

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-4-680-691

METHOD FOR THE FORMATION OF ALGORITHM ELEMENTS FOR DESIGNING A VESSEL FOR THE SUBSEA TECHNICAL OPERATIONS SUPPORT USING A DATABASE OF SIMILAR VESSELS

O. M. Abdullayev

Design-Research and Scientific-Investigation Institute of Caspian Sea Transport,
Baku, Azerbaijan

The elements of the algorithm for designing vessels for underwater technical work such as formation of the power station of the designed vessel are considered in the paper. These are formation of the power station of the designed vessel, selection and installation of crane and diving equipment, hardware intended for use on a vessel of manned submersibles and determining the dimensions of mobile operation equipment intended for future installation on a vessel being designed to perform appropriate technological operations on the sea shelf, based on the data of a group of the same type vessels. The algorithm is intended for definition of the main dimensions of the designed vessel, namely, a number of the installed diesel generators and ratios of total power of the power station with a width, loading capacity of the crane and power of a propulsive complex of the designed vessel. Systematization of the used crane equipment as for performance of cargo and underwater and technical works, and for hardware service is performed. Systematization of a diving complex, hardware and the manned submersibles assumed to use on the vessel is also performed. The relation between the dimensions of the main deck and ship structures necessary for the installation of mobile technological equipment and complexes using databases of the same type of vessels is systematized. Using the existing design experience and a database of ships of similar purpose, a formula that allows, as a first approximation, to estimate the sizes of the power plant, load-lifting devices and diving equipment planned for installation on the designed vessel that provides service to submersibles of any type has been compiled.

Keywords: Subsea operation, subsea construction vessel, remote operation vehicle, autonomy operation vehicle, manned submersible vehicle, diving equipment, technology equipment.

For citation:

Abdullayev, Oyrad Mamedragim. "Method for the formation of algorithm elements for designing a vessel for the subsea technical operations support using a database of similar vessels." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 15.4 (2023): 680–691. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-4-680-691.

УДК 629.5

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДНА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ ОДНОТИПНЫХ СУДОВ

О. М. Абдуллаев

Каспийский морской транспортный проектно-изыскательный
и научно-исследовательский институт (КАСПМОРИИПРОЕКТ), Баку, Азербайджан

В работе рассмотрены элементы алгоритма проектирования судов обеспечения подводно-технических работ, такие как формирование энергетической установки проектируемого судна, выбор и установка кранового и водолазного оборудования, аппаратных средств, предназначенных для использования на судне

обитаемых подводных аппаратов и определения габаритов мобильного технологического оборудования, предполагаемого к перспективной установке на проектируемом судне для выполнения соответствующих технологических операций на морском шельфе, на базе данных группы однотипных судов. Отмечается, что алгоритм предназначен для определения главных размерений проектируемого судна: количества устанавливаемых дизель-генераторов и соотношений суммарной мощности энергетической установки с шириной, грузоподъемностью крана и мощностью пропульсивного комплекса проектируемого судна. Выполнена систематизация используемого кранового оборудования как для проведения грузовых и подводно-технических работ, так и для обслуживания аппаратных средств, а также систематизация водолазного комплекса, аппаратных средств и предполагаемых к использованию на судне обитаемых подводных аппаратов. Систематизирована связь размеров главной палубы и судовых конструкций, необходимых для установки мобильного технологического оборудования и комплексов с использованием баз данных однотипных судов. На основе существующего опыта проектирования и базы данных близких по назначению судов составлена формула, позволяющая в первом приближении оценить размеры энергетической установки, грузоподъемных устройств и водолазного оборудования, планируемых к установке на проектируемое судно, обеспечивающее обслуживание подводных аппаратов любого типа.

Ключевые слова: подводно-технические работы, судно обеспечения, телеуправляемый подводный аппарат, обитаемый подводный аппарат, технологическое оборудование.

Для цитирования:

Абдуллаев О. М. Метод формирования элементов алгоритма проектирования судна обеспечения подводно-технических работ с использованием базы данных однотипных судов / О. М. Абдуллаев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2023. — Т. 15. — № 4. — С. 680–691. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-4-680-691.

Введение (Introduction)

В настоящей работе выполнено описание методики проектирования судов обеспечения подводно-технических работ с использованием базы данных однотипных судов. В работе рассмотрены методы формирования энергетической установки судов обеспечения подводно-технических работ и выбора кранового оборудования с использованием базы данных близких по назначению судов, являющихся неотъемлемой частью техники, обеспечивающей проведение подводно-технических работ.

Рассмотрен выбор водолазного оборудования и аппаратных средств для подводно-технических работ с использованием базы данных близких по назначению судов. При наличии методики формирования элементов проектируемого судна можно переходить к рассмотрению вопросов проектирования судна в целом.

Для выполнения подводно-технических работ наряду с водолазной техникой используются такие современные аппаратные средства, как телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА) [1], [2], автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) [3] и обитаемые подводные аппараты (ОПА) [4]. Для успешной и безопасной эксплуатации техники, обеспечивающей подводно-технические работы, необходимы качественные и надежные суда с высоким уровнем управляемости [5]–[10]. По мере расширения морского нефтепромысла и совершенствования объектов морской инфраструктуры объем подводно-технических работ будет постоянно увеличиваться. В связи с этим потребность в судах обеспечения подводно-технических работ не утратит своей актуальности.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Формирование энергетической установки. Высокая степень энерговооруженности судов обеспечения подводно-технических работ приводит к увеличению энергетической установки и большим объемам, который она занимает на судне. Габариты энергетической установки зависят от мощности и состава главных и вспомогательных механизмов. Энергетическую установку на раннем этапе проектирования предлагается формировать с учетом факторов, указанных на рис. 1, где показана схема формирования мощности главной энергетической установки с учетом мощности пропульсивного комплекса, технологического оборудования и судовых потребителей.

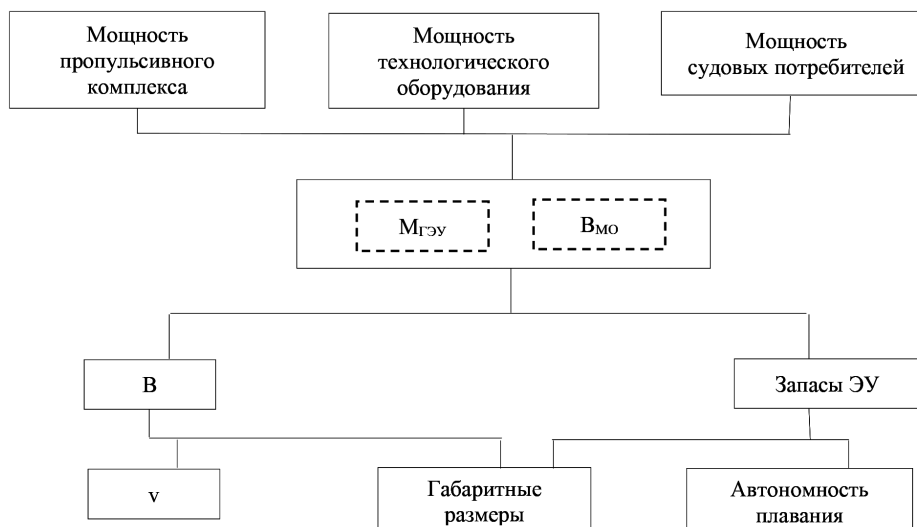


Рис. 1. Структурная схема энергетической установки судов для обеспечения подводно-технических работ

Зависимость, определяющая мощность главной энергетической установки, характеризуется следующим выражением:

$$M_{ГЭУ} = f(M_{ПК}, M_{ТО}, M_{СП}), \quad (1)$$

где $M_{ГЭУ}$ — мощность главной энергетической установки;

$M_{ПК}$ — мощность пропульсивного комплекса;

$M_{ТО}$ — мощность технологического оборудования;

$M_{СП}$ — мощность судовых потребителей.

Как показано на рис. 1, мощность главной энергетической установки зависит от габаритных размеров машинных отделений. Ширина машинного отделения непосредственно связана с мощностью главной энергетической установки, что, в свою очередь, оказывает влияние на габаритные размеры проектируемого судна:

$$B_{МО} = \sum_{i=1}^n B_i + (1n + 1), \quad (2)$$

где $B_{МО}$ — ширина машинного отделения;

B_i — ширина дизель-генератора;

n — наибольшее количество установленных по ширине машинного отделения дизель-генераторов.

Одним из факторов, оказывающих влияние на формирование размеров проектируемого судна, являются необходимые дополнительные запасы энергии, которые могут быть описаны следующей функцией:

$$S_{ЭУ} = f(T_{авт}, M_{ГЭУ}), \quad (3)$$

где $S_{ЭУ}$ — запасы энергетической установки;

$T_{авт}$ — автономность судна.

При наличии базы данных значений ширины судна величину двойного борта можно выразить в виде разности статистического значения ширины судна и ширины энергетической установки:

$$B_{ДБ} = \frac{B - B_{ЭУ}}{2}, \quad (4)$$

Ширина двойного борта с учетом судовых запасов определяется по формуле

$$B_{ДБ} = f(S_{ЭУ}), \quad (5)$$

где $B_{ДБ}$ — размер двойного борта.

С учетом выражений (2) и (4) можно записать формулу для оценки ширины судна с учетом ширины энергетической установки и двойных бортов:

$$B = \left(\sum_{i=1}^n B_i + (1n + 1) \right) + (2B_{\text{дб}}). \quad (6)$$

В ходе расчета размеров энергетической установки при проектировании судна методом использования базы данных предполагается использовать значения элементов существующих судов обеспечения подводно-технических работ. На рис. 2–4 приведены соотношения значений базы данных группы судов для обеспечения подводно-технических работ и сравнительные расчетные данные по формированию габаритов энергетической установки как элемента алгоритма проектирования перспективного судна.

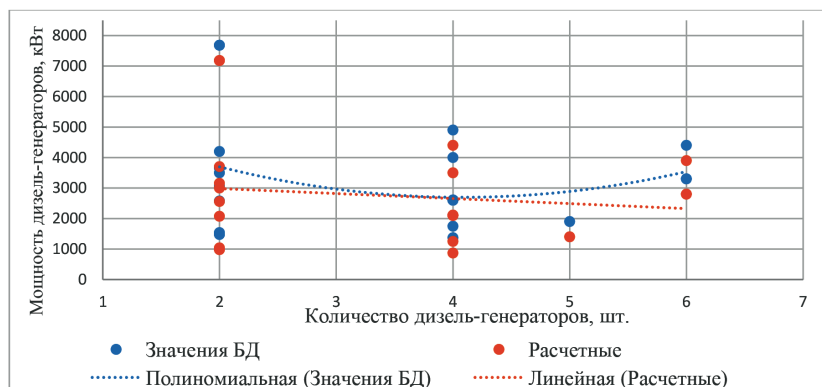
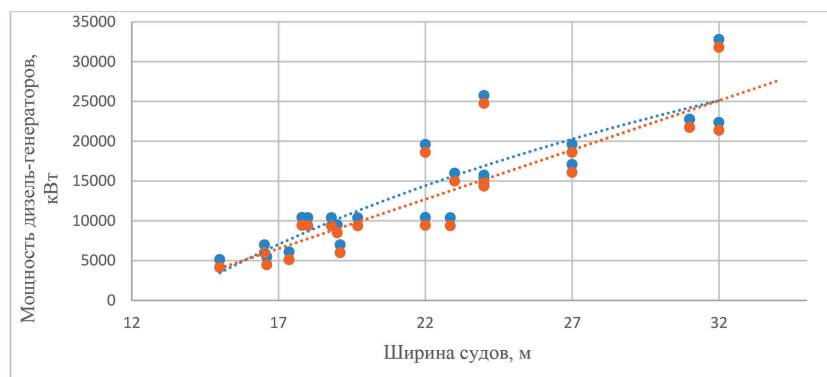


Рис. 2. Соотношение мощности и количества устанавливаемых дизель-генераторов

а)



б)

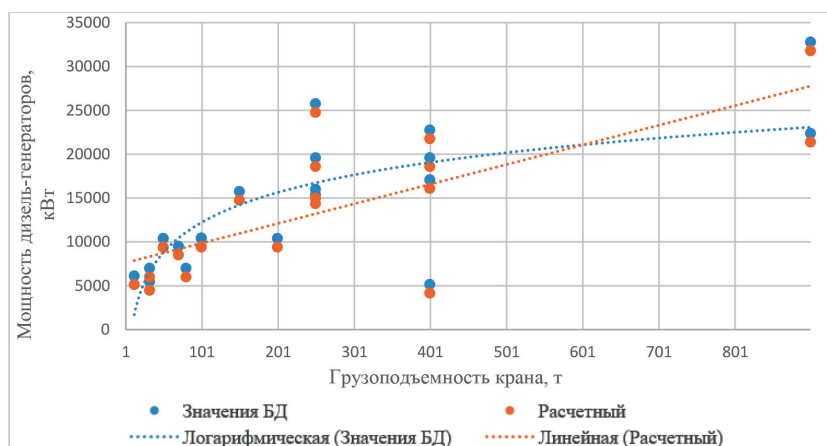


Рис. 3. Соотношение суммарной мощности энергетической установки:
а — с шириной судна; б — с грузоподъемностью главного крана

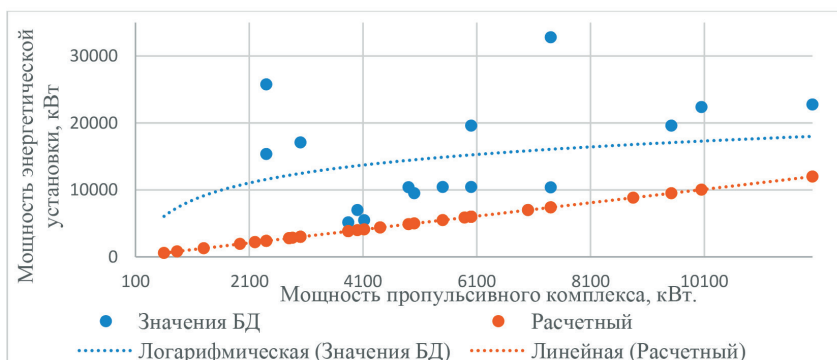


Рис. 4. Соотношение мощности пропульсивного комплекса с суммарной мощностью энергетической установки

Таким образом, систематизирована связь размеров энергетической установки судов обеспечения подводно-технических работ с главными размерениями, скоростью и автономностью плавания судна с использованием значений базы данных близких по назначению судов.

Выбор кранового оборудования. Для выполнения технологических операций на объектах морского нефтепромысла суда обеспечения подводно-технических работ обычно оснащаются необходимыми грузоподъемными средствами. В состав грузоподъемных средств на судах обеспечения подводно-технических работ входят:

- главный кран обеспечения подводно-технических работ (Subsea);
- вспомогательный кран для выполнения технологических операций;
- кран(ы) для хозяйственных нужд;
- спускоподъемные устройства для аппаратных средств и комплексов (при использовании соответствующего оборудования).

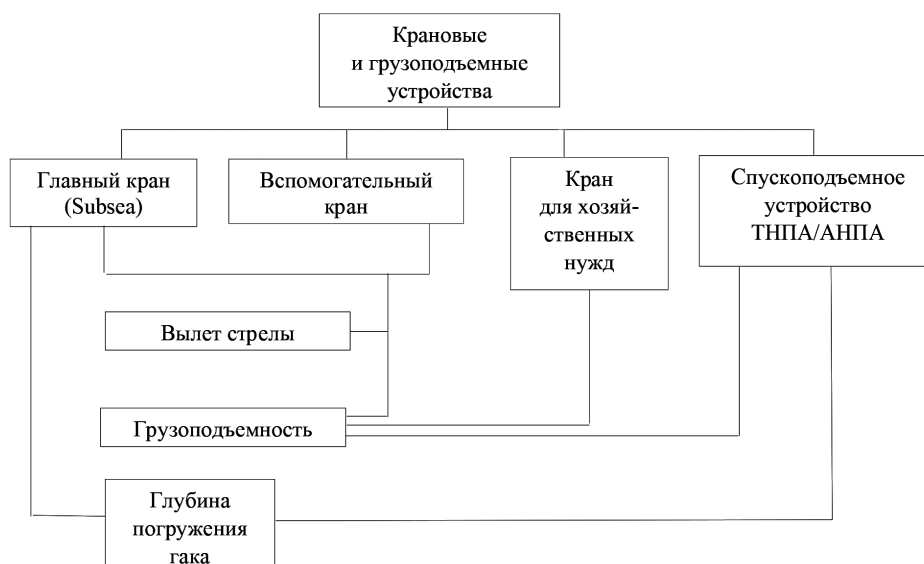


Рис. 5. Структурная схема главных параметров грузоподъемных средств, используемых на судах обеспечения подводно-технических работ

На структурной схеме (рис. 5) показаны главные параметры грузоподъемных средств, используемых на судах обеспечения подводно-технических работ, выраженные в виде следующей функции:

$$P_{\text{ГУ}} = P_{\text{ГП}} f(P_{\text{м}}, L_{\text{с}}, d_{\text{П}}), \quad (7)$$

где $P_{\text{ГУ}}$ — грузоподъемные устройства;

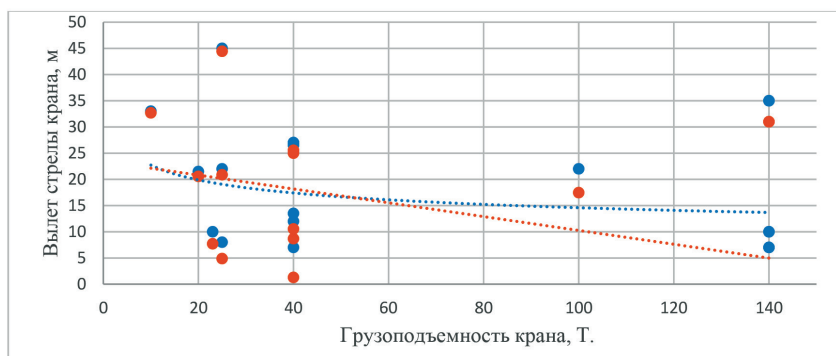
$P_{\text{ГП}}$ — грузоподъемность;

L_c — вылет стрелы;

d_{III} — глубина погружения гака.

На рис. 6 приведены соотношения значений базы данных группы судов обеспечения подводно-технических работ и сравнительные расчетные данные по выбору кранового оборудования как элемента алгоритма проектирования перспективного судна.

а)



б)

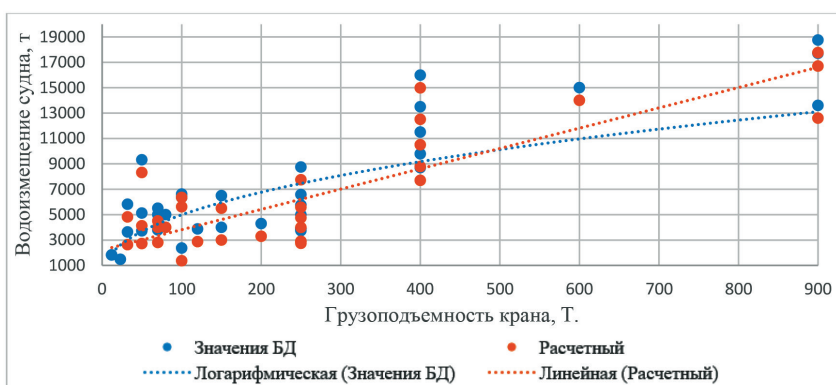


Рис. 6. Соотношения грузоподъемности крана и вылета стрелы (а) и грузоподъемности крана и водоизмещения судна (б)

Выбор водолазного оборудования. Мобильное водолазное оборудование, используемое на морском нефтепромысле, обычно бывает двух типов. Первый — воздушный водолазный комплекс для работ на глубине до 60 м, второй — сатурационный глубоководный водолазный комплекс с гелиево-кислородной смесью для работ на глубине более 60 м.

Мобильный воздушный водолазный комплекс состоит из модулей контейнерного типа:

- спуско-подъемного устройства с примерными размерами и водолазной беседкой в комплекте $\sim 2,5 \times 6$ м;
- декомпрессионной камеры $\sim 2,5 \times 6$ м;
- энергетического модуля (дизель-генератор, компрессор) $\sim 2,5 \times 6$ м;
- баллонов сжатого воздуха;
- мастерской $\sim 2,5 \times 6$ м;
- кладовой $\sim 2,5 \times 6$ м;

Количество сотрудников, обслуживающих такой комплекс, обычно составляет до 15 человек.

Мобильный глубоководный водолазный комплекс состоит из глубоководного водолазного модуля и вспомогательных модулей контейнерного исполнения:

- глубоководного водолазного модуля с размерами — $\sim 14 \times 16$ м;
- энергетических модулей (дизель-генератор, компрессор) две единицы $\sim 2,5 \times 6$ м;
- модуля газгольдера $\sim 2,5 \times 6$ м;

- кладовых ~ 4 единицы ~ $2,5 \times 6$ м;
- баллонов сжатого воздуха 15×50 л ~ 25 шт.;

Количество сотрудников, обслуживающих такой комплекс, обычно составляет до 60 человек.

Мобильные водолазные комплексы, в основном являются абсолютно независимыми от энергетической установки судна-носителя. На рис. 7 показана структурная схема необходимых конструктивных особенностей судна обеспечения подводно-технических работ для безопасной эксплуатации мобильного водолазного комплекса.

Основные спуско-подъемные устройства обычно бывают в составе мобильного водолазного комплекса. Схема спуско-подъемного устройства, необходимого для аварийного подъема водолаза из воды (рис. 7), используется в основном при эксплуатации воздушных водолазных комплексов. Судовые водолазные спуско-подъемные устройства обычно состоят из водолазного трапа и кран-балки грузо-людского исполнения.

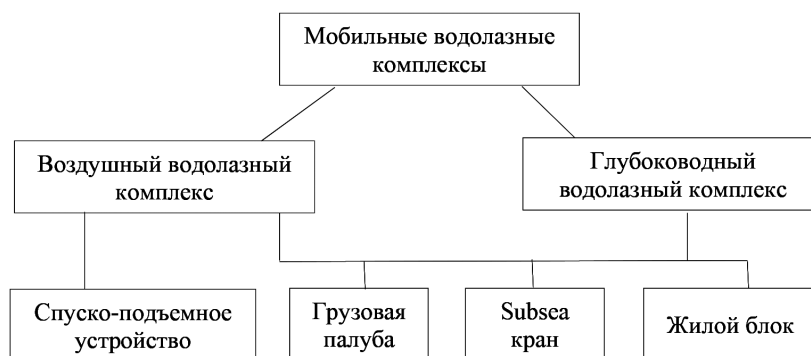


Рис. 7. Структурная схема необходимых конструктивных особенностей судов обеспечения подводно-технических работ для функционирования мобильного водолазного комплекса

Грузовая палуба, необходимая для расположения и функционирования водолазного комплекса, ограничивается габаритами судна-носителя. Формирование необходимой площади грузовой палубы выражено следующей формулой:

$$S_{\text{ГП}} = (Bf(S_{\text{ВК}})) + S_{\text{рГП}} \quad (8)$$

Здесь $S_{\text{ГП}}$ — площадь грузовой палубы;

B — ширина судна;

$S_{\text{ВК}}$ — площадь, занимаемая водолажным комплексом;

$S_{\text{рГП}}$ — площадь рабочей части грузовой палубы.

Выбор оборудования ТНПА/АНПА. Аппаратные средства — телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА) и автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), используемые на судах обеспечения подводно-технических работ, обычно могут быть как стационарного мобильного, так и смешанного исполнения. На рис. 8 показана схема необходимых конструктивных особенностей судна обеспечения подводно-технических работ для безопасного функционирования аппаратных средств. В состав стационарных аппаратных средств входят:

- пост управления аппаратными средствами;
- ангар для хранения и технического обслуживания аппаратных средств;
- пост зарядки АНПА (при использовании АНПА);
- механическая мастерская;
- электрическая мастерская;
- кладовые.

Мобильный комплекс ТНПА представлен в контейнерном исполнении, обычно рассчитан под 20-футовые контейнеры. В состав мобильных комплексов ТНПА входят:

- аппаратный контейнер (в составе аппарата и спуско-подъемного устройства);

- пост управления;
- мастерская;
- кладовая.

В случае использования комплекса АНПА на проектируемом судне должен быть предусмотрен ангар для хранения аппаратов или имеется возможность хранения на открытой палубе. При этом на судне-носителе должно быть предусмотрено штатное спуско-подъемное устройство для АНПА.



Рис. 8. Структурная схема необходимых конструктивных особенностей судов обеспечения подводно-технических работ для функционирования аппаратных средств

Грузовая палуба, необходимая для расположения и функционирования мобильных комплексов аппаратных средств, ограничивается габаритами судна-носителя. Площадь грузовой палубы при наличии данных по размерам аппаратных средств определяется выражением

$$S_{\text{ГП}} = (Bf(S_{\text{АС}})) + S_{\text{рГП}} \quad (9)$$

Здесь $S_{\text{ГП}}$ — площадь грузовой палубы;

B — ширина судна;

$S_{\text{АС}}$ — площадь, занимаемая аппаратными средствами;

$S_{\text{рГП}}$ — площадь рабочей части грузовой палубы.

Выбор обитаемых подводных аппаратов. Для успешного функционирования обитаемых подводных аппаратов (ОПА), к судам-носителям предъявляются определенные конструктивные требования. На структурной схеме (рис. 9) определена номенклатура помещений для судов обеспечения подводно-технических работ, способных обслуживать ОПА.

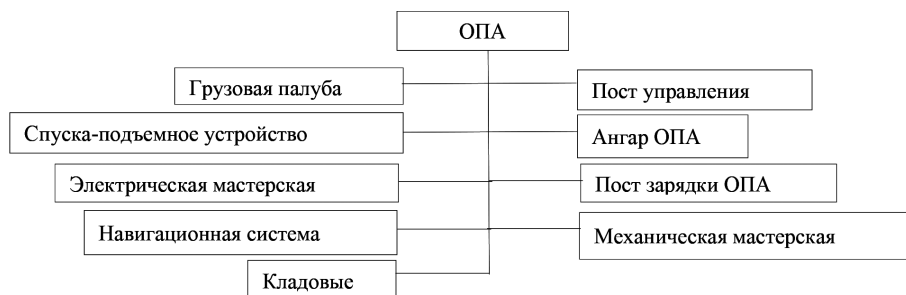


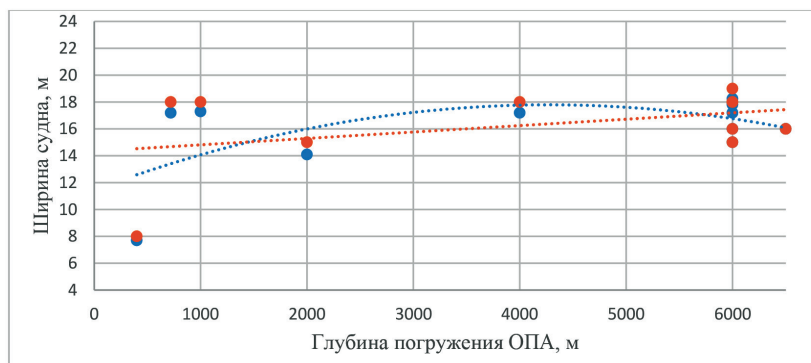
Рис. 9. Структурная схема необходимых конструктивных особенностей судов обеспечения подводно-технических работ для функционирования обитаемых подводных аппаратов

На ранних стадиях проектирования при формировании основных размерений судов обеспечения подводно-технических работ, при условии перспективного планирования использовать судно как носитель ОПА, предлагается выбирать ширину судна исходя из статистических данных ширины судов-носителей ОПА. На рис. 10 приведены сравнения значений базы данных по группе судов-носителей ОПА и расчетных соотношений глубины погружения ОПА и ширины судна. При наличии значения ширины проектируемого судна, используя соотношение на рис. 10, можно

на ранних этапах проектирования определить водоизмещение судна обеспечения подводно-технических работ, которое предполагается эксплуатировать как носитель ОПА.

Выбор оборудования, применяемого на перспективном судне, предусматривается при условии выбора главных размерений на ранней стадии проектирования на основе основных параметров ОПА, предусмотренных к применению на проектируемом судне, т. е. судно проектируется под параметры применяемого в перспективе ОПА.

а)



б)

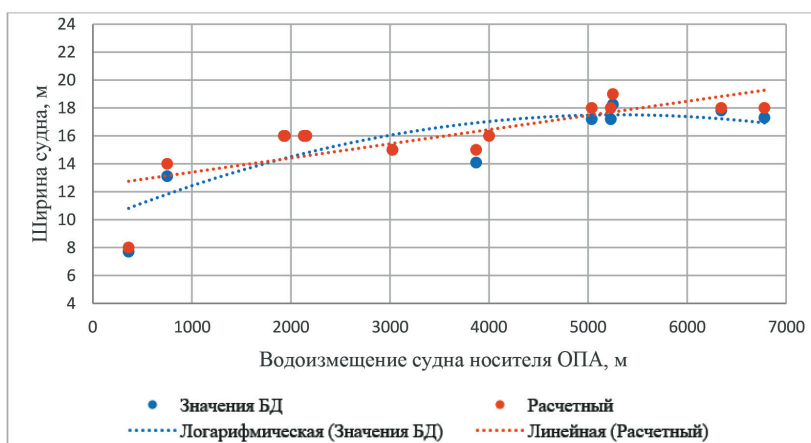


Рис. 10. Статистические соотношения глубины погружения ОПА и ширины корпуса судна (а), значения соотношений базы данных водоизмещения судна-носителя ОПА и ширины корпуса судна (б)

Определение габаритов перспективных мобильных технологических оборудования, предусмотренных к установке на судно. Для обеспечения технологических операций на морском нефтепромысле на судах, выполняющих подводно-технические работы, обычно предусматривается установка технологического оборудования, что дает возможность судну выполнять полноценные работы в соответствии с характером установленного оборудования.

В настоящей работе рассмотрены наиболее распространенные типы мобильного технологического оборудования, применяемого на судах обеспечения подводно-технических работ, к которым относится буровое оборудования для проведения инженерно-геологических и геологоразведочных работ на морском шельфе, трубоукладочное оборудование для проведения укладки и ремонта трубопроводов на морском дне и кабелеукладочное оборудования для прокладки кабелей по дну моря. На рис. 11 приведена структурная схема дополнительных конструкций для установки указанного мобильного технологического оборудования. При отсутствии четких размеров устанавливаемого оборудования необходимые размеры конструкций проектируемого судна предлагается определять по статистическим данным группы однотипных судов-прототипов.

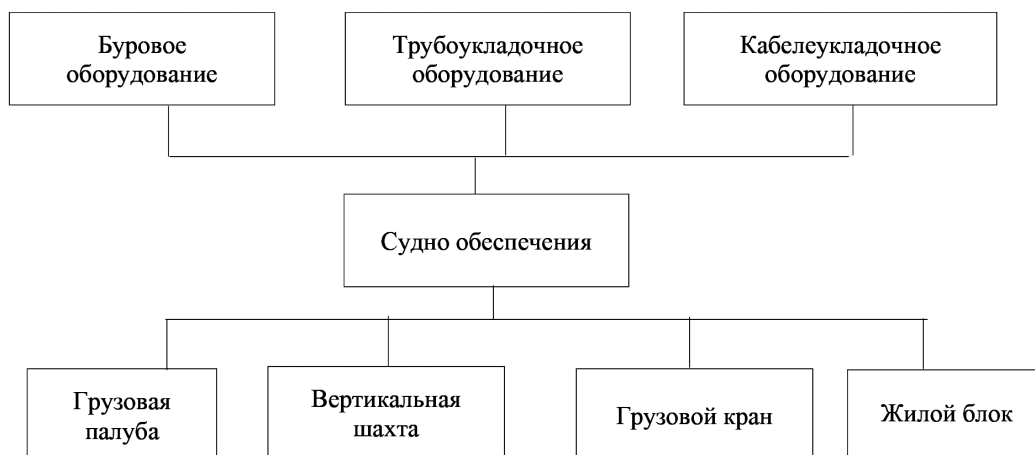
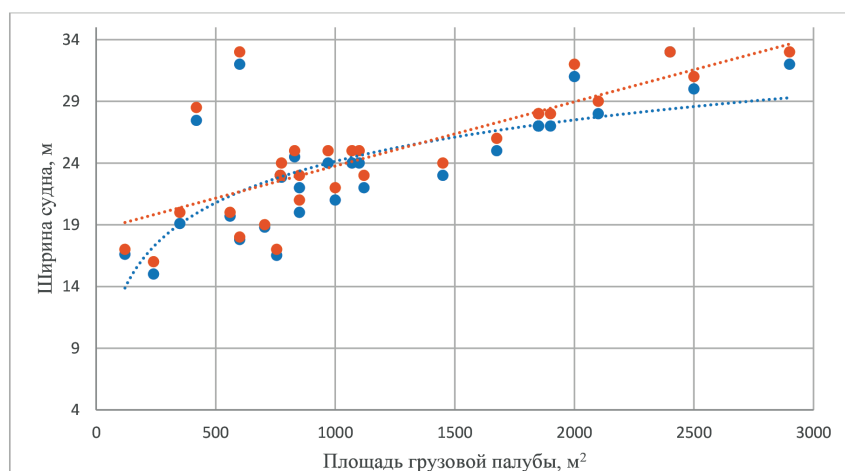


Рис. 11. Структурная схема необходимых конструктивных особенностей судов обеспечения подводно-технических работ для установки мобильного технологического оборудования

На рис. 12 приведено сравнение значений базы данных для группы судов обеспечения подводно-технических работ и сравнительные расчетные данные для определения соответствующих размеров конструкций как элемента проектирования судна.

а)



б)

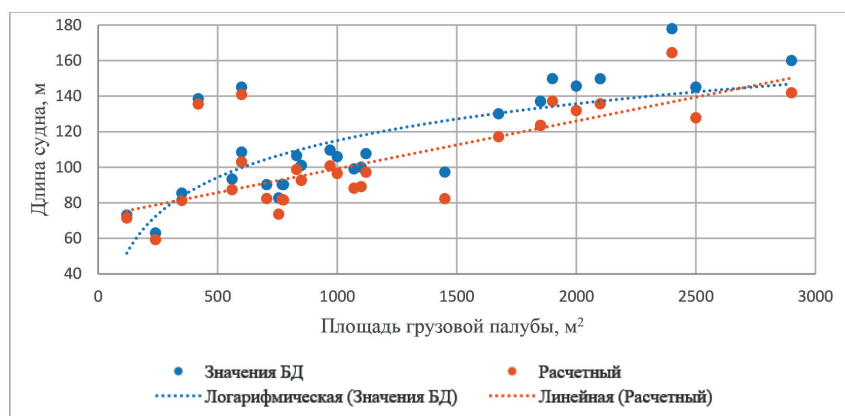


Рис. 12. Сравнение расчетных соотношений и значений базы данных площади:
а — грузовой палубы и ширины судна; б — грузовой палубы и длины судна

На графиках, приведенных на рис. 2–5, 6, 7, 10, б, 11, 12, виден одинаковый характер зависимостей, что позволяет ввести универсальное выражение для каждого исследуемого параметра в отдельности:

$$\alpha = bS - \frac{\alpha_i}{S}. \quad (10)$$

Здесь α — исследуемый параметр ($n, B_{\text{ЭУ}}, N, L_c, \Delta$):

где n — количество устанавливаемых дизель-генераторов;

$B_{\text{ЭУ}}$ — ширина судна, зависящая от мощности энергетической установки;

N — мощность энергетической установки;

L_c — вылет стрелы;

Δ — водоизмещение судна;

S — измеряемые параметры ($N, G, N_p, D_{\text{г.п}}, S_{\text{гп}}$),

где N — мощность энергетической установки;

G — грузоподъемность крана;

N_p — мощность пропульсивной установки;

$D_{\text{г.п}}$ — глубина погружения аппаратных средств;

$S_{\text{гп}}$ — площадь грузовой палубы;

b — коэффициент корреляции, учитывающий закономерность рассматриваемых соотношений, определяемый по формуле (12);

$\frac{\alpha}{S}$ — соотношения исследуемых и измеряемых параметров.

Соотношения исследуемых и измеряемых параметров определяются по формуле

$$\frac{\alpha}{S} = \sum_{i=1}^n \bar{\alpha} - b \sum_{i=1}^n S_i \quad (11)$$

$$\text{где } b = \frac{\sum_{i=1}^n (S - \bar{S})(\alpha - \bar{\alpha})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (S - \bar{S})^2 \sum_{i=1}^n (\alpha - \bar{\alpha})^2}}. \quad (12)$$

В работе исследованы методы формирования габаритов энергетической установки, выбор кранового, водолазного оборудования и аппаратных средств для использования на судах обеспечения подводно-технических работ. Выбор и систематизацию указанного оборудования, предполагаемого к установке на перспективных судах обеспечения подводно-технических работ, предлагается производить с использованием базы данных близких по назначению судов.

Заключение

В работе на основе использования существующего опыта проектирования составлена формула, позволяющая в первом приближении оценить размеры энергетической установки, грузоподъемных устройств и водолазного оборудования, планируемых к установке на проектируемое судно, обеспечивающее обслуживание подводных аппаратов любого типа. Полученные результаты предполагается использовать в дальнейшем при формировании алгоритма проектирования судов, предназначенных для проведения подводно-технических работ, обеспечивающих обслуживание подводных аппаратов любого типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Протасов Е. В. Телеуправляемые аппараты для подводно-технических работ / Е. В. Протасов // Деловой журнал Neftegaz.RU. — 2019. — № 8 (92). — С. 16–19.
2. Войтов Д. В. Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты / Д. В. Войтов. — М.: МОРКНИГА, 2012. — 504 с.

3. *Войтов Д. В.* Автономные необитаемые подводные аппараты / Д. В. Войтов. — М.: МОРКНИГА, 2015. — 332 с.
4. *Войтов Д. В.* Подводные обитаемые аппараты / Д. В. Войтов. — М.: ООО «Издательство Астрель», 2002. — 303 с.
5. *Смирнов К. А.* Мобильный пост управления подводно-техническими работами / К. А. Смирнов, А. Д. Измайлов, Р. А. Андреюк, Д. С. Бабкин // Морской вестник. — 2020. — № 4 (76). — С. 107–109.
6. *Новиков А. И.* Организация подводно-технических работ на объектах добычи ПАО «ГАЗПРОМ» / А. И. Новиков, Е. М. Подоляко, А. Б. Сувалов // Газовая промышленность. — 2020. — № S2 (802). — С. 28–30.
7. *Цемкало М. Л.* Опыт выполнения подводно-технических работ силами ООО «Газпром флот» / М. Л. Цемкало, Д. В. Шулепов, О. С. Чириков // Газовая промышленность. — 2020. — № S2 (802). — С. 100–103.
8. *Гайкович А. И.* Проблемы теории проектирования судов и ее преподавания / А. И. Гайкович // Труды Крыловского государственного научного центра. — 2020. — № S1. — С. 137–141. DOI: 10.24937/2542-2324-2020-1-S-I-137-141.
9. *Igrec B.* An interactive layout exploration and optimisation method for early stage ship design / B. Igrec, R. Pawling, A. Sobey, J. Rigby, G. Thomas // Proceedings of the International Conference on Computer Applications in Shipbuilding 2019, 24–26 September 2019, Rotterdam, the Netherlands. — The Royal Institution of Naval Architects, 2019.
10. *Лебедева М. П.* Управляемость и моделирование движения водоизмещающего судна / М. П. Лебедева, А. О. Лебедев. — Вологда: Инфра-инженерия, 2023. — 200 с.

REFERENCES

1. Protasov, E. V. “Teleupravlyaemye apparaty dlya podvodno-tekhnicheskikh rabot.” *Delovoi zhurnal Neft-egez.RU* 8(92) (2019): 16–19.
2. Voitov, D. V. *Teleupravlyaemye neobitaemye podvodnye apparaty*. M.: MORKNIGA, 2012.
3. Voitov, D. V. *Avtonomnye neobitaemye podvodnye apparaty*. M.: MORKNIGA, 2015.
4. Voitov, D. V. *Podvodnye obitaemye apparaty*. M.: ООО «Izdatel'stvo Astrel'», 2002.
5. Smirnov, K. A., A. D. Izmailov, R. A. Andreyuk, and D. S. Babkin. “Mobil'nyi post upravleniya podvodno-tekhnicheskimi rabotami.” *Morskoi vestnik* 4(76) (2020): 107–109.
6. Novikov, A. I., E. M. Podolyako, and A. B. Suvalov. “Organizatsiya podvodno-tekhnicheskikh rabot na ob'ektakh dobychi PAO «GAZPROM».” *Gazovaya promyshlennost'* S2(802) (2020): 28–30.
7. Tsemkalo, M. L., D. V. Shulepov, and O. S. Chirikov. “Opyt vypolneniya podvodno-tekhnicheskikh rabot silami ООО «Gazprom flot».” *Gazovaya promyshlennost'* S2(802) (2020): 100–103.
8. Gaikovich, Alexander. “Ship design theory and its teaching.” *Transactions of the Krylov state research centre* S1 (2020): 137–141.
9. Igrec, B., R. Pawling, A. Sobey, J. Rigby, and G. Thomas. “An interactive layout exploration and optimisation method for early stage ship design.” *Proceedings of the International Conference on Computer Applications in Shipbuilding*. The Royal Institution of Naval Architects, 2019.
10. Lebedeva, M. P., and A. O. Lebedev. *Upravlyaemost' i modelirovanie dvizheniya vodoizmeshchayushchego sudna*. Vologda: Infra-inzheneriya, 2023.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Абдуллаев Ойрад Мамедрагим оглы —
директор
Каспийский Морской Транспортный
Проектно-Изыскательный
и Научно-Исследовательский Институт
(КАСПМОРИИПРОЕКТ)
AZ1003, Азербайджан, Баку, ул. Зия Юсифзаде, 48
e-mail: oyrad.abdullayev@asco.az

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Abdullayev, Oyrad Mamedragim —
CEO
Design-Research
and Scientific-Investigation Institute
of Caspian Sea Transport
48 Ziya Yusifzade Str.,
Baku, AZ1003, Azerbaijan
e-mail: oyrad.abdullayev@asco.az

Статья поступила в редакцию 9 мая 2023 г.
Received: May 9, 2023.