{ мм}$.

Зовнішній діаметр захисної оболонки:

$$d_{O3} = d_{OB} + 2 \cdot h_{O3} = 6,2 + 2 \cdot 1,25 = 8,7 \text{ мм}$$

Товщина шару вантажонесучого елемента $h_{OG} = 1 \text{ мм}$.

Товщина зовнішньої оболонки кабель-буксира вибирається за довідником

$$[1] H_{BH} = 2 \text{ мм}$$

Повний діаметр кабель-тросу:

$$D_{KT} = d_{OB} + 2 \cdot (d_{O3} + h_{OG} + H_{BH}) = 6,2 + 2 \cdot (1,25 + 1 + 2) = 14,7 \text{ мм}$$

Погонна маса силових жил кабелю:

$$m_{сж} = 2 \cdot m_{жс} = 2 \cdot 0,00387 = 0,0077 \text{ кг/м}$$

Погонна маса оптичного модулю:

$$m_{so} = 0,01145 \text{ кг/м}$$

Погонна маса захисної оболонки:

$$m_{O3} = 0,01853 \text{ ,кг/м}$$

Погонна маса зовнішньої оболонки:

$$m_{BH} = 0,059 \text{ кг/м}$$

Погонна маса вантажонесучого елементу:

$$m_{OG} = 0,043 \text{ кг/м}$$

Маса одного погонного метра кабель-троса:

$$m_{KT} = m_{сжс} + m_{so} + m_{O3} + m_{BH} + m_{OG} = 0,14 \text{ кг/м}$$

Питома вага кабель-тросу:

$$\rho_{KT} = \frac{m_{KT} \cdot 4}{\pi \cdot D_{KT}^2} = \frac{0,14 \cdot 4}{\pi \cdot 14,7^2} = 827,1 \text{ кг/м}^3$$

Маса кабель-тросу:

$$m_{LKT} = L \cdot m_{KT} = 100 \cdot 0,14 = 14 \text{ кг}$$

Проведено розрахунки кабель-буксиру для макету підводного буксированого апарата.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці являє собою систему законодавчих актів, соціально - економічних, організаційних, технічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Оскільки головним об'єктом охорони праці є людина в процесі праці, то при розробці вимог виробничої санітарії використовуються результати досліджень ряду медичних і біологічних дисциплін.

Законодавчо правовими актами з охорони праці та охорони навколишнього середовища є: Конституція України, Кодекс законів про працю України, Кримінальний кодекс України, Система стандартів безпеки праці. Конституція України встановлює гарантоване право громадян на працю, відпочинок, охорону здоров'я.

Прийнятий в 1992 році закон України "Про охорону праці" закріпив на державному рівні конституційні права громадян про охорону праці, їх здоров'я і життя в процесі трудової діяльності. Викладені в статтях Закону основні принципи державної політики базуються на пріоритетах життя і здоров'я працівників підприємств і досить гуманні до трудової людини, водночас вимогливі і категоричні до порушників закону.

Ст. 4 Закону " Про охорону праці" формулює принципи державної політики у сфері охорони праці. Ці принципи чинності зазначеного їх визначення, слід кваліфікувати і як принципи інституту охорони праці, що підлягають застосуванню за відсутності відповідних конкретних правових норм, і як такі, які визначають напрями подальшого розвитку інституту охорони праці, і як обов'язки держави, які взяла на себе і має дотримуватися при здійсненні своєї політики в майбутньому. З урахуванням викладеного, принципу, зазначені в ст. 4 Закону "Про охорону праці", мають певне регулятивне значення. У названій статті закріплено такі принципи:

- пріоритет життя і здоров'я працівників результатами виробничої діяльності підприємства, повна відповідальність власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексне вирішення завдань охорони праці на основі національних програм з цих питань, а також з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки, техніки та охорони здоров'я;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, Постраждалим від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних нормативів з охорони праці для всіх підприємств незалежно від форм власності та видів їх діяльності;
- використання економічних методів управління охороною праці , проведення політики пільгового оподаткування, що приєє створенню безпечних і нешкідливих умов праці, участь держави у фінансуванні заходів з охорони праці;
- здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності державних органів, установ, організацій та об'єднань громадян, що вирішують різні проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництво.

5.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів, які впливають на людину при роботі з буксируваним підводним апаратом і кабель-буксиром на відкритій палубі судна-буксирувальника

За своєю будовою СБ є складною інженерною технічною спорудою з великою кількістю технічного обладнання, яке виконує свої функції, діючи на оточуючих, характерним для себе фізичним полем. Виходячи з наведеного, кожен робітник на своєму робочому місці витримує певний вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Наведемо визначення цих факторів.

Небезпечний фактор виробництва – такий виробничий фактор, дія якого на працюючих у визначених умовах призводить до травми чи до іншого неочікуваного різкого погіршення здоров'я. Результат дії небезпечного виробничого фактору на людину є нещасний випадок на виробництві.

Шкідливий фактор виробництва - такий виробничий фактор, дія якого на працюючих у визначених умовах призводить до захворювання чи до зниження працездатності. Результат дії шкідливого виробничого фактору на людину є професійне захворювання.

При проведенні робіт, у ході яких виконується спуск, підйом БПА, а також операції по вибиранню чи випуску КБ, працюючий персонал постійно наражається на вплив небезпечних і шкідливих факторів. Це пояснюється тим, що на відкритій палубі СБ розташована велика кількість рухомих механізмів, відкритих люків, виступаючих металевих частин, які при недотриманні правил техніки безпеки можуть призвести до травматизму або до значного погіршення здоров'я і навіть до летального випадку.

Перелікуємо небезпечні і шкідливі фактори, які мають відношення до робітників, що знаходяться на відкритій палубі СБ під час виконання професійних обов'язків при спуско-підйомних операціях БПА і роботи з КБ та розглянемо наслідки на здоров'я працюючих від їхнього впливу:

1. Навколо СБ постійно знаходиться відкрите водне середовище з певною глибиною води, що не виключає можливість потоплення плавзасобу та утоплення людей, якщо останні опиняться за бортом внаслідок недотримання правил техніки безпеки. Також у цьому випадку людина може відчути страх, запанікувати і у разі ненадання негайної допомоги потрапити у рухомі частини рушійно-рульового комплексу, що може призвести до летального випадку.

2. Вплив екстремальних гідрометеорологічних явищ як то гроза, злива, смерч, туман, шторм та інше.

3. Людина, що перебуває на відкритій палубі постійно витримує вплив хитавиці СБ і як наслідок його крен та диферент й має компенсувати її за рахунок

напруження чи розслаблення м'язів кінцівок. Також працівник повинен враховувати рух тіла за інерцією при виконанні службових обов'язків і розташовуватися якомога ближче до пристосувань, за які можна зачепитися при різкому зміні просторового стану судна.

4. Слизька поверхня відкритої палуби судна, де безпосередньо відбувається робочий процес впливає на рівновагу робітника і він повинен обережніше пересуватися в робочій зоні, що обмежує його здатність повноцінно виконувати свої функції. А у разі втрати рівноваги працівник може отримати ушкодження голови, попереку та інших частин тіла різного ступеня важкості.

5. Вибухонебезпечність і легко займистість нафтопродуктів, що використовуються як паливо для суден або оброблюються на них.

6. При необережному поводженні на відкритій палубі судна людина може отримати тяжкі травми, як переломи кінцівок, струс мозку, ушкодження внутрішніх органів внаслідок попадання кінцівок у незахищені частини устаткування, механізми і машини, що рухаються чи обертаються, необачності і зачеплення за виступаючі частини технологічних механізмів, кришки люків, гаків, закріплюючих засобів, а також потрапляння у відкриті люки.

7. Руйнування кріплення деталей, блоків, механізмів, стріл, які перебувають під навантаженням.

8. Обрив натягнутих під навантаженням тросів, канатів, ланцюгів, шнурів, що можуть значно травмувати робітника.

9. Імовірність падіння з висоти, у трюм, змиву за борт.

10. При відсутності лебідки для КБ судовий персонал вибирає і випускає його вручну. При довготривалому перебігу такого виду роботи у працівника виникають дискомфортні відчуття, пов'язані з онімінням пальців рук, судорогами м'язів кінцівок, незручним положенням тіла.

11. Підвищена напруга в електричній мережі з можливістю ураження електричним струмом.

12. Відсутність або недостатнє природне освітлення.

13. Підвищена або понижена температура поверхні суднових конструкцій та виробничого устаткування.

14. Підвищена запиленість і загазованість робочої зони на палубах суден та робочих місцях.

15. Підвищена вологість і циркуляція повітря.

16. Підвищена або понижена температура повітря робочої зони на відкритій судновій палубі при проведенні вище вказаних робіт у літній чи зимовий період, коли персонал одночасно може заливатися забортною водою. Такий стан речей призводить до переохолодження, погіршення самопочуття співробітників і викликає в них захворювання горла, дихальних шляхів, легень, підвищення температури тіла та багато інших дискомфортних відчуттів й захворювань, які можуть призвести навіть до загибелі робочого.

17. Постійне відчуття вібрації корпусу СБ за рахунок роботи головних електричних машин рушійного комплексу і постійного впливу хитамиці призводить до перевтоми і нервового напруження працюючого. Цей шкідливий фактор викликає у робітника при довготривалому впливі незначні нервові розлади і порушення у роботі вестибулярного апарату, нудоту, нервово-психічні перенавантаження.

18. Скутість під час робіт у засобах індивідуально захисту.

19. Гострі крайки, задирки та шорсткість на поверхні виробничого обладнання та інструментів.

Вплив описаних небезпечних та шкідливих факторів знаходження на відкритій палубі СБ під час проведення наведених вище робіт усувається чи зводиться до мінімуму тільки чітким дотриманням правил техніки безпеки.

5.2 Заходи техніки безпеки при роботі з кабель-буксиром та буксированим підводним апаратом на відкритій палубі під час спуско-підйомальних операцій

Проведення будь-яких технічних робіт на відкритій палубі судна-носія завжди пов'язано з певною небезпекою для здоров'я і життя людини. Це пояснюється тим, що судно-носії майже завжди перебуває у стані хитамиці і витримує крен та диферент. Людський фактор в цих умовах відіграє важливу роль, тому при допущенні персоналу судна чи обслуговуючого персоналу самохідного прив'язного підводного апарату до проведення робіт на відкритій палубі дотримуються певних правил техніки безпеки, які є обов'язковими для всього персоналу.

Правила техніки безпеки при роботі на відкритій палубі мають наступний вигляд:

1. Перед початком робіт з КБ і БПА на відкритій палубі кожен працівник, який має відношення до цих робіт повинен отримати відповідний допуск.
2. Всі працівники, які працюють на відкритій палубі повинні вдягати засоби для порятунку (рятувальні жилети, рятувальні пояси).
3. До початку проведення наведених робіт на відкритій палубі має бути призначена людина, що буде відповідальна за їх виконання і дотримання безпеки.
4. Відповідальна людина повинна пересвідчитися, що на відкритій палубі укомплектовані засоби порятунку у випадку непередбачуваних подій (рятувальні круги, рятувальний кінець, канатна дробина, багор).
5. Працівники, які виконують дії по вибору чи випусканню КБ на відкритій палубі мають слідкувати за тим, щоб ніхто не ставав в петлі КБ і ніхто не намотував КБ на руку при його виборі чи випуску.
6. Всі дії осіб, які приймають участь в операціях спуску та підйому БПА на палубу СБ повинні здійснюватися за командою керівника спуско-підйомних робіт.
7. Спуск та підйом БПА допускається тільки з використанням штатних

засобів БПА і судна забезпечення.

8. На підготовленому до спуску чи підйому БПА всі рухомі та відкидні пристрої повинні бути завалені та закріплені, рухомі механізми і гребні гвинти зупинені, вразливі частини корпусу та обладнання захищені.

9. Під час спуску та підйому БПА СБ повинно своїми маневрами найкращим чином забезпечувати захист БПА від дії хвиль, вітру, власної хитавиці і уникати навалів на апарат.

10. При виконанні операцій спуску та підйому БПА під час стоянки судна на якорі необхідно постійно контролювати взаємне розташування якірного ланцюга, канату і КБ БПА, не дозволяючи їхнього перехрещування.

11. СБ, що виконує операції спуску та підйому БПА при стоянці на якорі, повинно знаходитися у стані негайної готовності зняття з якоря.

12. При виникненні під час спуску ушкоджень корпусу БПА, рулів та інших технічних засобів, що мають вплив на безпеку плавання БПА, спуск апарату повинен бути припинений.

13. При операціях спуску та підйому БПА учасникам робіт забороняється знаходитися на БПА, під БПА та в зоні його руху, а також перешкоджати вручну розкачуванню БПА після взяття його у захвати спуско-підйомного пристрою.

14. Вирізи, люки, горловини, які знаходяться на відкритій палубі повинні бути закриті або мати огороження у випадку необхідності утримання їх з відкритим верхом.

15. Будь-який працівник, що перебуває на відкритій палубі судна-носія, у разі виявлення небезпеки, що загрожує судну, людям, вантажам і технічним засобам, зобов'язаний негайно доповісти про це керівнику підводних робіт чи капітану.

16. При стоянці СБ біля причальної стінки не дозволяється сходити з нього та входити на нього по трапах і сходнях до їх закріплення, ставати на фальшборт, причальні бруси, кранці, кнехти, а також входити або сходити з борта судна, минаючи трап або сходні, коли відбувається підйом чи спуск БПА.

17. Категорично забороняється вживати на відкритій палубі СБ алкогольні напої і наркотичні речовини, а тим паче приходити і знаходитися в наведеному місці у стані алкогольного та наркотичного сп'яніння. Це положення стосується і інших приміщень СБ.

18. Під час проведення операцій спуску та підйому БПА і маніпуляцій з КБ на відкритій палубі не повинно знаходитися зайвих речей та предметів, що не мають відношення до цих заходів. А за наявності таких вони повинні негайно прибиратися в інше місце на СБ.

Таким чином, можна звернути увагу на те, що правила техніки безпеки повинні вивчатися кожним працівником у повному обсязі. Це необхідно для того, щоб звести до мінімуму вплив на людину небезпечних і шкідливих факторів, котрі в свою чергу можуть призвести до тяжкого ураження навіть з летальним результатом або погіршити здоров'я з втратою працездатності на певний час.

Найбільшою проблемою з дотриманням техніки безпеки є нехтування її правилами особами, які мають великий досвід роботи чи навпаки такого не мають. Такий підхід призводить до великих неприємностей і внаслідок серйозних порушень правил техніки безпеки вимушує постійно слідкувати за їх дотриманням та створювати спеціальні комісії по розслідуванню нещасних випадків. Така ситуація на робочому місці відволікає працівників від виконання своїх прямих функціональних обов'язків в зв'язку з прийманням участі в цих комісіях. Цей стан речей знижує продуктивність праці, створює некомфортне моральне середовище на робочому місці, пригнічує настрій працюючої людини.

Потрібно, щоб кожен працівник розумів, що правила техніки безпеки створювалися не одразу і за кожним новим створеним правилом стоїть конкретний нещасний випадок або навіть втрата робочого персоналу внаслідок смерті працівника. Також необхідно відмітити те, що порушення правил техніки безпеки однією особою може мати негативні наслідки не тільки для неї, а і для іншої працюючої особи або групи робітників.

ВИСНОВКИ

Удосконалено електрообладнання підводного буксируваного апарата і підібрано обладнання для більш продуктивного проведення підводно-технічних робіт. Розглянуто вид буксируваної підводної системи з буксированим підводним апаратом визначеного типу.

Виходячи з задач, які має виконувати підводна буксирована система пошукового типу, а також з урахуванням матеріалів проєкту, розроблено структурну схему його електричного обладнання. Проведено розрахунки, які підтверджують працездатність електрообладнання підводного буксируваного апарата.

В розділі охорона праці розглянуто аналіз небезпек при операціях спуску та підніманні на судні і заходи щодо уникнення цих небезпек на відкритій палубі при роботі з кабель-буксиром.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Буруніна, Ж. Ю. Проектні задачі механіки підводних буксированих систем з підйомними апаратами. Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ. – 2003. – № 2 (388). – С.10-19.
2. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nexen.com.ua/uk/goods/kommutator-moxa-eds-p308-t>
3. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.compel.ru/item-pdf/5e8da4825946c5ec10f4c33c9066c07d/ps/honey~mlh.pdf>
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=LSM303-MOD>
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.audeonet.com/jap>
6. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.weiku.com/products/9657334/3512_IP_Camera_Module.html
7. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.klaster-plus.ua/shop/videonablyudenie/videokamery-ru/analogovye-videokamery/videokamera-vision-hi-tech-vb21eh-r36/>
8. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://smartel.ua/product/kamera-vision-hi-tech-vb19bh-w36/>
9. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://gopro-ukraine.com/products/GoPro_HERO3_Plus/HERO3+Silver_Edition-151/
10. Lenk R., Lenk C. Practical Lighting Design with LEDs. – Wiley-IEEE Press, 2011. – 240 p.
11. Блінцов О.В. Модульна структура підводного апарата-робота багатоцільового призначення. Підводна техніка і технологія: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 53-56