

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

О.В. Бондаренко, О.І. Кротов, О.Г. Миронов

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ
СУДЕН**

*Рекомендовано Методичною радою НУК
як навчальний посібник*

Миколаїв 2020

УДК 629.12 011.22

ББК 39.42-11

Рецензенти Л.М.

Сгоров Г.В. доктор технічних наук, професор

Дихта Л.М., доктор технічних наук, професор

Казарезов А. доктор технічних наук, професор

Особливості проектування рятувальних і пожежних суден: Навчальний посібник / Бондаренко О.В., Кротов О.І., Миронов О.Г. Миколаїв: НУК, 2020. – 80 с

. – Миколаїв: НУК, 2020. – 120 с.

Рекомендовано Методичною радою НУК як навчальний посібник

В посібнику розкриваються особливості проектування рятувальних і пожежних суден. Розглянуто питання призначення, класифікації, проведено аналіз характеристик та засобів цих суден. Значну увагу приділено питанням вибору головних розмірів та їх співвідношень, архітектурно-конструктивному типу, вибору форми корпусу, навантаженню мас, загальному розташуванню.

Призначено для студентів, що навчаються за освітньо-професійними програмами бакалаврів та магістрів зі спеціальності 135 «Суднобудування», і може бути корисним студентам інших спеціальностей.

Методична основа і теоретичний і фактичний матеріал посібника можуть бути використані студентами при виконанні курсових і дипломних проектів.

УДК 629.12 011.22

ББК 39.42-11

ISBN 5–87848–102–2

© Бондаренко О.В., Кротов О.І.,
Миронов О.Г. 2020

© Видавництво НУК, 2020

Основні скорочення і позначення

АКТ – архітектурно-конструктивний тип.

ВЛ – ватерлінія

ВП – верхня палуба.

ГД – головний двигун.

ГРК – гвинт регульованого кроку.

ГФК – гвинт фіксованого кроку.

ЕУ – енергетична установка.

НП – нижня палуба.

МВ – машинне відділення.

МШ – мідель шпангоут

ПБ – пожежний буксир

ПНН – поворотна напрямна насадка.

ПС – пожежне судно

РС – рятувальне судно.

ЦВ – центр величини.

ЦМ – центр мас.

ЦПУ – центральний пост управління

L – довжина судна

B – ширина судна

D – висота борту

d – осадка

C_b – коефіцієнт загальної повноти

C_m – коефіцієнт повноти площі міделя

C_w – коефіцієнт повноти площі ватерлінії

C_p – призматичний коефіцієнт

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1.	ПРИЗНАЧЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СУДЕН.....	6
1.1.	Сучасний стан флоту рятувальних суден та їх призначення.....	6
1.2.	Класифікація рятувальних суден.....	9
1.3.	Характеристика рятувальних суден і засобів.....	10
2.	ВИЗНАЧЕННЯ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ І ХАРАКТЕРИСТИК РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН	29
2.1.	Загальні положення.....	29
2.2.	Автономність плавання і комплектація екіпажу	30
2.3.	Відношення головних розмірів	36
2.4.	Вибір проектних характеристик	44
2.5.	Конструктивний диферент	52
2.6.	Характеристики складових навантаження мас	54
2.7.	Положення центра маси судна	59
2.8.	Розробка схеми відсіків і диферентування	62
3.	ФОРМА КОРПУСУ	69
3.1.	Коефіцієнти теоретичного креслення	69
3.2.	Форма обводів	71
4.	ПРИНЦИПАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН	78
4.1.	Рятувальні судна	78
4.2.	Рятувальні буксири	89
4.3.	Рятувальні катери	92
4.4.	Пожежні судна, буксири і катери	98
	Додаток.....	110
	Список літератури.....	116

Вступ

Розвиток вітчизняного морського транспортного флоту, розширення судноплавства на всіх басейнах нашої держави, ріст потужності і розмірів портів призводять до необхідності проектування і побудови суден рятувального і пожежного класів. Ці судна забезпечують порятунок людей в морі і в портах.

Специфічні особливості рятувальних суден (РС) і пожежних суден (ПС) не дозволяють використовувати при їх проектуванні звичайні методи, норми, розрахунки, що широко використовуються для морських транспортних суден [1,4,5,11]. Особливості корпусу, судових пристроїв, систем і обладнання, використання спеціального рятувального і протипожежного і водолазного обладнання створюють інші, ніж для транспортних суден, умови розробки загального розташування і конструктивні рішення.

Цей посібник є подальшим продовженням циклу навчальних посібників авторів з особливостей проектування транспортних суден і малотоннажних суден [2,3,12]. В ньому здійснена спроба узагальнити і проаналізувати досвід проектування рятувальних і пожежних суден, систематизовані статистичні дані та рекомендації по їх використанню. Наведені залежності для вибору головних розмірів та їх співвідношень, архітектурно-конструктивному типу, характеристик форми корпусу, навантаженню мас, рекомендації з загального розташування та інших основних розділів концептуального проектування рятувальних пожежних суден.

Навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за освітньо-професійними програмами бакалаврів та магістрів зі спеціальності 135 «Суднобудування», і може бути корисним студентам інших спеціальностей, а також спеціалістам.

Автори з подякою приймуть всі зауваження і побажання.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СУДЕН

1. Сучасний стан флоту рятувальних суден та їх призначення

В сучасних умовах за стрімко зростаючих транспортних перевезеннях водними шляхами особливе значення має забезпечення безпеки плавання. Незважаючи на те, що на судах з'явилися більш досконалі навігаційні прибори та системи, підсилюється контроль за станом навантаження, удосконалюються конструкції суден, створюються аварійно-рятувальні служби, які володіють спеціалізованими рятувальними суднами (РС), статистика аварійності світового флоту за останні роки показує, що відносне число аварій не знижується і кількість загиблих морських суден не зменшується.

Збільшення аварійності на морі пояснюється постійно і швидко зростаючою інтенсивністю морського судноплавства, різким підвищенням обсягів транспортування вантажів морем, розвитком нафтогазових та інших морських промислів.

Наприклад, в Росії за період 1999-2001 рр. аварійність на морі збільшилася на 18%. В Україні, статистика надзвичайних ситуацій на морі останніх років має тенденцію до постійного зростання [10]. Тільки в 2000 р на Чорному морі мали місце дев'ять надзвичайних ситуацій з плавзасобами: сталося руйнування теплоходів "Тіксі" і "Славутич 16", в керченському каналі зіткнулися судно "Волго-Балт-115" і чорноморський сейнер, посаджені на мілину чотири баржі, платформа № 3039, рибальське судно "Чорноморець", яхта в бухті Омега. У 2002 році відбулося 57 аварійних випадків. В результаті подій 2003 року загинуло 4 людини, травмовано 5 осіб. У зоні державної відповідальності за навігаційне забезпечення в період 1999-2003 відбулося 103 морських аварії і події, з них 65 - навігаційних [9]. Все це зумовило актуальність вирішення питань пошуку та рятування на морі та ліквідації наслідків морських аварій.

До 1991 року пошуково-рятувальні операції на Чорному та Азовському морях здійснював Одеський експедиційний загін аварійно-рятувальних і підводно-технічних робіт, в складі якого було понад 15 морських буксирів і до

20 різних плавзасобів [10]. Спеціалізовані пошуково-рятувальні завдання виконувала і аварійно-рятувальна служба Чорноморського флоту.

Від потужної в минулому рятувальної бази Чорноморсько-Азовського басейну зараз залишилося два буксири - "Светломор-4" і "Сапфір" [10].

З самого початку становлення України, як незалежної держави, гостро відчувається проблема порятунку людей і аварійних суден на морі, оскільки стан рятувального флоту не може забезпечити безпеку морських транспортних операцій, морського туризму і ведення промислу в економічній зоні. Для сучасних рятувальних служб України базовим є Указ Президента України від 03.06.99 "Про удосконалення системи реагування на надзвичайні ситуації на водних об'єктах" та відповідні Постанови Кабміну України, згідно з якими при Міністерстві з надзвичайних ситуацій України було створено Державний координаційний центр реагування на надзвичайні ситуації на водних об'єктах [9].

За останні роки оновлення складу практично обмежилось введенням в експлуатацію одного пожежного судна проекту 50320, побудованого суднобудівним підприємством "Севморверфь". Судно призначалось для обслуговування терміналу нафтопроводу "Одеса - Броди" [21].

У зв'язку з цим актуальною є задача проведення досліджень питань в області концептуального проектування аварійно-рятувальних суден, метою яких є створення методики вибору основних елементів і характеристик суден цього типу.

Рятувальними називають судна спеціальної побудови, призначені для надання допомоги в морі та внутрішніх водних шляхах аварійним суднам, кораблям тощо.

Часто в рятувальних операціях приймають участь транспортні судна, військові кораблі, гелікоптери. Але найбільш складні рятувальні роботи в несприятливих умовах можуть ефективно виконувати лише РС.

До таких робіт відносяться:

- забиття пошкоджень в корпусі аварійного судна і відкачування води з його відсіків; ці операції проводяться спеціально навченим екіпажем рятув-

ника, яке має в своєму складі досвідчених водолазів. На судні-рятувальнику передбачаються: аварійне майно – підпори, клини, пробки тощо; запаси матеріалів для виготовлення жорстких пластрів (звичайно дерев'яних); засоби підводного різання металів; потужні переносні водовідливні засоби, що перевантажуються на аварійне судно;

– буксирування аварійного судна на базу при відсутності хвилювання великих труднощів не додає і може бути виконане будь-якими суднами. Однак в штормових умовах воно стає дуже складним. Труднощі виникають вже на початку, при заведенні буксирного троса. Судно-рятувальник повинно мати хороші маневрені якості про малій швидкості ходу, щоб в умовах хвилювання зблизитися з аварійним судном та утримуватися біля нього, поки не буде заведений буксир. При буксируванні суден великої водотоннажності, коли в умовах хвилювання виникають ривки в буксирному тросі, на рятувальниках необхідно встановлювати спеціальні автоматичні лебідки, що потравлюють буксирний трос у момент ривка;

– зняття аварійного судна з мілини судна, яке сидить на мілині, може мати пробоїни та затоплені відсіки. В даному випадку доступ до них є утрудненим. З цієї причини часто удаються до підводного бетонування, яке проводять зсередини судна. Потім рятувальники готують аварійне судно до стягування з мілини. По величині необхідного стягувального зусилля визначають, чи необхідне попереднє розвантаження судна, а іноді приєднання понтонів до аварійного судна. Досліджується і звільнюється від перешкод ділянка морського дна у напрямку руху аварійного судна. Іноді приходится розробляти в ґрунті канал. Для досягнення великого стягувального зусилля використовують гірні. Робота з підготовки до стягування судна з мілини може продовжуватися декілька діб. Зняте з мілини судно буксирують в базу для подальшого ремонту;

– гасіння пожеж на судах та берегових об'єктах. Щоб погасити пожежу на судну в морі або на береговій споруді (причалі, складі), рятувальному судну необхідно підійти на близьку відстань до об'єкта, що горить і виділяє ве-

лику кількість тепла. Виникає небезпека виникнення пожежі на самому рятувальнику, для попередження якої воно обладнується системою водяних завіс. При гасінні великих пожеж використовують: лафетні стволи, які подають на судно потужні струмені води, систему піногасіння, засоби об'ємного гасіння. Окремі осередки вогню ліквідуються звичайними засобами гасіння (подачею води по пожежним шлангам, вогнегасниками).

Виконання розглянутих робіт є основним призначенням рятувальних суден. Однак на них часто накладають і додаткові задачі, наприклад, буксирування на далекі відстані плавучих доків, пів-занурених платформ, підйом затонулих об'єктів тощо.

1.2 Класифікація рятувальних суден.

У зв'язку з розвитком флотів задачі аварійно-рятувального забезпечення суттєво ускладнилися. Створення рятувальних суден, здатних вирішувати однаково ефективно усі розглянуті вище задачі, стало затрудненим і навіть нераціональним, оскільки РС у цьому випадку буде мати велику водотоннажність і на його побудову і експлуатацію необхідне підвищення витрат. Тому для другої половини минулого століття характерною є побудова суден-рятувальників з обмеженими функціями [8].

Залежно від призначених задач розрізняють наступні види РС:

- універсальні РС, що виконують будь-які рятувальні роботи;
- рятувальні буксири, що надають допомогу аварійним суднам. Їх основне обладнання – буксирний пристрій, протипожежні і водовідливні засоби;
- океанські рятувальні буксири, які відрізняються великою дальністю плавання, високою швидкістю ходу, необмеженою морехідністю. Потужність їх механізмів і буксирні пристрої забезпечують можливість буксирування суден великої водотоннажності;
- рятувальні катери, призначені для пошуку і порятунку в прибережних зонах людей на воді (моряки в затонулих суден, що утримуються на воді на різноманітних рятувальних пристроях, рибалки та ін.).
- РС, призначені для гасіння пожеж на судах і берегових об'єктах;

– водолазні судна і боти, що забезпечують виконання водолазних робіт, перші – у відкритому морі, другі – в портах і на рейдах.

Усі РС об'єднують в клас «судна аварійно-рятувального забезпечення», окремі види складають підкласи і групи суден.

1.3. Характеристика рятувальних суден і засобів

1.3.1 Загальні вимоги при проектуванні.

Нижче подаються деякі загальні положення, на які останніми роками звертається особлива увага при проектуванні РС [22].

1. Забезпечення можливості виконання рятувальних робіт в складних метеорологічних умовах або в несприятливих умовах (наприклад, плавання у льоді). З цією метою накладають підвищені вимоги міцності до конструкції корпусу рятувальних суден, передбачуючи на них льодові підсилення. РС забезпечують хороші морехідні якості, звертаючи увагу на надійність палубних закриттів, захист зовнішніх постів від хвиль, створення внутрішніх проходів по всьому судну.

РС повинні мати високі маневрені якості як при повній швидкості, так і малій швидкості ходу, останнє дуже важливе при підході до аварійного судна в складних метеорологічних умовах. Тому рятувальники обладнують двовальними механічними установками, гвинтами регульованого кроку або крильчастими рушьями, підрулювальними пристроями. Рульова рубка виконується достатньо широкою, щоб мати при управлінні судном круговий огляд.

Для забезпечення роботи особового складу в складних умовах передбачують вільний майданчик на палубі в найбільш захищеній від хвилювання частині судна (звичайно в кормі), всі вантажні операції механізуються за допомогою поворотних кранів або вантажних стріл. Подача електроенергії на аварійне судно проводиться по кабелю, пальне і пара – по шлангам.

2. Використання останніх досягнень науки і техніки. В наш час при проектуванні РС і засобів використовують новітні досягнення в різноманітних областях науки і техніки. Так в суднобудуванні з'явилися РС з новими принципами підтримання (на повітряній подушці, підводних крилах), судна з ма-

лою площею ватерлінії, багатокорпусні судна; в області фізіології людини – новий метод виконання водолазних робіт при довготривалому перебуванні людини під тиском; в області космосу – створення міжнародної космічної пошуково-рятувальної системи «Коспас – Сарсат», а також Global Position Sistem (GPS); в області автоматики, механіки, підводної акустики – системи динамічного утримання рятувальних суден у точці на місці робіт, автоматичні системи руху підводних апаратів по напрямку і на визначеній відстані від ґрунту, маніпулятори на підводних апаратах, системи пошуку затонулих об'єктів на океанській глибині, їх огляду і підйому.

3. Зниження експлуатаційних витрат, що досягається збільшенням числа додаткових робіт, які може виконувати рятувнє судно. Роботи вибираються таким чином, щоб час переключення від виконання додаткової роботи до основної у випадку виникнення аварій був мінімальним. Зменшення експлуатаційних витрат можна досягти також шляхом створення рятувальних засобів з суттєво обмеженими основними задачами, наприклад, створення платформ, що буксируються, для доставки автономних підводних апаратів до місця робіт.

Враховуючи різноманіття рятувальних і пожежних суден, їх характеристику доцільно подавати, розглядаючи по підкласам наданої вище класифікації.

1.3.2 Рятувальні судна

Судячи з опублікованих даних, в другій половині минулого століття *універсальні РС* практично не будувались, з причин, зазначених вище.

Однак у подальшому, на початку 21 століття їх побудова була відновлена [13].

Багато морських країн - США, Росія, Франція, Великобританія, Німеччина, Іспанія, Греція, Японія, Австралія, Сінгапур - мають в складі своїх флотів сучасні РС [6,7,9,10,13,18,21,23].

Нижче наводяться характеристики деяких сучасних рятувальних суден.

Багатоцільове пожежно-рятувальне судно проекту 19950 (рік побудови – 1999) [23] (рис.1.1). Проект розроблений ЦКБ Алмаз (Росія), в ньому врахована

необхідність ліквідації аварій на нафтогазових промислах. У зв'язку з цим судно призначене для:

- несення чергування на морських нафтогазових промислах, в великих портах і базах з метою екстреного виконання протипожежних, рятувальних та водолазних робіт;
- гасіння пожеж на нафтогазовидобувних платформах висотою до 20 м, великотоннажних суднах і берегових об'єктах з віддаленням вогнища пожежі до 200 м;
- порятунку людей і участі в боротьбі з пожежами на нафтогазовидобувних платформах і великотоннажних суднах;
- виконання екстрених водолазних робіт по усуненню причин витоку нафти і боротьбі за непотоплюваність аварійних суден;
- забезпечення аварійних нафтогазовидобувних платформ і суден електроенергією, прісною водою і паливом;
- буксирування аварійних суден;
- огороження плями нафти, що розлилася.

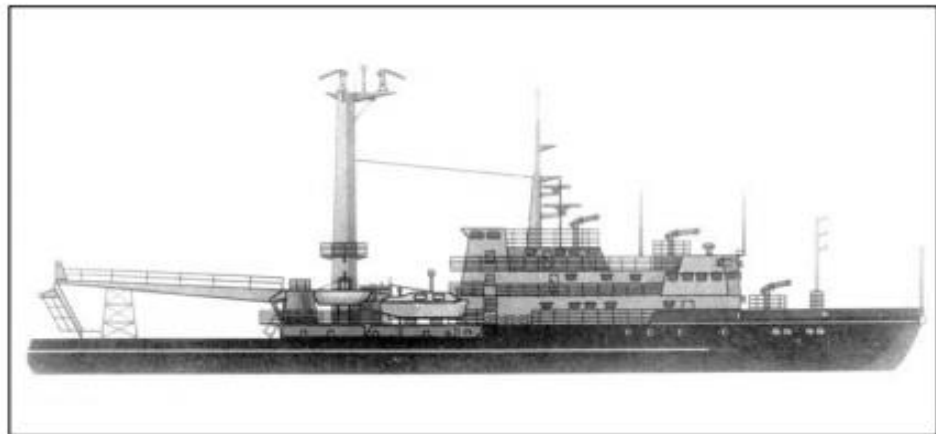


Рис.1.1 Боковий вид багатоцільового пожежно-буксирного судна пр.19950

Багатоцільове пожежно-рятувальне судно «Seabex one» (рік побудови – 1985, Німеччина) [23] (рис.1.2). Завдяки своїй універсальності, оснащеності, морехідним якостям тощо це судно стало прототипом для створення нових багатоцільових пожежно-рятувальних суден багатьох країн [23].

Основні елементи і характеристики суден проекту 19950 і «Seabex one» і їх обладнання наведені в табл.1.1.

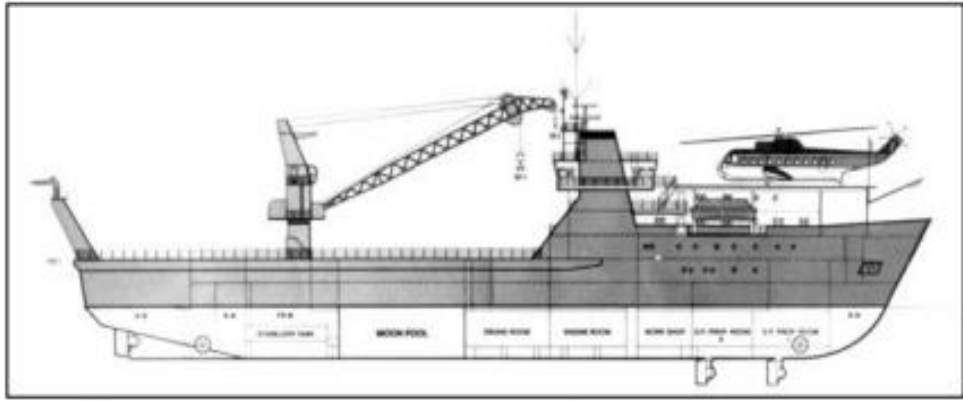


Рис. 1.2 Багатоцільове пожежно-рятувальне судно «Seabex one»

Рятувальне судно "BRP SAN JUAN" (рік побудови - 2000, Філіппіни). Фірма TSWA (Tenix Shipbuilding WA) побудувала для філіппінської берегової охорони перше рятувальне судно, що перевищує в довжину 50 метрів [13].

Судно призначене для:

- порятунку людей на морі;
- надання швидкої медичної допомоги;
- боротьби з забрудненням моря;
- гасіння пожеж на судах, які терплять аварію.

Судно має водотоннажність 650 т, довжину 56,0 м, ширину 10,55 м, осадку 2,5 м. ЕУ судна – дизель Caterpillar 3612, потужністю 4060 кВт. Воно може розвинути швидкість 24,5 уз. Дальність плавання 1000 миль при швидкості 24,5 уз і 2000 миль при швидкості 15 уз.

Протипожежне озброєння складається з головного пожежного насоса продуктивністю 600 м³/год і двох водяних лафетних стволів продуктивністю 300 м³/год і радіусом дії 110 м.

Рятувальне судно SK29. У зв'язку з погіршенням умов мореплавання Німецьке товариство порятунку тих, що терплять лихо на морі, провело переоснащення свого рятувального флоту на Балтійському і Північному морях [13]. В рамках програми переоснащення верф "Fassmer-Werft" в 2003 р. завершила будівництво нового, найсучаснішого рятувального судна SK29. При його проектуванні і будівництві були враховані останні досягнення у відповідних областях, проведені великі модельні експерименти.

Характеристики судна: довжина 46,0 м, ширина 10,6 м, осадка 2,8 м, водотоннажність 400 т. Головний двигун складається з двох бортових і одного центрального дизелів, розташованих в двох автономних МВ. Загальна потужність їх дорівнює 6800 кВт, максимальна швидкість судна - 25 вузлів.

У таблиці 1.1. наведені основні тактико-технічні характеристики універсальних рятувальних суден [13].

Таблиця 1.1. Основні тактико-технічні характеристики деяких універсальних рятувальних суден

Характеристика	Пр. Seabex one (1985 р.Німеччина)	Пр. 19950 (1999 р. Росія)	Пр. 1993 (1981 р.)	Пр. 1721 (1983 р. Польща)	Пр. 5300 (1985 р. Нідерланди)	Нermann М. 2003 р.Німеччина)
Водотоннажність повна, т	4900	2600	1255	2500	-	400
Довжина L , м	106,8	79,6	64,5	72,3	53,2	46
Ширина B , м	19,6	14,0	10,2	14,0	10,5	10,6
Осадка d , м	5,5	4,12	3,65	5,0	3,25	2,8
Швидкість, вуз	11,8	16,0	17,0	14,0	27,0	25
Дальність плавання, миль	—	3000	2100	2500	—	240
Екіпаж, чол.	90 (з водолаз)	29	33	35	16	14
Головні двигуни, кВт	5x1290	3x1900	2x1836	2x2160	2x3550	6800
Рушій	2 ВРК	2 ВРК	2 ВРК	2 ВРК	2 ВРК; ВФК	1ВРК
Дизель-генератори	—	2x180	2x200	3x480	—	—
Аварійний ДГ, кВт	—	100	100	47	—	—
Підрулювальний пристрій	1 нос.×590кВт 2 корм.×590кВт	1нос.× 80кВт	1 нос.× 80кВт	1 нос.×590кВт 2 корм.×590кВт	2 нос.	—

Протипожежні насоси, подача, м ³ /год	4×1800	3×2500	4×1000	1×5200	1×1000; 2×500	2520
напір, МПа	1,5	1,5	1,0	—	2,0	—
Лафетні стволи, подача, м ³ /год	4×1800	2×2500 1×1000 2×500	2×1000 4×500	1×1500 2×1000 2×500	1×1000 2×500 1×250	—

1.3.3 Рятувальні буксири

Океанські рятувальні буксири. Океанський рятувальний буксир кінця минулого століття «Ягуар» (рис.1.3) за архітектурно-конструктивним типом (АКТ) є судном з подовженим баком, носовим бульбом, крейсерською кормою, з двома гвинтами регульованого кроку [22]. Судно має необмежену морехідність, велику дальність плавання і високу швидкість повного ходу. Непотоплюваність забезпечується при затопленні машинного або котельного відділення або двох будь-яких інших суміжних відсіків. На судні встановлений носовий підрулювальний пристрій. Автономність буксира 60 діб, для екіпажу створені хороші умови: одно- і двомісні каюти, необхідні побутові приміщення. Передбачені каюти для аварійної партії з 18 чол. і 46 місць для врятованих. Рятувальне устаткування включає буксирний пристрій, протипожежні системи, бортові рятувальні катери, водолазні станції.

Буксирний пристрій. На судні встановлена двох - барабанна електрогідравлічна лебідка з тяговим зусиллям 589 Н (60 т с) на головному і 294 Н (30 т с) на допоміжному барабані, буксирні троси: один завдовжки 1000 м, діаметром 66,5 мм і другий довжиною 700 м, діаметром 49 мм. Лебідка захищена від хвилювання. З її допомогою можна буксирувати аварійні судна будь-якої водотоннажності, включаючи супертанкери. Буксирна лебідка керується з кормового поста управління або з рульової рубки.



Рис.1.3 Океанський рятувальний буксир «Ягуар».

Для зняття аварійних суден з мілини ривками на буксирі встановлений поперечний бітенг.

Бортові рятувальні катери буксира «Ягуар». Порятунок людей з аварійних суден і плаваючих на воді здійснюється за допомогою невеликих бортових катерів, розміщених на буксирі (рис.1.4). Це катер закритого типу з управлінням з невеликої кормової рубки. По бортах він має повітряні відсіки для забезпечення непотоплюваності, заповнені пінополіуретаном.

Основні характеристики

Маса катера при подьомі, т	3,62
Довжина найбільша, м	8,49
Ширина найбільша, м	2,47
Висота борту на міделі, м	1,25
Осадка середня при повній водотоннажності, м	0,6
Пасажиромісткість, чел	20
Швидкість, вуз	7

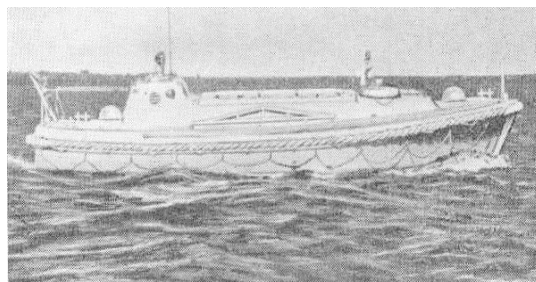


Рис. 1.4. Бортовий рятувальний катер

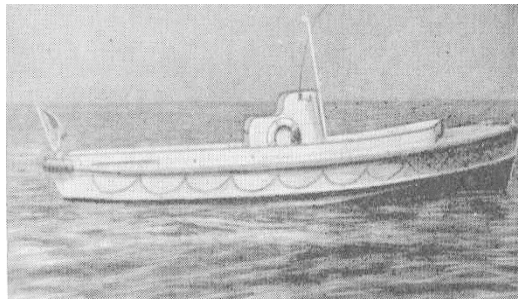


Рис. 1.5. Бортовий робочо-рятувальний катер

Бортовий робочо - рятувальний катер на буксирі (рис.1.5) відкритого типу, разом з рятуванням людей, виконує деякі роботи, наприклад закладення швартовів рятувальника на рейдові бочки, подача кінців, буксирування невеликих плавучих засобів. Корпус катера виготовлений із склопластика і має ряд водонепроникних відсіків. Для спуску води, що потрапила в катер, служать спеціальні шпігати з клапанами, які пропускають воду в одному напрямі (з катера). Двох-вальна рушійна установка забезпечує хороші маневрені якості.

Основні характеристики катера:

	Маса катера при підйомі, т	6,62
	Довжина найбільша, м	
.....	11	
	Ширина найбільша, м	3
	Висота борту на міделі, м	
.....	1,5	
	Осадка середня при повній водотоннажності, м	
.....	0,82	
	Пасажиромісткість, чол :	
	при хвилюванні моря до 3 балів	50
	при хвилюванні моря до 5 балів	20
	Швидкість, вуз	9

Протипожежні засоби. На буксирі передбачені два відцентрових пожежних насоса. Схема включення допускає їх паралельну і послідовну роботу. У першому випадку загальна подача складає $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ при тиску $9,81 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (100 м вод. ст.), у другому – $500 \text{ м}^3/\text{год}$ при натиску $19,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (200 м вод. ст.). Чотири підняті високо лафетні стволи, через які може подаватися піна. Система водяних завіс оберігає судно від теплового випромінювання при підході до об'єкта, що горить. Для відкачування води з відсіків аварійного судна рятувальник має переносні мотопомпи, занурювальні електронасоси, водоструминні ежектори. Передбачені запаси аварійного майна і матеріа-

лів. Вантажні операції виконуються за допомогою вантажних стріл: кормової на 15 т і двох носових по 3 т кожна.

Морські рятувальні буксири – основне ядро рятувального флоту. Буксир-рятувальник «Сапфір» (рис.1.6), який входить до складу рятувального флоту України, є судном з подовженим баком, розвиненою середньою надбудовою, двох-вальним, з дизель-електричною ЕУ. По морехідності воно не має обмежень плавання. Непотоплюваність забезпечена при затопленні одного будь-якого відсіку. За допомогою двох гвинтів в поворотних насадках досягаються хороші маневрені якості. Носовий підрулювальний пристрій у вигляді гвинта регульованого кроку в трубі покращує маневрування на малих ходах. На судні створені хороші умови для екіпажу: каютна система розміщення, система кондиціонування повітря та ін.



Рис.1.6. Морський рятувальний буксир «Сапфір»

Протипожежні засоби: пожежний електронасос подачею $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ при тиску $9,81 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (100 м вод. ст.). Живлення на електродвигун пожежного насоса подається від одного з головних генераторів. Три лафетні стволи, з яких два розташовані на верхньому містку і один – на майданчику щогли. Стволи забезпечені знімними насадками, що дозволяють подавати по них повітряну піну з кратністю близько 10. Передбачена можливість дистанційного керування лафетними стволами з рульової рубки. На судні є переносні засоби пожежогасінні, у тому числі два переносні піно-генератори з кратністю піни

близько 100. Система водяних завіс захищає буксир від теплового випромінювання при підході до об'єкту, що горить.

Буксирний пристрій: електрогідравлічна буксирна лебідка напівавтоматичного типу. Встановлена на ВП в спеціальному приміщенні, лебідка при сильних ривках попускає буксирний трос, вибирання якого проводиться при ручному управлінні. Буксирний трос діаметром 50,5 мм, завдовжки 720 м. Для зняття суден з мілини ривками на судні передбачений подвійний бітенг з тумбами діаметром 600 мм, розрахований на зусилля в 980 Н (100 т с). Крім того, є буксирний гак, розрахований на зусилля в 196 Н (20 т с).

Водолазне спорядження: два комплекти вентильованого спорядження і два комплекти універсального легководолазного спорядження. Судно споряджене декомпресійною камерою, установкою підводного зварювання, підводною телевізійною установкою, вантажною механізованою стрілою вантажопідйомністю 5 т з вильотом за борт 3,5 м.

Рятувальний буксир "Fairmount Sherpa". Судно побудовано в 2005 р в Японії, його водотоннажність 2700 т, довжина 75 м, ширина 18 м, висота борту 8 м, осадка 6 м, тягове зусилля на гаку 200 т. (рис.1.7). ЕУ судна - чотири середньо-обертових дизеля типу "Wartsila", які розвивають потужність 11970 кВт. Максимальна швидкість судна 15 уз, автономність - 40 діб. Рятувальне обладнання включає в себе буксирний пристрій, протипожежні системи, бортові рятувальні катери, водолазні станції. Пожежний електронасос з подачею 1200 м³/год.



Рис.1.7 Рятувальний буксир "Fairmount Sherpa"

Рятувальний буксир "*Kapitan Martyshkin*" (рік побудови - 1987, Польща) [13]. Судно має водотоннажність 1379 т, довжину 75,72 м, ширину 15,96 м, висоту борту 7,22 м, осадку 4,9 м, тягове зусилля на гаку 80 т. Головний двигун складається з двох дизелів "Sulzer", загальна потужність яких дорівнює 5281 кВт. За допомогою двох гвинтів в поворотних насадках судно має хороші маневрені якості, максимальна швидкість його досягає 13 вуз. Протипожежні засоби судна: пожежний електронасос з подачею 650 м³/год, запас піноутворювача 11 м³.

В таблиці 1.2 наведені характеристики деяких рятувальних буксирів [13].

Таблиця 1.2. Тактико-технічні характеристики рятувальних буксирів

Характеристика	Ягуар (СРСР)	Пурга (СРСР)	СН20 (В'єтнам)	Cheung Chau (Китай)	Смит Сінгапур (Великобританія)
Водотоннажність повна, т	4050	1620	811	-	3960
Довжина L , м	80,4	58,3	37,36	29,0	75
Ширина B , м	15,4	12,64	9,63	9,5	15,3
Висота борту D , м	7,7	5,9	5	4,7	7,6
Осадка d , м	5,8	4,6	4,2	3,81	6,4

Швидкість, вуз	18,7	14,0	14	13,3	17
Тяга на гаку, тс	96	32	21	54,17	189
Автономність, діб	60	20	60	-	-
Екіпаж, чол.	35	35	20	9	40
Головні двигуни, кВт	2х3310	2х1030	2х735,5	2х1471	2х8090
Рушій	2 ВРК	2 ВРК	1 гвинт	-	2 ВРК
Система пожежегасіння					
насоси, подача, м ³ /год	1х900 2х560	1000	1х350	1х360	1х100 1х1800
лафетні стволи, подача, м ³ /год	-	3х333	2х175	-	-

1.3.4 Рятувальні катери.

Основним призначенням рятувальних катерів є порятунок людей при аваріях суден і літаків. Найчастіше потерпілі утримуються на воді на рятувальних засобах: надувних рятувальних плотах, шлюпках, гумових човнах. Катер (рис. 1.8) має хороші ходові і маневрені якості. Для досягнення високої швидкості ходу (понад 30 вуз) в конструкції корпусу застосовані легкі сплави і спеціальна система набору. Головна механічна установка складається з дизеля середнього валу потужністю 3310 кВт (4500 к. с.) у форсованому режимі і двох дизелів потужністю 990 кВт (1350 к. с.), підключених до бортових валів. В якості рушіїв використані гвинти регульованого кроку. Кермо встановлене за гвинтами. Є підрулювальний пристрій з двигуном потужністю 58 кВт (80 к. с.). На катері передбачений відбір невикористаної потужності від дизель-генераторів з передачею на бортові вали. Встановлені два допоміжні дизелі потужністю 110 кВт (150 к. с.) кожен. Вони забезпечують найбільш економічний режим малої швидкості ходу (7-9 вуз), при якому дальність плавання катера складає 6000 миль. При швидкості ходу в 30 вуз вона зменшується до 600 миль.

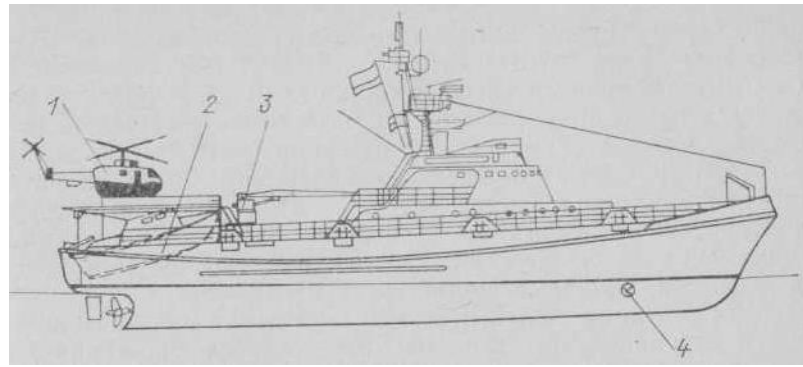


Рис. 1.8 Рятувальний катер

1 – вертоліт; 2 – бортовий катер; 3 – поворотний кран; 4 – підрулювальний пристрій.

До спеціального устаткування рятувального катера входять: бортовий катер неперевертаної конструкції (катер, будучи перевернутим, повертається в пряме положення), який розташований в кормі рятувального катера на похилих полозах і легко скидається у воду. Швидкість бортового катера 15 вуз. Він має невеликий радарний пристрій, радіостанцію, ехолот, осушувальну систему, т. е. прилади і системи, що дозволяють катеру плавати на невеликій відстані і самостійно; поворотний гідравлічний кран для підйому плаваючих плотів і надувних шлюпок разом з особовим складом; протипожежні засоби: пожежний насос, лафетним ствол, розташований на майданчику щогли, системи піногасіння і водяних завіс; вертоліт, що забезпечує можливість спільного виконання пошукових і рятувальних робіт.

1.3.5 Пожежні судна.

Вимоги, що пред'являються до більшості ПС, визначаються основною функцією цих суден – роботою в акваторії порту і, в крайньому випадку, на зовнішньому рейді. Існує в наш час також достатня кількість морських пожежних суден.

Як і рятувальні, ПС незалежно від зайнятості (відстій, буксирування тощо) завжди мають бути готові негайно вийти до місця виникнення небезпеки. Попри те, що відстані у сфері обслуговування пожежного судна порівняно невеликі, ПС для швидкого прибуття до вогнища пожежі повинні мати відносно велику швидкість ходу. При її призначенні слід враховувати течії в аква-

торіях портів і рейдів, необхідність частого маневрування у вузкостях і т. п. До маневреності пожежних суден пред'являються дуже високі вимоги. Це пояснюється необхідністю швидких і частих реверсів, поворотів, змін ходу в умовах обмеженої акваторії і швидких маневрів при гасінні пожеж, коли декілька хвилин зволікання можуть не лише негативно позначитися на результатах протипожежних операцій, але і поставити під загрозу збереження самого пожежного судна. Практично маневрені якості пожежних суден мають бути такими ж, якщо не вище, ніж у буксирів-кантувальників. Це впливає і на розміри пожежних суден.

При гасінні пожеж недопустимі зволікання в роботі ГД і при введенні в дію протипожежних установок. Тому до пожежних суден обов'язково пред'являють вимогу централізованого управління як ГД, так і основним протипожежним устаткуванням. Залежно від типу судна управління може здійснюватися або з центрального поста (ЦПУ), або з рульової рубки.

ПС мають бути обладнані потужними протипожежними засобами. Одночасно ПС обладнуються і водовідливними засобами, оскільки при проведенні протипожежних операцій часто мають місце випадки затоплення відсіків аварійного судна. Потужність і оснащеність протипожежними засобами може бути різною. Це визначається залежно від обслуговуваних ними портів, довжини їх причалів, кількості і характеру вантажів, що переробляються в портах, від суднообігу портів, тоннажу і розмірів обслуговуваних суден.

Досвід проектування і експлуатації показує, що такі допоміжні функції пожежного судна, як можливість тривалого буксирування або зняття аварійного судна з мілини, обслуговування підводних робіт, призводять до різкого збільшення розмірів судна і наближають його по конструкції до рятувального судна, добре обладнаного в протипожежному відношенні. Використання суден великих розмірів в обмежених умовах портів малоефективне і не завжди можливе. Очевидно, доцільно обмежувати допоміжні функції пожежних суден, оскільки в портах ці функції з успіхом можуть виконувати буксири, водолазні боти і інші судна [8].

Для більшої ефективності гасіння пожежне судно повинне підходити можливо ближче до об'єктів, що горять. При пожежогасінні берегових об'єктів в портах це є дуже важливо і обумовлює обмеження осадки пожежних суден. Для захисту цих суден передбачають систему водяної завіси.

Особливості експлуатації пожежних суден викликають необхідність устаткування їх підрулювальними пристроями, обумовлюють незвичайне конструктивне виконання деяких суднових пристроїв і створення спеціальних пристосувань для встановлення лафетних стволів, висадки десанту пожежників на аварійне судно і т. д.

Морське протипожежне судно.

До найбільш потужних суден кінця минулого століття відноситься протипожежне судно «Генерал Гамідов» (СРСР, 1970), яке призначене для надання протипожежної допомоги суднам у морі, в портах і на рейдах, для гасіння пожеж в морі, в портах, на морських нафтопромислових та берегових спорудах. Судно експлуатувалося в Каспійському морі (рис.1.9).

Основні елементи і характеристики судна: довжина найбільша – 62,6 м; ширина найбільша – 10,2 м; висота борту на міделі – 4,85 м; водотоннажність повна – 920 т; осадка середня – 3,1 м; потужність ЕУ – 2×2000 к. с.; швидкість – 17 вуз; потужність підрулювального пристрою – 185 кВт; дальність плавання (при автономності 20 діб) – 1800 миль; екіпаж – 31 чол.

Судно гладкопалубне, з двох-вальною гребною установкою, має хороші маневрені якості і необмежену морехідність. Для поліпшення маневреності на малих ходах на судні встановлено носовий підрулювальний пристрій, що складається з двох гвинтів, що обертаються в різних напрямках, в трубі.



Рис.1.9. Морське протипожежне судно «Генерал Гамідов»

Протипожежні засоби: чотири головних пожежних насоса загальною подачою $4000 \text{ м}^3/\text{год}$, сім лафетних стволів, здатних подавати на вогнище пожежі 500 м^3 води в годину на відстань близько 100 м, і гідрогармату з подачам $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ на відстань близько 120 м. Чотири лафетні стволи, розташованих високо на майданчиках щогл, і гідрогармата мають дистанційне керування з ходової рубки і закритого містка. Система піногасіння дозволяє накрити вогнище пожежі піною. Для цього може бути подано 3400 м^3 піни впродовж 15 хв. Піна подається через верхні лафетні стволи, забезпечені змінними насадками. Дальність пінного струменя близько 80 м. Система об'ємного гасіння дозволяє впродовж декількох хвилин загасити пожежу в задраєних приміщеннях або відсіку об'ємом 1000 м^3 . На судні велика кількість переносних засобів пожежогасіння (лафетні стволи, що перевозяться, піногенератори, ручні стволи). Система водяних завіс оберігає судно від теплового випромінювання при підході до об'єкту, що горить.

Водовідливні засоби: занурювальні електронасоси і водоструминні ежектори. Їх передача на аварійне судно здійснюється за допомогою високого поворотного крану або вогнезахисної шлюпки.

На судні створені хороші умови для екіпажу: каютна система розміщення, система кондиціонування повітря та ін.

Серед зарубіжних морських ПС найбільш характерним є судно «Ал. Гретен», призначене для роботи в порту Гонолулу [8].

Основні елементи і характеристики судна: довжина між перпендикулярами – 36,6 м; ширина – 8,84 м; висота борту на міделі – 3,96 м; осадка середня – 2,29 м; потужність ЕУ – 800 к. с.

На судні встановлені, крім того, три двигуни загальною потужністю 2000 к. с. для приводу пожежних насосів. За необхідності ГД можуть бути використані для роботи на пожежні насоси.

Прикладом сучасного морського протипожежного судна є судно «Three Forty Three» (США, 2010), зображене на рис.1.10.



Рис.1.10. Морське протипожежне судно «Three Forty Three»

Основні елементи і характеристики судна:

Довжина найбільша, м.....	42,67
Ширина розрахункова, м.....	10,97
Висота борту до ВП, м.....	4,88
Осадка проектна, м	2,74
Водотоннажність, т.....	497
Дедвейт, т.....	49,11
Водотоннажність порожнем, т.....	448,41
Швидкість, вуз.....	17,4
Місткість танків	
пального, м ³	35,5
питтєвої води, м ³	3,9
піноутворюючої рідини, м ³	12,5
Головна ЕУ	
модель головного двигуна ... 12V4000M70	
кількість двигунів	4
потужність кожного, кВт	1680
Екіпаж, чол	6
Пожежники, чол	26

Базові ПС мають невелику дальність плавання і водотоннажність, але за складом протипожежних засобів і їх продуктивності часто не поступаються морським протипожежним суднам. На цих суднах передбачають використання потужності головних двигунів для забезпечення дії пожежних насосів. Останніми роками протиПС стали забезпечувати вишками для перекидання аварійних партій і переносних протипожежних засобів на високобортні аварійні судна. Вишки мають конструкцію, що складається, або висувну, висота їх звичайно більше 20 м, на них іноді встановлюють лафетні стволи.

На рис.1.11 зображене базове протипожежне судно «Portland Fire» (Portland Fire Department, США, 2009).

Основні елементи і характеристики судна:

Довжина найбільша, м.....	20,0
Довжина між перпендикулярами, м.....	18,4
Ширина розрахункова, м.....	5,0
Висота борту до ВП, м.....	4,4
Осадка проектна, м.....	2,0
Дедвейт, т.....	3,0
Водотоннажність порожнем, т.....	30,9
Швидкість, вуз.....	15,0
Швидкість максимальна, вуз.....	18,0
Дальність плавання, миль.....	200
Витрати пального, л/год.....	44
Головна ЕУ	
модель головного двигуна.....	CAT C-12
кількість двигунів.....	2
потужність кожного, кВт.....	339
Екіпаж, чол.....	2
Пасажири, чол.....	10



Рис.1.11. Протипожежне судно «Portland Fire»

На рис.1.12 зображене швидкохідне протипожежне судно «Firestorm 70» (Jacksonville Fire Rescue, США, 2010).



Рис.1.12. Швидкохідне протипожежне судно «Firestorm 70»

Основні елементи і характеристики судна:

Довжина найбільша	21,1м
Ширина розрахункова	6,9м
Висота борту розрахункова	10,3м
Максимальна швидкість	41 вузл
Головна ЕУ	Canerpillar CAT C18
Потужність	4×746,5 кВт

Загальний вигляд буксира – кантувальника з протипожежним обладнанням «Українець» наведено на рис. 1.13.



Рис. 1.13 Пожежний буксир «Українець»

Максимальна довжина цього буксира 36 м, а ширина – 9,5 м, осадка носом 2,5 м, кормою – 4,5 м. Потужність ЕУ буксира складає 2000 кВт, протипожежне обладнання: 3 лафетних стволи і система водяної завіси.

Контрольні питання

1. Які фактори спричиняють необхідність подальшого розвитку спеціалізованих рятувальних суден?
2. Які судна називаються рятувальними?
3. Навести рятувальні роботи, які виконують рятувальні судна.
4. Навести види рятувальних суден в залежності від призначених задач.
5. Які основні вимоги до рятувальних суден, на які необхідно звертати особливу увагу при їх проектуванні?
6. Які особливості призначення багатоцільового пожежно-рятувального судна, в проекті якого врахована необхідність роботи на нафтогазових промислових промислах?
7. Описати основні характеристики і засоби океанських рятувальних буксирів.
8. Яке основне призначення морських рятувальних буксирів?
9. Навести основні характеристики і засоби рятувальних катерів.
10. Які основні вимоги до більшості пожежних суден і їх обладнання?
11. Навести основні характеристики і обладнання морського протипожежного судна.

2. Визначення головних елементів і характеристик рятувальних і пожежних суден

2.1. Загальні положення

При виборі головних розмірів РС і ПС на відміну від транспортних суден, для яких в достатній мірі відомі початкові умови (вантажопідйомність, швидкість ходу, пасажиро - місткість і т. п.), проєктант, як правило, вимушений з самого початку вирішувати задачу з багатьма невідомими. Головні розміри можуть бути визначені, уточнені, а оптимальні величини встановлені будь-

яким методом і по параметрам (осадка, остійність і т. п.), що задаються [8].

Існують різні точки зору про основні початкові параметри для проектування РС і ПС, однак є підстави стверджувати, що основним початковим параметром для суден даних типів має бути потужність ЕУ. Від її величини залежить швидкість ходу, здатність забезпечити буксирування або утримування аварійного судна, можливість одночасної роботи усіма протипожежними засобами при збереженні достатнього ходу судна тощо.

Якщо потужність ЕУ не задана і раніше не визначена, то ще до визначення головних розмірів проєктантові належить вирішити це складне завдання.

При визначенні розмірів РС і ПС необхідно враховувати розміщення і компонування суднових приміщень і спеціального устаткування, а також надання судну відповідних маневрених і морехідних якостей. На перших етапах вибору головних розмірів корисно скористатися результатами аналізу статистичних залежностей по побудованих судах даних типів. У подальшому розміри судна, природно, підлягають уточненню з розрахунковою перевіркою усіх його характеристик.

2.2 Автономність плавання і комплектація екіпажу

Перед тим як перейти безпосередньо до питання вибору головних розмірів суден рятувального і пожежного класів, необхідно розглянути деякі вихідні фактори, що визначають їх розміри [8].

Вибір *автономності плавання* є одним з таких факторів. Він проводиться з урахуванням умов експлуатації і призначення цих суден, які повинні мати значну автономність, щоб нести тривалу патрульну службу в морі, брати участь у складних і довгих за часом рятувальних операціях з аварійними судами і здійснювати океанські і морські буксирування великих плавучих споруд.

Абсолютні значення автономності залежать від багатьох причин і передусім від потужності ЕУ проєктованого РС. Чим більше потужність, тим більше сумарні витрати пального і мастильних матеріалів, тим більші місткості необхідно передбачати на судні для їх зберігання. Це у свою чергу впливає

на розміри судна.

Визначаючи автономність плавання, слід враховувати, що РС мають, як правило, дві основні швидкості експлуатації: *крейсерську*, тобто найбільшу тривалу швидкість ходу, використовувану головним чином при слідуванні до місця аварії, що сталася, і *економічну* швидкість ходу, вживану при патрулюванні або поверненні на базу. Отже, найбільша тривала потужність головного двигуна (двигунів) (ГД) використовується не постійно, а періодично. Проте зазвичай прийнято визначати *автономність плавання по запасах пального* виходячи зі значення *найбільшої тривалої потужності*. Таким чином, зважаючи на неповне використання потужності в експлуатації, стоянки суден в портах і в морі, фактична автономність суден може бути більша за розрахункову (запас на непередбачені випадки).

При проектуванні РС іноді замість значення автономності плавання задаються величиною дальності плавання, що не міняє суті справи. В цьому випадку, розраховуючи запаси пального, необхідно перевіряти, при якій швидкості ходу (крейсерською або економічною) знадобляться великі запаси, з урахуванням питомої витрати для різних потужностей ГД.

Розміри рятувальників, як видно з їх аналізу, ростуть непропорційно зростанню потужності ЕУ. Отже, автономність суден меншої потужності може бути більша, ніж у рятувальників більшої потужності.

У табл. 2.1 наведені вибірково дані автономності і дальності плавання деяких РС [8]. З даних таблиці видно, що у встановленні автономності відсутня яка-небудь закономірність. Очевидно, це є наслідком різнотипності встановлюваних ГД, різного підходу судновласників до експлуатації суден, якості проектування і інших чинників, що не піддаються статистичному обліку.

Проте, виходячи з розрахунку найбільшої тривалої потужності ЕУ, орієнтовно можна рекомендувати наступні значення автономності: 25 – 30 діб – для РС потужністю 2000-4000 к. с., 20-25 діб – для буксирів-рятувальників потужністю до 2000 к. с.

Таблиця 2.1. Автономність РС

Найменування РС	Потужність, к.с.	Автономність, діб	Дальність пла- вання, милі
«Сильний»	1200	20	6000
«Стрімкий»	1200	20	5300
«Голіаф»	1800	37	11300
«Ноорд-Холланд»	2000	72	26000
«Бритонія»	2000	32	11000
«Тамаран»	1900	23	6800
«Атлант»	2200	25	8600
«Хейда Брейв»	3500	25	9000
«Якоб Ван Хеємскерк»	5400	60	22000
«Вортис»	8200	32	11500
«Еліс Л. Моран»	9730	25	9900

При використанні економічного ходу такі запаси пального дозволять РС мати дальність плавання 12000-18000 миль, а буксирам-рятувальникам – близько 8000 миль, що цілком прийнятно для їх експлуатації.

Інші суднові запаси – миттєва і питна вода, провізія – також мають бути визначені для прийнятої автономності плавання по пальному, з урахуванням чисельності суднового екіпажу. Крім того, не виключається використання опріснювальних установок з метою скорочення кількості прісної води, що зберігається на судні.

Кількість членів екіпажу РС, які безпосередньо обслуговують судно, залежить від розмірів судна, типу і потужності силової установки. У табл. 2.2 наведені, як приклад, штати екіпажу для буксира – рятувальника і РС морського флоту [8].

При тризмінній вахті екіпажу його чисельність для РС потужністю від 1200 к. с. і більше коливається в межах 22-32 особи.

Таблиця 2.2 Комплектація екіпажу РС

Члени екіпажу	На буксирі N=1800 к.с.	На рятувальному судні N=5000 к.с.	Члени екіпажу	На буксирі N=1800 к.с.	На рятувальному судні N=5000 к.с.
1. Командний склад	1	1	2. Команда		
Капітан	1	1	Боцман	1	1
Старший штурман	1	1	Старший матрос	1	1
2-й штурман	1	1	Матроси	3	3
3-й штурман	1	1	Старший моторист	1	1
4-й штурман	-	1	Мотористи	3	3
Старший механік	1	1	Комірник	-	1
2-й механік	1	1	Буфетник	1	1
3-й механік	1	1	Кок	1	1
4-й механік	-	1	Камбузники	2	3
Електромеханік	1	1	Прибиральники	2	3
Начальник радіостанції	1	1			
Лікар судновий	-	1			
Разом	10	13	Разом	15	18
			Всього екіпажу	25	31

Рятувальна партія комплектується залежно від об'єму виконуваних рятувальних і підводних робіт. У тих випадках, коли РС не має спеціального устаткування для участі в суднопідіймальних і підводно-технічних роботах, комплектація рятувальної партії складає приблизно 5-8 осіб. Наприклад:

Помічник капітана
по аварійно - рятувальним роботам · 1
Тесляр1
Матроси.....3
Мотористи.....3
Всього 8 осіб.

Якщо на судні є вказане устаткування, комплектація рятувальної (аварійної) партії залежить від числа водолазних постів і може скласти 12 - 16 осіб.

Зразкова комплектація рятувальних партій по досвіду роботи аварійно-рятувальних служб наведена нижче [8]:

Помічник капітана по
по аварійно - рятувальній службі ·1

Лікар-фізіолог	1
Водолаз - інструктор.....	1
Старшини водолазної станції....	2
Водолази.....	4
Тесляр	1
Матроси.....	3
Мотористи.....	3

Всього 16 осіб.

У сучасних умовах при поєднанні посад і зменшенні кількості штурманів (1-2) екіпаж буксира може складати 20 осіб, а РС – 25 осіб.

Введення в штат рятувальних партій матросів, мотористів, тесляра, які за посадою, здавалося б, дублюють членів екіпажу судна, є цілком логічним. По-перше, під час проведення рятувальних операцій напруженість роботи екіпажу настільки велика, що підвахтові члени екіпажу не можуть використовуватися на інших роботах, і, по-друге, згадані члени рятувальної партії спеціально підготовлені для робіт, пов'язаних з обслуговуванням переносного аварійного устаткування (мотонасосів, компресорів тощо), десантних робіт на аварійному судні по боротьбі з пожежами, затопленням відсіків, із закладенням пластирів, закладенням пробоїн і т. п.

Вважається, що на спеціалізованих РС необхідно передбачати запаси пального, що забезпечують безперебійну роботу усіх механізмів на повну потужність впродовж 30 год. Для уточнення цього питання цікаво виявити вплив автономності. В середньому зі збільшенням автономності на добу швидкість ходу знижується на 0,3 вуз (при постійній потужності ЕУ), довжина судна зростає приблизно на 1,0-1,2 м, а водотоннажність – на 35-40 т [8].

Автономність РС залежить від умов експлуатації і, зокрема, від граничних відстаней можливих пробігів по акваторії порту і рейдам, від зручності більш менш частого бункерування тощо. Вважаючи, що швидкість має бути близько 15 вуз, можна рекомендувати автономність дві доби. Це дозволить не лише зберегти прийнятні для експлуатації в портах розміри судна, але також зменшити його будівельну вартість.

ПБ, як і портові з протипожежним устаткуванням, виконують свої основні функції – буксирувальні операції у більш широкому районі, ніж спеціалізовані ПС. При часто розташованих портах вони можуть проходити уздовж берега значні відстані. Виняток становлять портові буксири-кантувальники, що використовуються головним чином в портах до зовнішніх рейдів. Усі ці судна, на відміну від ПС, мають невеликий штат екіпажу, а на кантувальниках – часто тільки змінну вахту.

Враховуючи умови експлуатації і досвід проектування буксирних суден, можна рекомендувати наступні значення автономності: 6-10 діб – для ПБ, 3-6 діб – для портових буксирів з протипожежним устаткуванням.

Пожежні катери, як правило, не покидають акваторію портів. Зважаючи на малі розміри, що не дозволяють їм мати великі запаси пального, мастила і прісної води, для цих суден прийнятна автономність близько трьох діб.

Враховуючи необхідність постійної готовності ПС до виконання своїх основних функцій по гасінню пожеж, на його борті, окрім екіпажу, завжди повинна знаходитися пожежно-десантна партія.

Для ПС найчастіше встановлюється тризмінна цілодобова вахта (тривалість кожної ваhti 24 год). Приблизний штат екіпажу портового ПС з урахуванням пожежно-десантної партії наведений в табл. 2.3, де вказано також число осіб, що знаходяться на судні тільки в період ваhti [8]. Це дозволяє скоротити кількість житлових приміщень і, отже, не завищувати розміри судна. При невеликій кількості житлових приміщень можливе несення і посиленої ваhti (2/3 особового складу – 26 осіб). В цьому випадку 18 осіб мають місця відпочинку, а 8 знаходяться на своїх службових постах.

Комплектація екіпажу на портових буксирах з протипожежним устаткуванням нічим не відрізняється від звичайної комплектації портових суден, а на пожежних буксирах доцільне введення в штат трьох матросів-пожежників (по одному матросові на вахту) для обслуговування протипожежних систем. Комплектація екіпажу пожежних катерів – така ж.

Таблиця 2.3.

Члени екіпажу	Число		Члени екіпажу	Число	
	По штату	На судні у вахту		По штату	На судні у вахту
1. Екіпаж судна			2. Пожежно-десантна партія		
Капітан	1	1	Помічник капітана по пожежно-технічній частині	1	–
Штурмани	3	1			
Старший механік	1	1	Командири пожежно - десантної партії	3	1
Механіки	3	1			
Боцмани	3	1	Командири відділень	3	2
Матроси 1 класу					
Мотористи	3	1	Матроси-пожежники	15	8
Коки	3	1			
Разом	17	7	Разом	22	11
			Всього	39	18

2.3. Відношення головних розмірів

Результати статистичної обробки по спроектованим і побудованим суднам рятувального і пожежного класів показують, що головні розміри суден, а також їх відношення всередині цих класів відрізняються в залежності від типу судна і потужності ЕУ [8].

Основними критеріями оцінки судна є його технічні характеристики. Серед різних рівних умов найкращим є судно з найменшою побудовною вартістю. Тому довжина повинна бути мінімальною, що безпосередньо впливає на вартість судна. Крім того, найменша довжина сприятливо впливає на підвищення маневрених якостей суден, їх ефективності при роботі в обмежених акваторіях портів, у вузкостях, звивистих фарватерах. Однак при виборі довжини з умов непотоплюваності в окремих випадках буває необхідним деяке збільшення довжини порівняно з оптимальною. На практиці розміри суден, як і довжина, часто вибираються з запасом, що полегшує процес проектування, хоч вартість побудови дещо збільшується [8].

Рятівні судна. На рис. 2.1 наводяться залежності ширини B і осадки d , а також висоти надводного борту F від довжини L . Зі збільшенням довжини

осадка суден відносно зменшується, незважаючи на підвищені вимоги до їх морехідності. Це пояснюється необхідністю обмеження осадки з метою більш близького підходу до аварійних суден на міліні. Але до обмеження осадки РС, особливо універсальних і рятувальних буксирів, слід відноситися обережно, оскільки недостатня осадка погіршує морехідні якості, зменшує вітростійкість, а в штормових умовах знижує тягові характеристики судна [8].

В практиці аварійно – рятувальних робіт, незважаючи на переваги підходу до борту аварійного судна, віддають перевагу вільному маневруванню РС у випадку можливого погіршення погоди, а на аварійне судно передається аварійна партія з водовідливними та іншими переносними рятувальними засобами. Тому осадка навіть найбільш крупних РС не перевищує 5,75 м [8].

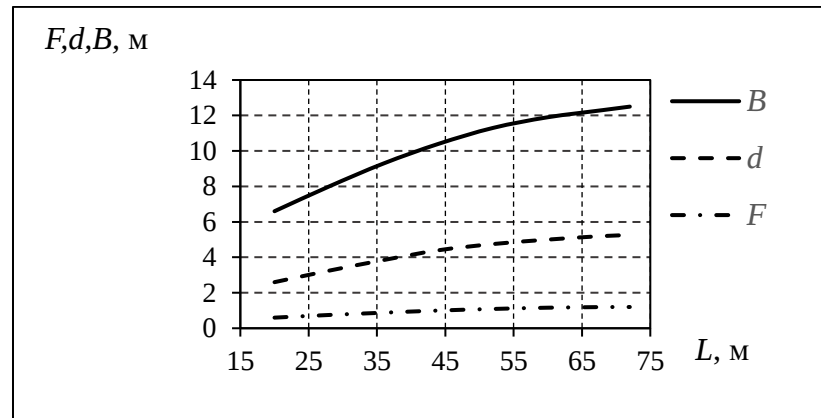


Рис. 2.1 Головні розміри РС

Отримані авторами посібника на основі графіків рис. 2.1 апроксимаційні залежності мають наступний вигляд

$$B = -0,0016 \cdot L^2 + 0,2638 \cdot L + 1,9404; \quad (1)$$

$$d = -0,0008 \cdot L^2 + 0,1261 \cdot L + 0,3846; \quad (2)$$

$$F = -0,0002 \cdot L^2 + 0,0286 \cdot L + 0,0969. \quad (3)$$

Як видно з графіків, криві B і d не паралельні; зі збільшенням довжини судна відношення B/d не змінюється; середні значення $B/d = 2,2-2,5$.

Характерне для буксирів-рятувальників прибережного плавання мале відношення L/B (в середньому біля 3,5) пояснюється помірними швидкостями ходу та необхідністю підвищеної маневреності при роботі в акваторіях портів та рейдів. У морських буксирів-рятувальників середнє відношення L/B підвищу-

ється до 4,2, у рятувальних буксирів до 4,4-4,5. РС зі швидкістю 16,0-18,0 вуз мають $L/B = 5,0-5,5$.

При проектуванні РС не користуються регламентованими нормами по висоті надводного борту. Опрацьовані практикою відношення D/d і величини F на рис. 2.1 показують, що РС проектується з надлишковим надводним бортом. Навіть для малих суден його середня величина приймається не менше 0,6 м і для потужних рятувальників складає до 1,2 м. Можна також приймати $F \geq 0,1 \cdot B$. Відношення D/d в середньому складає 1,2-1,25 [8].

Специфічні особливості, що властиві рятувальним катерам берегових станцій, що експлуатуються порівняно недалеко від берега (необхідність переборення морського прибою, можливість роботи на мілині в штормових умовах), суттєво впливають на вибір їх головних розмірів. При малих розмірах питання остійності мають основне значення для вибору відношень розмірів цих катерів.

Як видно на рис. 2.2, де наведені залежності B , d і F рятувальних катерів берегових станцій від довжини, відношення L/B знаходиться у межах 3,2-3,8, причому менші значення відповідають катерам малих розмірів [8]. Найменша можлива осадка покращує ефективність рятувальних катерів поблизу берегів. Осадка цих катерів у більшості випадків дорівнює менше 1,5 м і тільки незначна кількість великих рятувальних катерів (їх називають «рятувальними крейсерами») має осадки, що перевищують 1,5 м, і відношення $B/d = 3,1-3,8$. Високий надводний борт (не менше 0,5 м для малих катерів і більше 1,0 м для великих) характеризує їх морехідність та великий запас плавучості. Відношення D/d складає не менше 1,35-1,5.

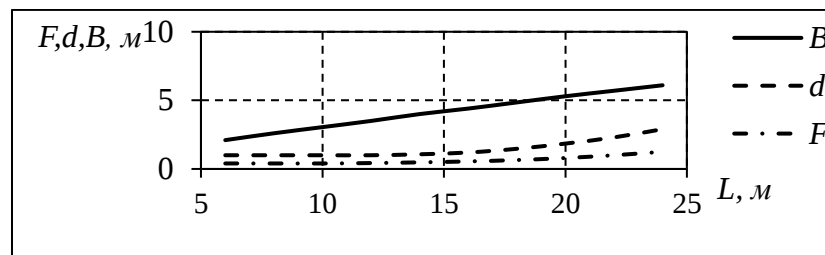


Рис.2.2 Залежність ширини B , осадки d і висоти надводного борту F від довжини рятувальних катерів берегових станцій.

Отримані на основі графіків рис. 2.2 апроксимаційні залежності мають наступний вигляд

$$B = 0,2224 \cdot L + 0,8236; \quad (4)$$

$$d = 0,0115 \cdot L^2 - 0,2531 \cdot L + 2,3448; \quad (5)$$

$$F = 0,0047 \cdot L^2 - 0,1002 \cdot L + 0,9495. \quad (6)$$

Ширина грає для РС важливу роль, оскільки істотно впливає на остійність і поворотність – особливо важливі якості.

Величина відношення довжини судна L до ширини B , від якого залежать ходові якості і, особливо, зручність розміщення МВ, житлових і інших приміщень, для РС складає 2,1-3,9. Відношення L/B в середньому близько 3,0, пояснюється помірними швидкостями ходу і необхідністю підвищеної маневреності при роботі в акваторіях портів і рейдів.

На рис. 2.3-2.5 наведені залежності ширини B і осадки d від довжини L РС, а також висоти борту D від L [13]. Зі збільшенням L осадка суден відносно зменшується, незважаючи на підвищені вимоги до їх морехідності. Це пояснюється необхідністю обмеження осадки з метою якомога ближчого підходу до аварійних суден, що сидять на мілині. У практиці аварійно-рятувальних робіт, незважаючи на усі переваги підходу до борту аварійного судна на випадок можливого погіршення погоди, віддається перевага вільному маневруванню РС. На пошкоджене судно зазвичай передається аварійна партія з водовідливними і іншими переносними рятувальними засобами. Тому осадка навіть найбільших РС не перевищує 6 м.

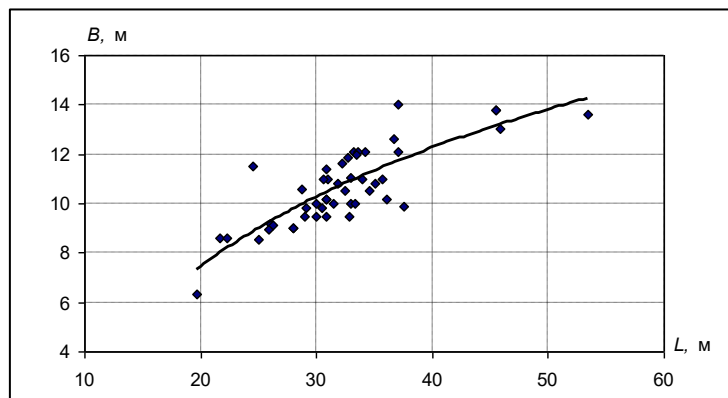


Рис. 2.3. Залежність ширини B РС від їх довжини L

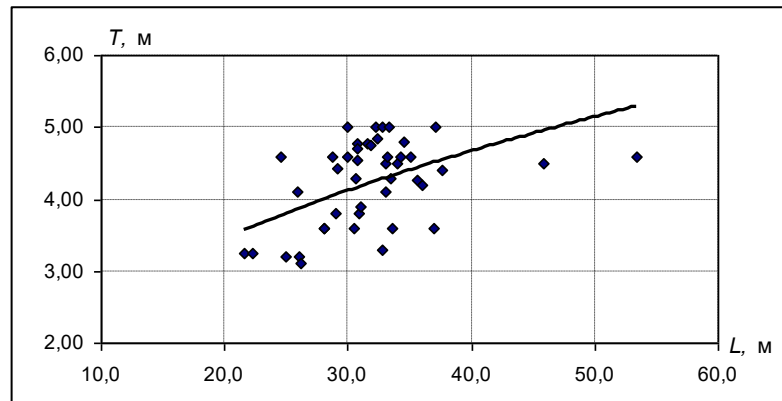


Рис. 2.4. Залежність осадки d РС від довжини L

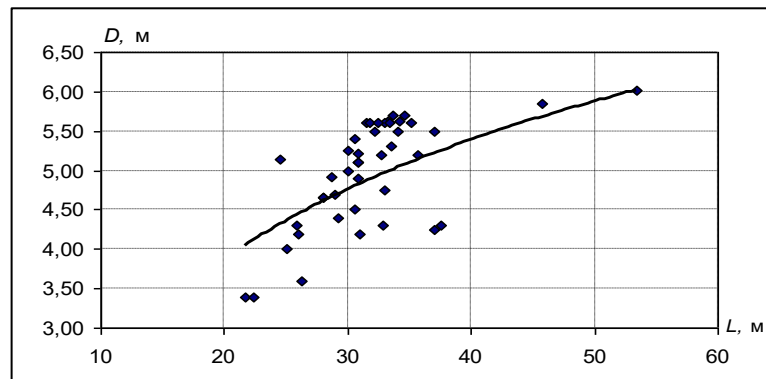


Рис. 2.5. Залежність висоти борту D РС від довжини L

Отримані апроксимацією формули по рис.2.3-2.5 мають вид:

$$B = 1,0532 \cdot L^{0.6603}; \quad (7)$$

$$d = 0,9518 \cdot L^{0.4343}; \quad (8)$$

$$D = 1,0633 \cdot L^{0.4385}. \quad (9)$$

Як видно з графіків, зі збільшенням довжини судна відношення B/d зберігається; середні значення B/d входять в діапазон 2,0-3,5. Висота борту і співвідношення L/D і D/d характеризують подовжню міцність, морехідність, остійність і ефективність використання потужності судна. Існує думка, що висота надводного борту повинна складати не менше 0,1 ширини судна. Відношення D/d зберігається в середньому рівним 1,05-1,6 [13].

Швидкості вільного ходу РС зазвичай складають 12-17 вуз. Числа Фруда, при яких експлуатуються РС, лежать в досить широких межах 0,3-0,4. Відповідно і коефіцієнти загальної повноти приймаються зазвичай в межах 0,44-0,66.

Пожежні судна. Всі типи ПС, статистичні дані по головних розмірах яких наведені в роботі [8], поділяються на чотири групи: портові буксири, оснащені протипожежним обладнанням для допомоги іншим суднам, пожежні буксири (ПБ), спеціалізовані ПС і пожежні катери.

Цей поділ визваний усталеною практикою побудови і експлуатації портових суден. Різниця між портовими і ПБ полягає в тому, що перші, але далеко не всі, мають протипожежні засоби, що не є основним протипожежним обладнанням судна. Їх потужність невелика, спеціальні пожежні насоси відсутні, для гасіння пожежі на аварійному судні в основному використовуються пожежні насоси буксира. ПБ, як правило, мають спеціальні пожежні насоси для надання допомоги аварійним суднам і досить розгалужену систему лафетного гасіння. Протипожежні можливості цих буксирів встановлюють в процесі їх проектування, беручи до уваги, що протипожежні якості повинні бути основною (після буксирування) функцією судна.

На відміну від РС, у яких з ростом потужності ЕУ закономірно змінюються співвідношення головних розмірів суден, в класі ПС такої закономірності не спостерігається.

Розміри пожежних і портових буксирів, що мають протипожежне обладнання, підлягають вимогам експлуатації цих суден в портах по прямому призначенню. Такі судна, які постійно використовуються для буксирувальних і кантувальних операцій, повинні мати високі тягові характеристики, підвищену маневреність, порівняно малі розміри з метою ефективної роботи в умовах обмежених акваторій.

При обмеженні плавання ПБ районом портових і рейдових вод, а також у випадку обслуговування суден змінними вахтами (без проживання екіпажу на борті), можливе різке скорочення судових приміщень. Це дозволяє зменшити розміри суден і розміри рубок. В результаті, окрім економічного ефекту, можна також підвищити технічні якості ПБ за рахунок покращення остійності і підвищення його маневрених якостей. Однак велику увагу слід приділяти питанню зменшення розмірів з тим, щоб не погіршувати однієї з

основних якостей – ефективного буксирування і кантування транспортних суден [8].

Останнім часом при створенні ПБ (буксирів-кантувальників) має місце намагання повисити їх енергоозброєність (потужність на одиницю LBD або потужність на 1 т водотоннажності). При цьому виходять з того, що чим більше значення енергоозброєності, тим більш ефективне і економічне створюване судно. Але судно, крім того, повинне бути обмежене умовою отримання мінімальної водотоннажності, що гарантує збереження буксирувальних якостей судна.

Багато портових ПС і катерів відрізняються по співвідношенням від пожежних і портових буксирів. Це пояснюється тим, що для таких суден основні характеристики – швидкість ходу і висока насиченість протипожежним обладнанням обумовлюють необхідність значних об'ємів і площ як на палубі, так і в приміщеннях судна.

З графіків на рис. 2.6 видно: відношення L/V у ПБ і портових буксирів з протипожежним обладнанням (категорія I) значно менше, ніж для ПС і катерів (категорія II) [8]. Середні значення L/V складають відповідно 3,4-3,5 та 4,2-4,3 відповідно, причому зі збільшенням довжини суден відношення збільшується. Це пояснюється для всіх суден, що розглядалися, впливом потужності ЕУ на їх швидкість.

Аналогічна зміна кривих відношень L/d , різна для категорій I і II, показана на рис. 2.7. При рівних довжинах цих суден осадки спеціальних ПС і катерів менше, ніж пожежних і портових буксирів. Це пов'язано з необхідністю використання ПС біля причалів берегової лінії з тим, щоб забезпечити гасіння пожеж не тільки на судах, але і берегових споруд.

Для отримання високих тягових характеристик середні значення B/d для ПС і катерів повинна складати 3,2-3,4, а для портових і ПС 2,6-2,7, причому відношення зменшується зі збільшенням довжини суден. На величину відношення B/d здійснюють вплив і вимоги забезпечення належної остійності.

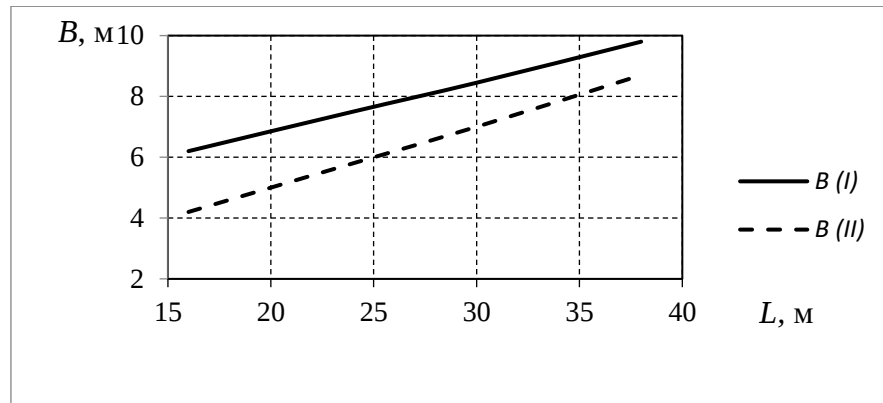


Рис. 2.6 Залежність ширини суден пожежного класу від їх довжини

I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери.

Отримані аналітичні залежності по рис. 2.6 мають вигляд:

$$B_{(I)} = 0,1585 \cdot L + 3,7462; \quad (10)$$

$$B_{(II)} = 0,2016 \cdot L + 1,0048. \quad (11)$$

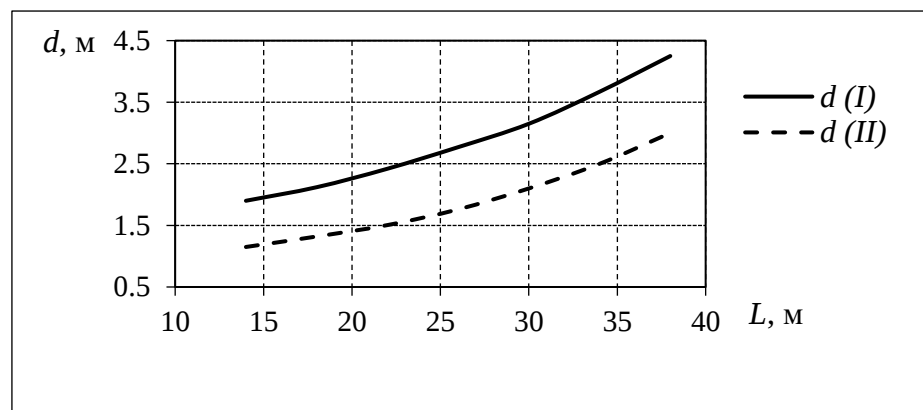


Рис. 2.7 Взаємозалежність довжини і осадки суден пожежного класу

I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери.

Нижче наводяться отримані формули для осадки ПБ і портових буксирів та ПС і катерів.

$$d_{(I)} = 0,0024 \cdot L^2 - 0,0314 \cdot L + 1,9246; \quad (12)$$

$$d_{(II)} = 0,0022 \cdot L^2 - 0,0361 \cdot L + 1,2489. \quad (13)$$

Для суден категорій I і II характерною є різниця у відношеннях D/d . На рис. 2.8 наведені криві зміни висоти надводного борту F в залежності від довжини L . Величина надводного борту у ПС і катерів більше, ніж у портових і ПБ тих же розмірів. Середні значення висоти надводного борту у перших 0,6-1,5, а у других 0,4-0,8. Враховуючи менші осадки, характерні для ПС і кате-

рів, середні відношення D/d для них складають 1,7-1,8. Для пожежних і портових буксирів це відношення значно менше (1,2-1,3).

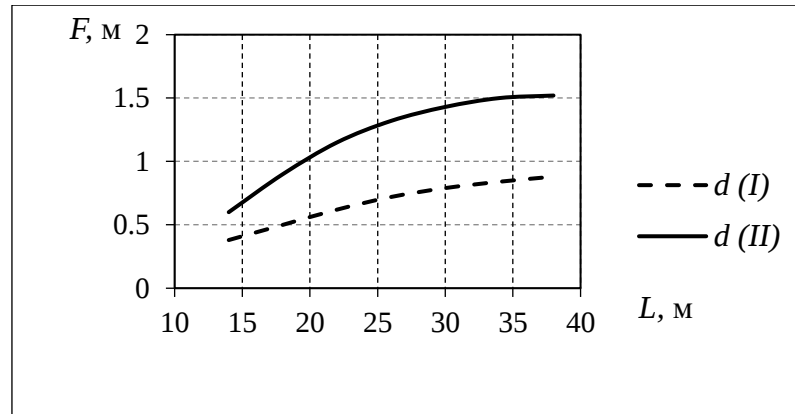


Рис. 2.8 Взаємозалежність довжини суден пожежного класу і висоти надводного борту I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери.

Наведені нижче формули можуть бути використані для визначення висоти надводного борту зазначених буксирів, суден і катерів.

$$F_{(I)} = -0,0006 \cdot L^2 + 0,0538 \cdot L - 0,2564; \quad (14)$$

$$F_{(II)} = -0,0018 \cdot L^2 + 0,134 \cdot L - 0,9125. \quad (15)$$

2.4 Вибір проектних характеристик

Наведені в [8] дані по спеціалізованим і комбінованим рятувальним суднам, показують, що розміри цих суден знаходяться в прямій залежності від потужності їх ЕУ, яка визначається призначенням цих суден.

Так, судна потужністю до 1600 к. с. – це буксири прибережного або морського плавання, які мають рятувальне обладнання. Співвідношення їх головних розмірів підпорядковані в першу чергу вимогам проведення високоефективних буксирних операцій. В діапазоні 1600-2500 к. с. проектуються рятувальні буксири, розміри яких при більших швидкостях збільшуються незначно.

Потужності більше 3000 к. с. відповідає клас універсальних РС з іншими співвідношеннями головних розмірів, які підпорядковані високим пропульсивним якостям.

У випадках, коли потужність ЕУ РС є заданою величиною, доцільно вибір головних розмірів починати з визначення довжини судна.

На рис. 2.9 наводиться осереднена крива залежності довжини РС L від потужності ЕУ N_e (к. с.), яка прагне до верхньої межі L/N_e (особливо для суден з

великими значеннями N_e) з-за вибраних статистичних даних по суднам з підвищеною комплектацією екіпажу.

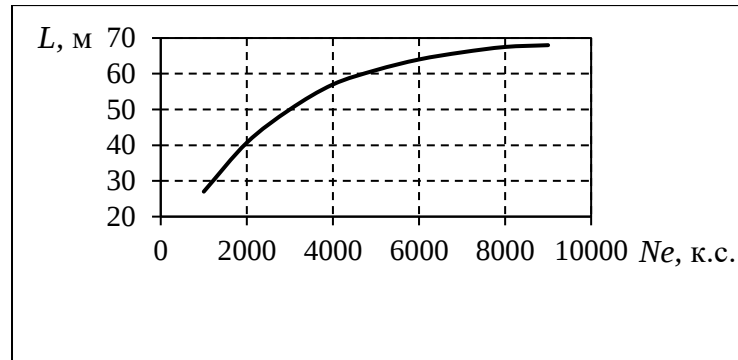


Рис. 2.9 Залежність довжини РС від потужності їх ЕУ

Отримана апроксимацією формула довжини РС від потужності ЕУ має вигляд:

$$L = -9E-07 \cdot N_e^2 + 0,0132 \cdot N_e + 16,445. \quad (16)$$

Для визначення ширини, осадки і висоти надводного борту цих суден можна скористатися залежностями (1)-(3).

Окремі розміри рятувальних катерів берегових станцій можуть бути визначені по залежностям (4)-(6).

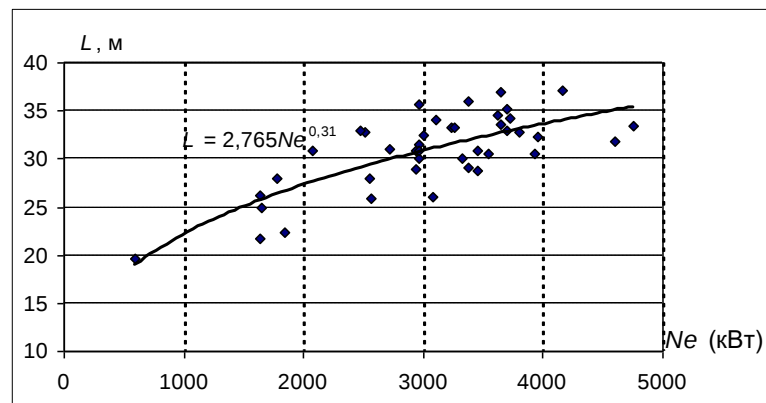


Рис. 2.10. Залежність довжини морських рятувальних буксирів від потужності ГД

На рис. 2.10 наведена крива залежності довжини L морських рятувальних буксирів від потужності N_e їх ЕУ [13]. З графіка видно, що осереднена крива тяжіє до верхньої межі статистичних співвідношень L/N_e , особливо для суден великих потужностей.

Довжина РС залежить від його призначення. Для рятувального буксира прибережного або морського плавання, що має рятувальне устаткування, довжина залежить від обмежень по осадці. Достатня довжина РС, що має велику автономність, забезпечує необхідну місткість бункерів, розміщення жит-

лових приміщень тощо

Залежність довжини від потужності N_e , отримана по рис.2.10, має вигляд

$$L = 2,76N_e^{0,31}. \quad (17)$$

Показником, що характеризує рушійний комплекс судна, призначеного для виконання буксирних робіт, є коефіцієнт питомої потужності [13]:

$$k = N_e/F_T. \quad (18)$$

де F_T – тяга на даному режимі, тон; N_e – потужність ГД, кВт.

На рис. 2.11 показана залежність між ГД і тягою на гаку, отримана шляхом узагальнення цих РС останніх років будови. З графіку видно, що тяга на гаку в прямій залежності від потужності їх ЕУ. Значення коефіцієнта питомої потужності на швартовому режимі $k_{шв}$ для сучасних рятувальників знаходяться в межах 58-64 кВт/т [13].

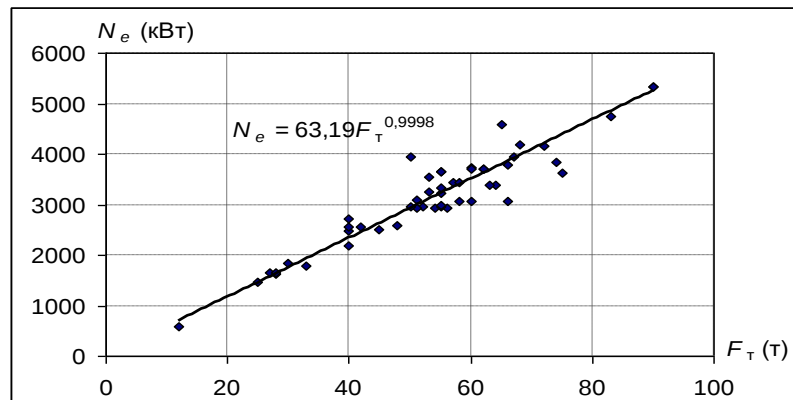


Рис. 2.11 Залежність між потужністю ГД і тягою на гаку

Криві залежності довжини ПС L від потужності N_e ЕУ, наведені на рис.2.12, показують, що при рівній потужності довжини ПС і катерів вибираються більшими, ніж пожежних і портових буксирів [8].

Оскільки для суден пожежного класу потужність ЕУ не завжди характеризує ступінь «пожежної потужності» судна, деякі зарубіжні проектувальники при визначенні довжини виходять із загальної продуктивності пожежних насосів. Очевидно, такий спосіб може бути в деякій мірі прийнятним для спеціалізованих ПС і катерів, але не для суден комбінованих типів. Осереднена крива залежності довжини L від продуктивності пожежних насосів Q побудована на рис.2.13 для ПС і катерів. У випадку, коли при проектуванні обумовлюється

необхідна потужність пожежних насосів, то в першому наближенні можна скористатися кривою на рис. 2.13 [8].

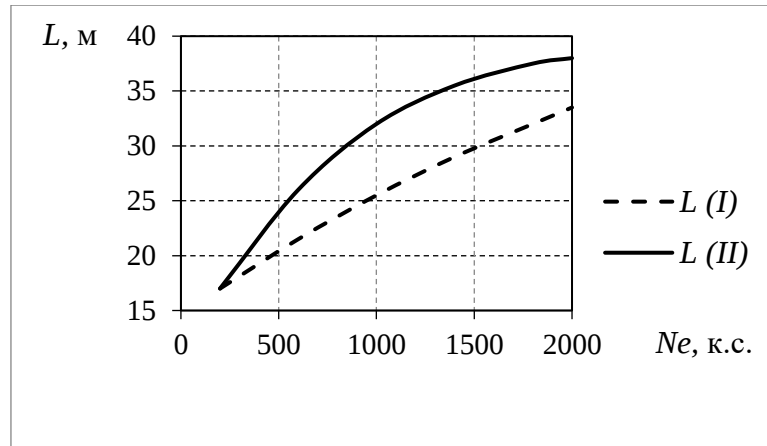


Рис. 2.12 Залежність довжини суден пожежного класу від потужності їх ЕУ
I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери.

Аналітичні залежності, отримані по графікам рис. 2.12:

$$L_{(I)} = 0,0091 \cdot N_e + 15,603; \quad (19)$$

$$L_{(II)} = - 7E-06 \cdot N_e^2 + 0,0266 \cdot N_e + 12,184. \quad (20)$$

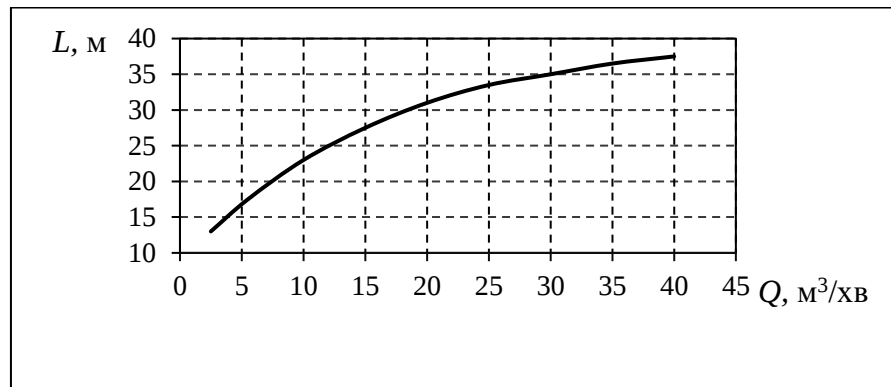


Рис. 2.13 Залежність довжини L суден ПС від продуктивності пожежних насосів Q .

Отримана аналітична залежність для $L = f(Q)$ має наступний вигляд:

$$L = - 0,0182 \cdot Q^2 + 1,3955 \cdot Q + 10,251. \quad (21)$$

Для визначення ширини, осадки і висоти надводного борту ПС можна використати отримані аналітичні залежності (10-15).

В практиці англійського суднобудування для визначення у першому наближенні довжини портових і ПБ використовується формула

$$L \approx 12,2 + 0,3 \sqrt{2,5 N_e - 300}, \quad (22)$$

де L – довжина судна між перпендикулярами, м; N_e – номінальна потужність ЕУ, к. с.

Відповідно ширина і висота борту цих суден приймаються як:

$$B = 0,285 \cdot L; \quad (23)$$

$$D = 0,14 \cdot L. \quad (24)$$

Довжина суден, визначена по формулі (22), є близькою до довжини суден типу I, наведених на рис. 2.12, а також до значення довжини, визначеної по формулі (19).

Основні елементи і характеристики ПС на початкових стадіях проектування в першому наближенні можна визначити на основі досліджень роботи [16].

Вихідними даними є подача насосів Q , м³/т і швидкість v .

Довжина судна між перпендикулярами може бути визначена за формулою [16]:

$$L = 0,015 \cdot Q + b_1, \quad (25)$$

де $b_1 = 20 \pm 5$.

Розглядався наступний діапазон зміни довжини судна: $15 \leq L \leq 62$ м, а подача насосів – $220 \leq Q \leq 20000$ м³/год.

По відомій довжині судна визначається ширина судна:

$$B = a_2 \cdot L + b_2 \pm \Delta_1. \quad (26)$$

В формулі (26) для ПБ $a_2 = 0,155$; $b_2 = 3,6$; $\Delta_1 = 0,6$, а для ПС $a_2 = 0,205$; $b_2 = 0,9$; $\Delta_1 = 1,0$.

Осадка судна для ПС:

$$d = (0,00105 \cdot L^2 + 0,83) (1 \pm 0,2), \quad (27)$$

а для ПБ:

$$d = (0,00177 \cdot L^2 + 1,54) \pm 0,5 \quad (28)$$

Висота борту:

$$D = (a_3 \cdot L^{-1} + b_3) (1 \pm \Delta_2) \quad (29)$$

В формулі (29) для ПБ $a_3 = -22,4$; $b_3 = 2,2$; $\Delta_2 = 0,3$, а для ПС $a_3 = -12$; $b_3 = 1,2$; $\Delta_2 = 0,4$.

Потужність енергетичної установки (кВт) суден, що розглядаються, можна визначити за формулою

$$N = (0,147 \pm 0,044) \cdot L^{1,5} \cdot B \cdot d. \quad (30)$$

Оскільки для ПС характерні значення числа F_t по довжині лежать в діапазоні $(0,26 \pm 0,07)$, довжина корелюється зі швидкістю залежністю

$$L = (0,23 \pm 0,07) v^2, \quad (31)$$

що дозволяє від виразу (30) перейти до більш фізичної формули для N_e [16]

$$N_e = (0,074 \pm 0,029) \cdot L \cdot B \cdot d \cdot v.. \quad (32)$$

Коефіцієнт загальної повноти ПС $v_j t$, може бути визначений як:

$$C_b = 0,556 \pm 0,055. \quad (33)$$

Використання формул (25)-(29) дає можливість визначити головні розміри і приступити до побудови ескізу загального розташування.

Довжина МВ може бути визначена по формулі

$$l_{MB} = (a_4 \pm 0,055) \cdot N_e^{1/3}, \quad (34)$$

де $a_4 = 1,5$ – для суден з дизель-редукторною одновальною ЕУ; $a_4 = 1,38$ – з реверсивною дизельною ЕУ і прямою передачею на гвинт; $a_4 = 1,27$ – з двох-агрегатною ЕУ при одному редукторі на один гвинт; $a_4 = 1,16$ – для дизель-електричних багато-агрегатних ЕУ [16].

Разом з прорисовкою загального розташування можна визначати об'ємну водотоннажність V і перевірити її відповідність навантаженню мас. При розрахунку складових навантаження можна скористатися даними роботи [17] і в подальшому провести уточнені розрахунки.

На етапі проектного аналізу, коли вже відомі водотоннажність і потужність, для уточнення довжини судна і наступного коригування інших головних розмірів в роботі [16] рекомендуються наступні залежності:

$$L = (2,03 \pm 0,15) \cdot v^{1/3} \cdot V_{пор}^{1/3}; \quad (35)$$

$$B = (1,01 \pm 0,06) \cdot V_{пор}^{1/3}; \quad (36)$$

$$d = (0,45 \pm 0,04) \cdot \left(\frac{V_{пор}}{v} \right)^{1/3} \cdot C_b^{-1}; \quad (37)$$

$$D = (1,55 \pm 0,13) \cdot d, \quad (38)$$

де L – довжина між перпендикулярами; B – ширина; d – середня осадка; D – висота борту на міделі.

На цьому етапі при уточненні характеристик ПС необхідно враховувати обмеження по умовам побудови та експлуатації на довжину осадку, габаритну висоту тощо, остійності при роботі на висоті десятків метрів від КВЛ лафетних стволів.

В роботі [17] наводиться найбільш повний і обґрунтований алгоритм вибору головних елементів і характеристик РС і ПС на початковому етапі проектування.

Одним з основних питань, яке необхідно вирішувати на даному етапі, є оцінка можливості забезпечення мінімальної водотоннажності порожнем і раціональної остійності. Оскільки дедвейт для цих суден є нестабільним і складає незначну частину в водотоннажності, рівняння навантаження мас, що складають водотоннажність порожнем Δ_0 , вирішується у вигляді [17]

$$\Delta_0 = a \cdot \Delta_0 + b \cdot \Delta_0^{2/3} + P, \quad (39)$$

при цьому

$$a = a_{ГК} + a_{СП} + a_{ОК} + a_{ПС} + a_{ЕЗ} + \Delta a; \quad (40)$$

$$b = a_c + v^3 / C \cdot a_N; \quad (41)$$

$$P = P_{ПН} + P_{Д}. \quad (42)$$

В формулах (39) – (42) наведені позначення: $a_{ГК}$, $a_{СП}$, $a_{ОК}$, $a_{ПС}$, $a_{ЕЗ}$, a_c , a_N , – вимірники маси відповідно голого корпусу, суднових пристроїв, обладнання корпусу, протипожежних систем; електрообладнання і зв'язку, суднових систем, енергетичної установки; Δa – сумарний вимірник мас твердого баласту, запасу водотоннажності, рідких вантажів, постачання та іншого неврахованого; C – адміралтейський коефіцієнт; v – швидкість вуз; $P_{ПН}$ – маса пожежних насосів, т; $P_{Д}$ – маса додаткового обладнання, яке може встановлюватися на ПС (вантажні крани, буксирні пристрої тощо). При цьому $a_{ПС}$ і $P_{Д}$ враховуються тільки для ПС.

Значення вимірників в формулах (39) і (42) наведені в табл. 2.4 [17].

Точність даних по вимірниках табл. складає $\pm 7-9\%$. При визначенні коефіцієнта C по формулі (3) можна прийняти $C = 150 \pm 15$.

Таблиця 2.4.

Судно	Вимірник						
	$a_{ГК}$	$a_{СП}$	$a_{ОК}$	$a_{ПС}$	$a_{ЕЗ}$	Δa	a_c
Пожежне	0,547	0,076	0,015	0,042	0,070	0,197	0,734
Рятувальне		0,114		—		0,239	

Для визначення повної водотоннажності Δ використовується рівняння

$$\Delta = \Delta_0 + \frac{R \cdot v^2}{C} q_{\Pi} + P_{ек} + P_{вр} \quad (43)$$

де R – дальність плавання, милі; q_{Π} – питомі витрати пального і мастила, т/кВт·год; $P_{ек}$ – маса екіпажу з водою і провізією, т (див. комплектацію екіпажу в п.2.2); $P_{вр}$ – маса вогнегасних речовин, т.

Чисельність екіпажу для РС може відповідати залежності

$$n_{ек} = (1,02 \pm 0,12) \Delta_0^{1/2} \quad (44)$$

Запас вогнегасних речовин (піноутворювача, порошку, хладону тощо) визначається залежністю

$$P_{вр} = a_{вр} \cdot \Delta_0, \quad (45)$$

де $a_{вр} = (1 \pm 0,11) \cdot (0,048 - 10^{-5} \cdot \Delta_0)$ – для ПС;

$a_{вр} = (0,63 \pm 0,07) \cdot (0,048 - 10^{-5} \cdot \Delta_0)$ – для РС.

У другому наближенні при уточненні масу порожнем потрібно визначати у функції головних розмірів, при цьому їх значення можуть бути визначені по залежностях (39) – (42).

Коефіцієнт загальної повноти визначається за умови

$$C_b = \frac{\Delta}{LBd}. \quad (46)$$

При цьому для суден, що розглядаються, значення C_b змінюються в інтервалі $0,56 \pm 0,06$.

При оцінці початкової остійності по залежності

$$h = \rho + z_c - z_g \quad (47)$$

поперечний метацентричний радіус ρ визначається по звичайним рекомендаціям [1], а для z_c і z_g отримані залежності [17]

$$z_c = (0,57 \pm 0,05) \cdot d; \quad (48)$$

$$z_g = (0,88 \pm 0,07) \cdot D, \quad (49)$$

де h – поперечна метацентрична висота; z_c і z_g абсциси центра величини і центра мас відповідно.

Розглянуті залежності дозволяють уточнити ті характеристики пожежних і РС, які відрізняються від відповідних характеристик звичайних морських суден.

Завершальна довжина і відповідно інші головні розміри повинні встановлюватися тільки за результатами попереднього опрацювання загального розташування зі всіма судовими приміщеннями, МВ, приміщеннями для запасів, баласту тощо.

2.5 Конструктивний диферент

Для створення оптимального гвинто-рульового комплексу необхідно в залежності від діаметра гребного гвинта встановити осадку кормою d_k . Діаметр гвинта повинен бути не більше $0,7d_k$. З метою орієнтовного визначення осадки d_k можна скористатися емпіричною залежністю [8]

$$d_k = 16 \frac{N_e^{0,2}}{n^{0,6}}, \quad (50)$$

де N_e – номінальна потужність головного двигуна, к. с.;

n – частота обертання гребного гвинта, об/хв.

-Не менш важливою осадка кормою є для підвищення маневрених якостей – керованості на вільному ході, в режимі буксирування і особливо для керованості на задньому ході. Тому судна класів, що розглядаються, часто проектують з *конструктивним диферентом*.

Такий спосіб не приймається для транспортних, пасажирських та їм подібних суден. Він є специфічним головним чином для буксирів, суден рятувального і пожежного класів.

Судно заздалегідь проектується з постійним диферентом на корму, тобто лінія кіля складає визначений кут з основної лінією судна. У даному випадку середню осадку на міделі приймають рівною розрахунковій, а осадки носом T_n і кормою T_k – відповідно менше і більше середньої осадки. Крім того, конструктивний диферент дозволяє змістити до корми від МШ положення ЦВ по довжині, що позитивно впливає на керованість судна.

Практикою проектування рятувних і пожежних суден опрацьовані рекомендації по величині конструктивного диференту. В англійській практиці, наприклад, конструктивний диферент $\Delta_k = T_k - T_n$ повинен вибиратися в середньому як 0,02 – 0,04 від розрахункової довжини судна L .

Величина конструктивного диференту суттєво змінюється зі зміною довжини судна. На рис.2.14 приведена статистична залежність відношення Δ_k/L від L [8]. Вона показує, що конструктивний диферент відносно зменшується зі збільшенням довжини судна L .

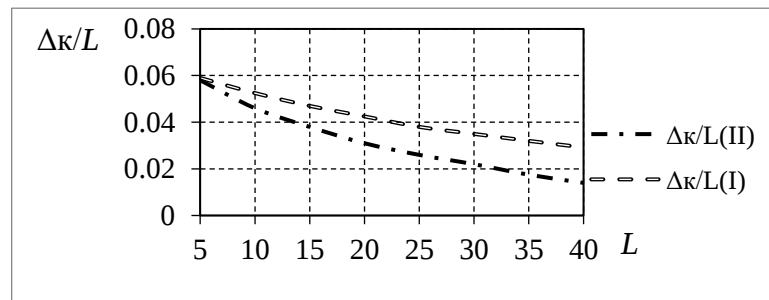


Рис. 2.14 Зміна конструктивного диференту Δ_k в залежності від довжини судна.
(I) – портові судна; (II) – морські судна.

Отримані апроксимацією аналітичні залежності диференту портових і морських суден:

$$\Delta_k/L_{(I)} = 2E-05 \cdot L^2 - 0,0016 \cdot L + 0,0673; \quad (51)$$

$$\Delta_k/L_{(II)} = 3E-05 \cdot L^2 - 0,0023 \cdot L + 0,068. \quad (52)$$

Величини конструктивного диференту у суден портового призначення більше, ніж у суден морського плавання, що пояснюється необхідністю придання портовим суднам підвищених маневрених якостей для роботи в обмежених акваторіях. У суден більших розмірів (наприклад, у океанських рятувників) крива II буде асимптотично наближатися до нуля.

2.6 Характеристики складових навантаження мас.

Найбільш важливою частиною проектування, яка визначає такі гарантійні характеристики судна як водотоннажність, осадка тощо, є розрахунок навантаження мас.

Детальний розрахунок усіх складових навантаження виконують у відповідності з типовим розбиттям по розділах і групам в стадії розробки технічного проекту, коли може бути проведений повний набір корпусу по Правилам Регістру, відома повна номенклатура механізмів і обладнання силової установки, палубних механізмів, навігаційного обладнання тощо.

В п. 2.4 наведено розрахунок досить наближеного навантаження на початковому етапі вибору основних елементів і характеристик судна. На наступній стадії перед-ескізного проектування, коли зазначені вище подробиці невідомі, навантаження, тим не менш, повинно бути визначене з можливо більшою точністю. Найбільш доцільно у даному випадку використання близьких прототипів, якщо вони доступні.

Нижче наводиться обґрунтування статистичних даних та літературних даних по масових характеристиках і положення центра мас (ЦМ) вітчизняних і зарубіжних побудованих суден класів, що розглядаються [8].

Розглядалися наступні укрупнені групи розбивки навантаження мас:

- водотоннажність судна з повними запасами (Δ);
- маса судна порожнем (Δ_n);
- маса корпусу судна, включаючи надбудови, рубки, фундаменти, неметалічні частини корпусу, пофарбування, ізоляцію, покриття, цементування (P_k);
- маса обладнання корпусу, включаючи обладнання і обробку приміщень, суднові пристрої (з палубними механізмами), суднові системи (P_o);
- маса корпусу з обладнанням ($P_{ko} = P_k + P_o$);
- маса механічного обладнання, включаючи ЕУ, її трубопроводи, рушії, електрообладнання, автоматику, радіобладнання (P_m);

– маса суднового спорядження (P_c).

Масові характеристики. Як зазначалось вище, для суден, що розглядаються, вихідним параметром проектування є задана або потрібна потужність ЕУ. Для цього доцільно розглядати відповідні існуючі залежності між номінальною потужністю ЕУ і водотоннажністю суден, відношенням

$$K_N = \frac{\Delta}{N_e}. \quad (53)$$

На рис. 2.15 наведені графічні залежності Δ/N_e , побудовані по даних вітчизняних рятівних і пожежних буксирів зарубіжних суден [8]. Аналізуючи середні криві цього графіка, можна прийти до висновку, що відношення Δ/N_e для вітчизняних рятівних буксирів (крива I) знаходиться у межах 0,25-0,60 і зростає зі збільшенням потужності ЕУ. Для аналогічних суден зарубіжної побудови (крива III) це відношення складає 0,25-0,45, незначно зростає в діапазоні середніх потужностей і зменшується для рятівників великої потужності.

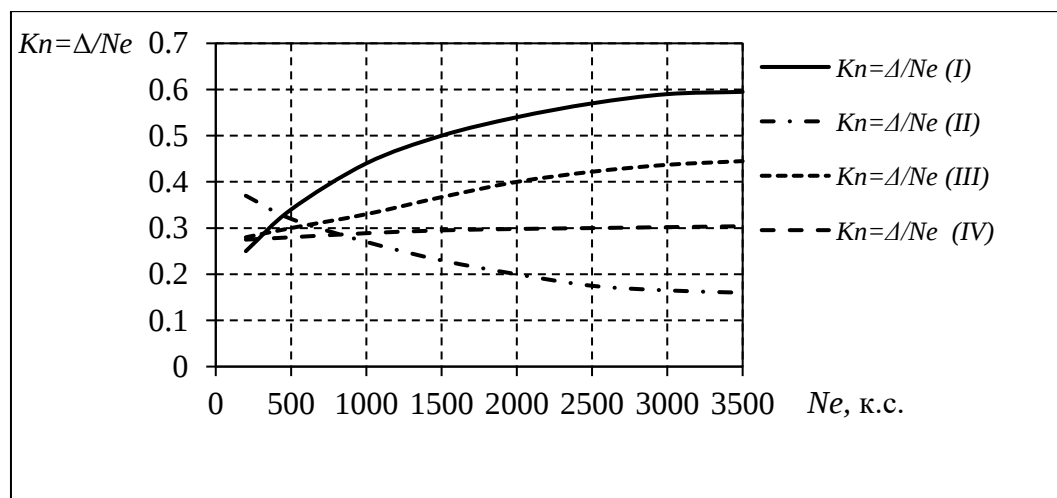


Рис.2.15 Залежність водотоннажності рятівних і пожежних буксирів від потужності їх ЕУ

(I) – рятівні буксири вітчизняної побудови; (II) – пожежні буксири вітчизняної побудови; (III) – рятівні судна і буксири зарубіжної побудови; (IV) – пожежні судна і буксири зарубіжної побудови.

Аналітичні залежності, отримані для суден, що розглядаються:

$$\Delta/N_{e(I)} = 0,0457 N_e^{0,3237}; \quad (54)$$

$$\Delta/N_{e(II)} = 2E-08 N_e^2 - 0,0001 N_e + 0,377; \quad (55)$$

$$\Delta/N_{e(III)} = 0,0965 N_e^{0,184}; \quad (56)$$

$$\Delta/N_{e(IV)} = 0,2152 N_e^{0,0426}. \quad (57)$$

Дещо інші особливості відмічаються на рис. 2.15 для суден пожежного класу. Відповідно кривій для пожежних суден вітчизняної побудови значення K_N складають 0,16-0,31 і зменшуються з ростом потужності установок. У пожежних буксирів зарубіжної побудови (крива IV) значення K_N стабільне і дорівнює близько 0,3. Це пояснюється тим, що вітчизняні портові пожежні буксири експлуатуються змінними екіпажами, що дозволяє не передбачати низки приміщень (житлових, санітарних, господарчих) і тим самим зменшити розміри і водотоннажність суден [8].

Використовуючи отримане у першому наближенні значення Δ по наведених середніх значеннях K_N , можна визначити водотоннажність судна порожнем Δ_{Π} з відношення

$$K_{\Delta} = \frac{\Delta_{\Pi}}{\Delta}. \quad (58)$$

Обробка даних по великій кількості побудованих суден показує, що значення коефіцієнта K_{Δ} змінюються в межах 0,70÷0,85, причому верхня межа відповідає суднам з малою потужністю ЕУ, а нижня – суднам великої потужності (в діапазоні 300 – 9000 к. с.) [8].

Для визначення маси корпусу з обладнанням можна скористатися емпіричної формулою Колдуелла [8]

$$P_{\text{ко}} = 15 \cdot (0,01L \cdot (0,9B + 2D)) + 5,2 \cdot (0,01L \cdot (0,9B + 2D))^2, \quad (59)$$

де L, B, D – відповідно довжина між перпендикулярами, ширина і висота борту судна в метрах.

Співвідношення і величини складових масових модулів рятувальних і пожежних суден вітчизняної побудови наведені в табл.2.5. Порівняння цих статистичних даних з різноманітними літературними джерелами дозволяє встановити наступні межі масових модулів для проектування суден рятувального і пожежного класів [8].

Модуль маси корпусу p_k (кг/LBD):

для пожежних катерів	130 – 140
для суден пожежного класу	135 – 145
для суден рятувального класу	140 – 150

Таблиця 2.5. Масові модулі

Характеристики судна	Льодовий клас	LBD	Модуль маси, кг/м ³				
			Δ_{Π}/LBD	P_{κ}/LBD	P_{σ}/LBD	P_{μ}/LBD	P_{ζ}/LBD
I. Буксири з рятівним спорядженням							
Прибережного плавання $N_e = 800$ к.с.	Л	1180	319	172	46	97	4
Морський $N_e = 1200$ к.с.	Л	1200	310	167	42	94	7
Морський $N_e = 1200$ к.с.	Л	1620	284	159	43	75	7
Морський $N_e = 1200$ к.с.	УЛ	1980	277	173	40	58	6
Морський $N_e = 1500$ к.с.	УЛ	2370	267	134	50	75	8
Морський $N_e = 1500$ к.с.	УЛ	2880	283	151	44	79	9
Морський $N_e = 1800$ к.с.	УЛ	3030	279	164	37	70	8
I. Буксири з протипожежним спорядженням							
Катер $N_e = 150$ к.с.	Л	101	257	156	35	57	9
Портовий $N_e = 600$ к.с.	—	637	244	137	35	72	—
Портовий $N_e = 600$ к.с.	УЛ	648	251	139	32	74	6
Портовий $N_e = 600$ к.с.(з крильчастими рушіями)	Л	482	303	165	33	100	5
Портовий $N_e = 1200$ к.с.	УЛ	953	283	159	43	75	6
Портовий $N_e = 2300$ к.с.	Л	1220	270	141	44	80	5

Якщо судна проектується на льодовий клас, вказані значення повинні бути збільшені на 4-5%, а для суден підсиленого льодового класу – 9-10%

Модуль маси корпусу з обладнанням p_{κ} (кг/LBD):

для пожежних катерів 160 – 170

для суден пожежного класу 170 – 185

для суден рятівного класу 190 – 200

Для суден льодових класів і підсилених льодових класів ці значення слід збільшувати відповідно на 3 та 7%.

Виходячи з аналізу навантажень мас в [8] виведені також залежності.

Маса корпусу з обладнанням і спорядженням $P_{\kappa} + P_{\zeta}$ в % від водотоннажності порожнем Δ_{Π} дорівнює:

для пожежних катерів 75 – 80

для суден пожежного класу 65 – 70

для суден рятівного класу 70 – 75

Маса корпусу P_{κ} в % від маси корпусу з обладнанням P_{κ} дорівнює:

для пожежних катерів 75 – 80

для суден пожежного класу 73 – 78

для суден рятувального класу 70 – 75

Маса обладнання і спорядження ($P_o + P_c$) в % від маси корпусу з обладнанням для зазначених класів відповідно дорівнює: 20-25, 22-27 і 25-30.

При визначенні орієнтовної потреби в матеріалах для фондкових заявок на побудову суден можна наближено вважати, що маса сталі в корпусі в % від маси корпусу P_k складає

для пожежних катерів	80
для суден пожежного класу	75
для суден рятувального класу	70

Маса литих і кованих виробів, які входять до складу корпусу суден класів, що розглядаються, дорівнює біля 10% від P_k ; маса неметалічних матеріалів на обробку, покриття, ізоляцію, пофарбування, – відповідно від 10 до 20%.

Маса механічної установки P_m при цьому складає в % від водотоннажності порожнем Δ_n :

для пожежних катерів	20 – 25
для суден пожежного класу	30 – 35
для суден рятувального класу	25 – 30

Модуль маси механічного обладнання p_m для попередніх розрахунків може прийматися рівним:

при прямій передачі на гребний гвинт з частотою обертання 100-200 об/хв – від 160 до 190 кг/к. с.;

те ж при частоті обертання гребного валу 200-400 об/хв – від 100 до 140 кг/к. с.;

при встановленні середньо-обертових дизелів з редуктором і з частотою обертання на вал 100-200 об/хв – від 80 до 150 кг/к. с.;

те ж при частоті обертання гребного валу 200-400 об/хв – від 70 до 120 кг/к. с.;

при встановленні високо-обертових дизелів з редуктором і з частотою обертання на вал 100-200 об/хв – від 40 до 80 кг/к. с.

Ці дані задовільно узгоджуються з масовими характеристиками, наведеними в табл. 2.5 [8].

Велике значення для маси ЕУ має конкретний тип прийнятого головного двигуна, ступінь насиченості допоміжними механізмами, обсяг автоматизації

тощо. Тому навіть в стадії попереднього проектування дуже бажано мати більш точне знання хоч би основних складових мас ЕУ.

Якщо головний (головні) двигун вибраний і його маса відома, то більш точне значення маси ЕУ може бути отримане за допомогою рис.2.16, де наведено абсолютне значення допоміжного обладнання МВ $P_{\text{омв}}$ в залежності від потужності головних двигунів N_e .

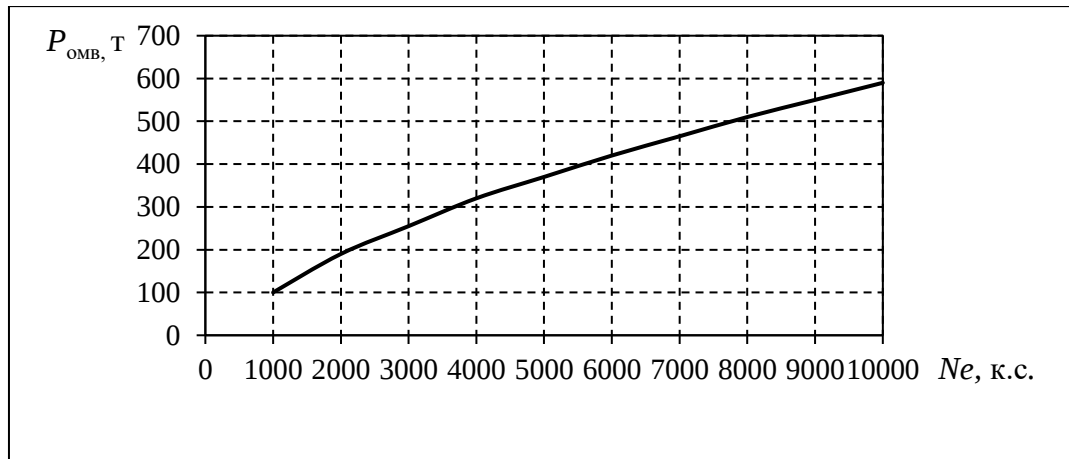


Рис. 2.16. Маса допоміжного обладнання МВ $P_{\text{омв}}$ без маси головних двигунів і редукторів (для дизель-електричних установок – з гребними моторами, але без генераторів).

Отриманий аналітичний вираз кривої на рис.2.16:

$$P_{\text{омв}} = 0,5834 N_e^{0,7552}. \quad (60)$$

2.7 Положення центра маси судна.

Після попередньої розробки схеми відсіків і підрахунку в першому наближенні укрупнених масових даних знаходиться положення центра маси (ЦМ) судна по довжині, оскільки стає визначеним по довжині основних складових навантаження мас (енергетичної установки, приміщень, цистерн для запасів пального, води тощо). Для найбільшої складової навантаження мас – маси корпусу P_k – можна встановити закономірність зміни абсциси ЦМ, враховуючи, що класи суден, що розглядаються, як правило, мають надбудови та рубки, розташовані до носа від МШ. На рис. 2.16 наводиться осереднена крива абсциси ЦМ корпусу x_k від довжини судна L , побудована по даним низки суден рятівного і пожежного класів [8], яка може використовуватися для визначення x_k на початкових стадіях проектування.

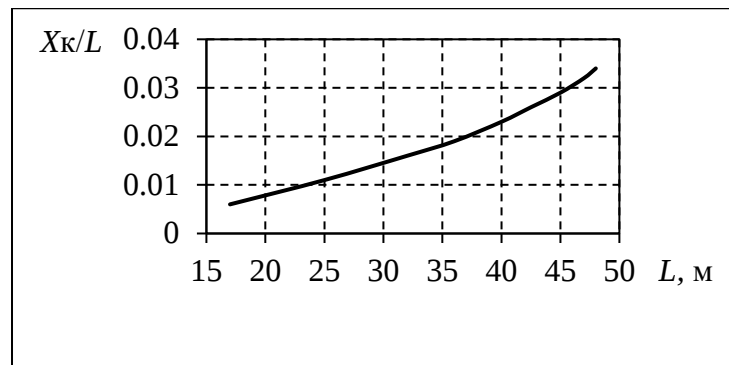


Рис. 2.16. Залежність положення ЦМ корпусу x_k від довжини судна.

Отримана аналітична залежність для положення ЦМ корпусу x_k від довжини судна:

$$x_k/L = 5E-05 \cdot L^{1,6456}. \quad (61)$$

В роботі [8] відмічається, що положення ЦМ по довжині суден, що розглядаються, є досить близьким до МШ, причому величина абсциси x_g коливається в межах $\pm 0,3 \div 3,0\%$ від довжини судна L . Зарубіжні проектувальники рекомендують розташовувати x_g на відстані 0,1-0,4 м до носа від МШ, що для суден довжиною від 10 до 30 м складає відповідно 1-1,5% від L .

Положення ЦМ судна по висоті суттєво залежить від архітектури судна: розмірів надбудов і рубок, наявності півбака. Внаслідок встановлення сучасного радіонавігаційного і локаційного обладнання, що розміщується в рубках і на верхніх містках суден, на суднах останніх років побудови має місце відносне збільшення аплікат ЦМ.

Дані про положення ЦМ по висоті для вітчизняних рятівних і пожежних буксирів наводяться в табл.2.6, з якої видно, що апліката ЦМ z_g для рятівних буксирів порожнем складає $(0,8-0,93) \cdot D$ і $(0,73-0,85) \cdot D$ – для суден з повними запасами [8].

Середнє значення для суден порожнем $z_g = 0,87 \cdot D$, а при повних запасах $z_g = 0,80 \cdot D$. Для пожежних буксирів відповідно: у стані порожнем $z_g = (0,68-0,80) \cdot D$ і $z_{gcp} = 0,75 \cdot D$, а при повних запасах $z_g = (0,68-0,76) \cdot D$ і $z_{gcp} = 0,70 \cdot D$, за виключенням катерів з малою осадкою, у яких z_g підвищується до $(0,82-0,84) \cdot D$ [8].

Таблиця 2.6. Положення ЦМ судна по висоті

Характеристика судна	Висота борту, D , м	Положення ЦМ по висоті від основної лінії			
		порожнем		з повними запасами	
		м	в частках D	м	в частках D
І. Буксири з рятівним спорядженням					
Прибережного плавання $N_e = 800$ к.с.	3,5	2,84	0,81	2,56	0,73
Морський $N_e = 1200$ к.с.	3,5	2,92	0,84	2,63	0,75
Морський $N_e = 1200$ к.с.	4,4	4,11	0,93	3,75	0,85
Морський $N_e = 1200$ к.с.	5,0	4,38	0,88	3,86	0,77
Морський $N_e = 1500$ к.с.	6,0	5,08	0,85	4,7	0,79
Морський $N_e = 1500$ к.с.	5,5	4,48	0,82	4,01	0,73
Морський $N_e = 1800$ к.с.	5,8	4,91	0,85	4,25	0,74
І. Буксири з протипожежним спорядженням					
Катер $N_e = 150$ к.с.	1,9	1,59	0,84	1,55	0,82
Портовий $N_e = 600$ к.с.	3,5	2,78	0,80	—	—
Портовий $N_e = 600$ к.с.	3,8	2,96	0,78	2,88	0,76
Портовий $N_e = 600$ к.с.(з крильчастими рушіями)	2,9	2,09	0,72	2,08	0,71
Портовий $N_e = 1200$ к.с.	4,3	3,08	0,72	2,9	0,68
Портовий $N_e = 2300$ к.с.	4,5	3,06	0,68	—	—

Наведені величини z_g необхідно в кожному конкретному випадку оцінювати в залежності від прийнятих архітектурно-конструктивних форм судна, що проектується. В практиці зарубіжного суднобудування для рятівних і пожежних суден рекомендуються наступні значення z_g :

для портових пожежних буксирів	$0,80 \cdot D$
для морських буксирів - рятівників	$0,85 \cdot D$
для океанських рятівників	$0,90 \cdot D$

По зарубіжним даним для буксирних суден у стані порожнем $z_g = (0,65 \div 0,75) \cdot D$, а по іншим даним $z_g = (0,70 \div 0,80) \cdot D$. Ці дані свідчать, що вони є близькими до статистичних результатів вітчизняних суден з табл.2.6.

Вибравши зазначені вище значення z_g , слід мати на увазі, що в процесі подальшого проектування аплікату ЦМ повинна бути уточнена.

2.8 Розробка схеми відсіків і диферентування

Вибір головних розмірів з урахуванням оптимальних відношень L , B , D , d повинен бути завжди доповнений перевіркою можливості розміщення на судах з попередньо визначеними розмірами усіх необхідних судових приміщень.

На початковому етапі проектування детальне загальне розташування не розглядається, а виконується так звана схема відсіків, в якій за визначеними критеріями назначають необхідні площі і об'єми усіх основних приміщень судна. З питанням створення схеми відсіків для суден, що розглядаються, тісно пов'язане також питання про їх удиферентування.

Необхідність правильного удиферентування диктується насамперед намаганням отримати близького до оптимального гвинто - рульового комплексу, що забезпечує судну високі пропульсивні і тягові характеристики. Так, судна рятівного і пожежного класів мають порівняно обмежену осадку і в той же час ЕУ значної потужності. Навіть використання як головних двигунів середньо- і високо-обертових дизелів з порівняно високою частотою обертання (з використанням понижуючих редукторів) для того, щоб діаметри гребних гвинтів були оптимальними, необхідно, як правило, збільшувати осадку суден кормою. Винятком можуть бути крупні рятівні судна або судна з прямою передачею від двигуна на гребний гвинт при великій частоті обертання гребного валу.

Незалежно від того, проектується рятівне і пожежне судно з конструктивним диферентом, або без нього, важливо щоб осадка судна кормою в процесі експлуатації залишалась незмінною. Це забезпечує стабільне занурення гребного гвинта при збереженні тягових і пропульсивних характеристик і гарантує необхідну керованість на передньому і задньому ході.

Судна, що розглядаються, на відміну від транспортних суден мають невеликий дедвейт, а його зміна в процесі експлуатації визначається лише витратами пального, води і провізії. Тому загальна величина зміни осадки судна з повним навантаженням від осадки судна порожнем порівняно невелика. Вона залежить від автономності плавання, при збільшенні якої ростуть запаси па-

льного, мастила, води для забезпечення загально-суднових потреб і потреб екіпажу.

Другою задачею раціонального проектування схеми відсіків судна, окрім згаданої вище перевірки розміщення приміщень, є такий розподіл суднових об'ємів і ємностей, який дозволить зберегти постійну осадку кормою в процесі витрати суднових запасів. Ці обставини диктують забезпечення рятівних і пожежних суден відсіками для баластної води, прийом і відкачування якої, при достатній кількості і розташуванні, забезпечує необхідні операції щодо зміни осадки і диференту суден в процесі експлуатації. Тому розміщення баластної води також є однією з задач, що вирішуються за допомогою схеми відсіків.

Після попереднього визначення головних розмірів рятівних і пожежних суден розробка схем відсіків, як правило, починається з встановлення положення місця і розмірів МВ.

У випадках, коли головні двигуни задані або вибрані в процесі попередньої проробки, необхідні розміри визначаються просто. Як правило, на судах, що розглядаються, в районі ЕУ для розміщення обладнання використовується вся ширина судна, тому знаходиться лише довжина МВ. Знаючи довжину головного двигуна, редукторної передачі, підпірного підшипника, можна встановити довжину МВ з урахуванням достатньої відстані між підшипником і кормовою перебіркою, а також носовою кромкою головного двигуна і носовою перебіркою МВ. Однак частіше цей шлях може використаний лише на подальших стадіях проектування, а на початковій стадії як правило відома лише потрібна потужність ЕУ.

Для орієнтовного визначення довжини МВ $l_{\text{МВ}}$ бути використані криві на рис. 2.17, які отримані по результатам статистичного аналізу і добре узгоджуються з даними по зарубіжних судах [8].

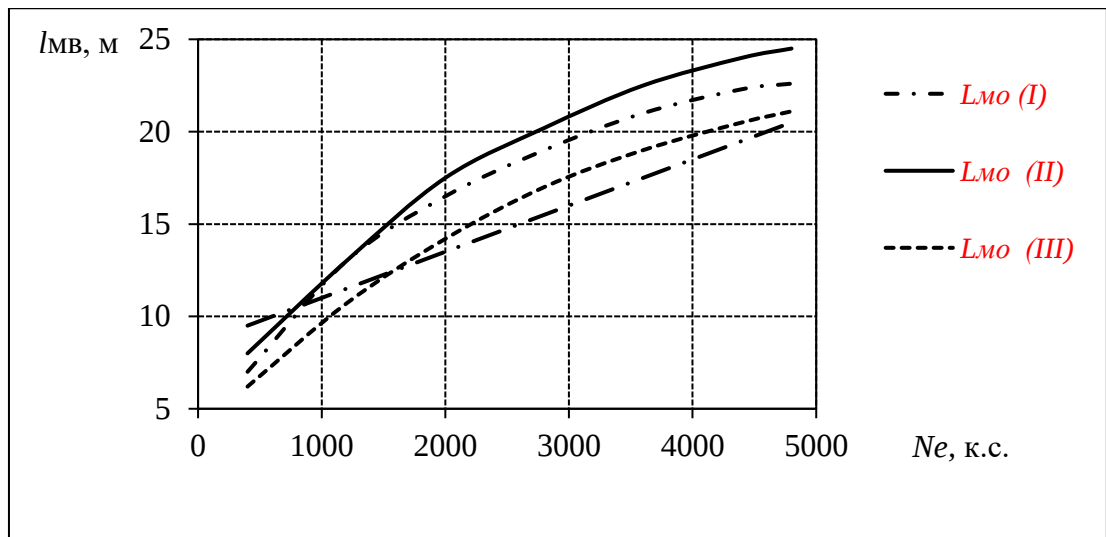


Рис 2.17. Залежність довжини l_{MB} від типу і потужності N_e

(I) – дизельна реверсивна з прямою передачею на гребний гвинт; (II) – дизель-редукторна одновальна; (III) – дизель-редукторна з двома двигунами і здвоєним редуктором на один гвинт; (IV) – дизель-електрична (сумарна довжина відділення дизель-генераторів і відділення гребних електродвигунів).

Отримані аналітичні залежності довжини МВ мають вигляд:

$$l_{MB(I)} = 6,3696 \cdot \ln(N_e) - 31,565; \quad (62)$$

$$l_{MB(II)} = 0,4802 \cdot N_e^{0,4692}; \quad (63)$$

$$l_{MB(III)} = 7,1566 \cdot \ln(N_e) - 39,639; \quad (64)$$

$$l_{MB(IV)} = 0,0025 N_e + 8,5. \quad (65)$$

Крива I рис. 2.17 може бути рекомендована для вибору довжини МВ дизельних ЕУ з реверсивними дизелями і прямою передачею потужності на гребний гвинт. При використанні нереверсивних дизелів з реверс-редукторами слід використовувати криву II – у випадку одного дизеля і кривою III – для двох дизелів з одним редуктором на один гребний гвинт. Довжина МВ дизель-електричних ЕУ знаходиться за допомогою кривої IV (сумарна довжина відділення дизель-генераторів і відділення гребних електродвигунів).

Розташування МВ по довжині суттєво впливає не тільки на удиферентування, але і на компоновку загального розташування судна. Тому при визначенні місця розташування МВ слід враховувати:

– достатність повноти обводів корпусу для розміщення механізмів і обладнання, а також зручність прокладання лінії гребного валу з урахуванням допустимих схилів і можливості розташування опорних і підпирного підшипників. У двох-вальних суден зазначені фактори приводять до зміщення МВ до МШ. Але загальною тенденцією є призначення якомога меншої довжини валопроводу;

- зручність розміщення і прокладання газовихлопних каналів головного і допоміжних двигунів і котлів з урахуванням місця розташування димової труби;
- можливість агрегатної заміни головних і основних допоміжних двигунів (можливість зручного завантаження і вивантаження з МВ механічного обладнання);
- вплив об'єму і місця розташування МВ на непотоплюваність судна; у рятувальних і пожежних суден, оскільки вони мають МВ значної довжини порівняно із загальною довжиною судна і низькою палубою, а також кормовим розташуванням МВ, значно утруднюється виконання вимог до непотоплюваності при його затопленні.

Таранна перебірка (перебірка форпіку) у відповідності з Правилами Регістру [20] повинна розташовуватися на відстані не менше ніж $0,05 \cdot L$ від кромки форштевня на рівні літньої вантажної ватерлінії судна. Але для суден, що розглядаються, характерними є малі значення коефіцієнтів загальної повноти ($C_b \leq 0,65$) вказана відстань звичайно недостатня для отримання ефективного у відношенні удиферентування баластного відсіку. Тому таранні перебірки розташовують на відстані $(0,07 \div 0,10) \cdot L$ від носового перпендикуляра, що не має протиріччя про максимально допустимій відстані до перебірки форпіка, рівному $0,05 \cdot L + 3$ м. Останнє обмеження, очевидно, має місце лише для суден довжиною більше 60 м.

Довжина ахтерпіка не регламентується Правилами і залежить від конструкції кормової кінцевості судна і дейдвудного пристрою. На практиці перебірку ахтерпіка розташовують на відстані біля $0,07 \cdot L$.

При розташуванні МВ в середній частині судна наявність двох пікових перебірок і двох машинних перебірок повністю задовольняють вимогам Правил Регістру, по яким судна довжиною 60-80 м повинні мати не менше чотирьох поперечних водонепроникних перебірок. Для суден меншої довжини Правила не регламентують число головних перебірок, однак на всіх рятувальних і пожежних суд-

нах, за виключенням пожежних катерів, буває не менше чотирьох перебірок. У суден з подовженим баком таранна перебірка повинна доводитися до півбака.

При розробці схеми відсіків слід слідувати деяким загальним рекомендаціям по розташуванню цистерн для пального, водяних і баластних цистерн. Оптимальний випадок розташування цистерн для пального – розміщення їх поблизу МШ, що дозволяє незмінне диферентування при витраті пального в процесі експлуатації. Як видно зі схем на рис.2.18 і рис.2.19, незмінність диферентування досягається за допомогою декількох таких цистерн, симетричних відносно МШ.

Фор- і ахтерпіки звичайно використовують для водяного баласту як і частину відсіків подвійного днища. Загальна кількість водяного баласту залежить від водотоннажності судна і параметрів диферентування. Практика суднобудування підтверджує, що маса водяного баласту може складати до 10% від водотоннажності судна.

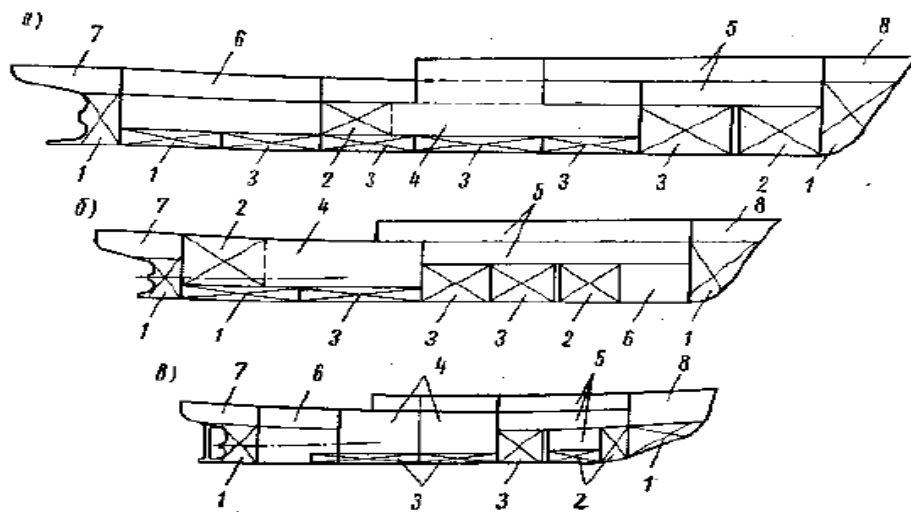


Рис. 2.18. Схеми відсіків рятувальних суден: а – рятувальне судно; б – рятувальний буксир; в – буксир з рятувальним обладнанням.

1 – цистерна для водяного баласту; 2 – цистерна для прісної води; 3 – цистерна для пального; 4 – МВ; 5 – житлові та службові приміщення; 6 – трюм; 7 – румпельне відділення; 8 – шкіперська.

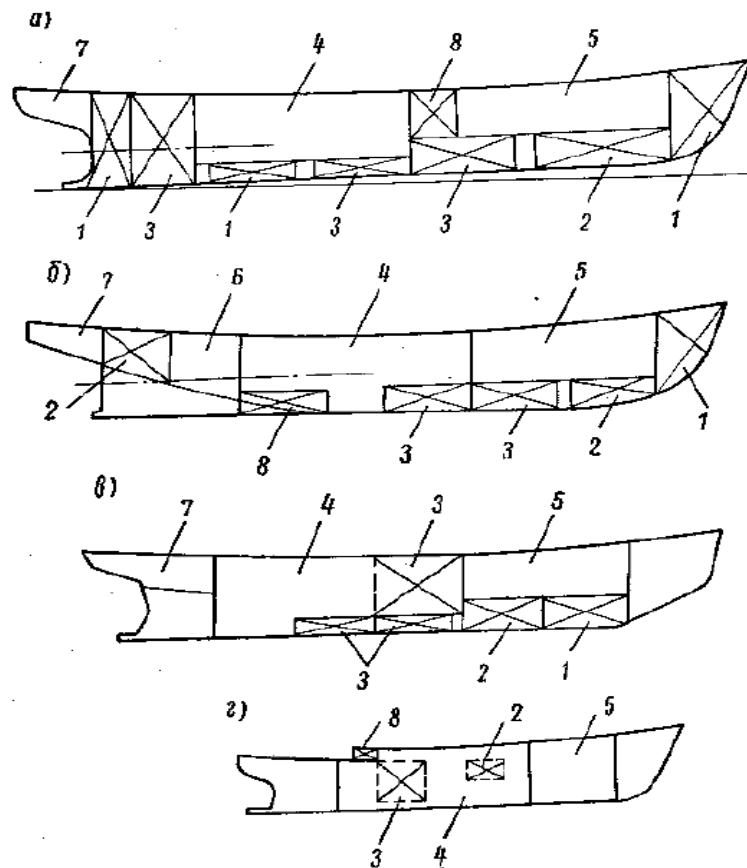


Рис. 2.19. Схеми відсіків пожежних суден: а – пожежне судно; б – пожежний буксир; в – портовий буксир з протипожежним обладнанням; г – пожежний катер.

1 – цистерна для водяного баласту; 2 – цистерна для прісної води; 3 – цистерна для пального; 4 – МВ; 5 – житлові та службові приміщення; 6 – трюм; 7 – румпельне відділення; 8 – цистерна для піноутворювача.

Ємності для прісної води, як правило, укладені і розташовуються або до носа від МШ з тим, щоб при витратах пального судно диферентувалося на корму, або симетрично відносно МШ.

Площі і об'єми для розміщення житлових, громадських, санітарно-гігієнічних і службових приміщень визначаються за діючими нормативними правилами. Для більшості цих приміщень використовуються рубки суден, які безпосередньо не включаються до схеми відсіків.

Контрольні питання

1. Який основний початковий параметр може бути призначений при визначенні на перших етапах головних розмірів і характеристик рятувних і пожежних суден?
2. Яким чином проводиться вибір автономності

3. Які основні швидкості експлуатації цих суден?
4. Від чого залежить кількість членів екіпажу рятувальних суден, які безпосередньо обслуговують судно?
5. Які характеристики відрізняють головні розміри, а також їх відношення всередині класів рятувальних і пожежних суден?
6. Який з критеріїв оцінки судна є найкращим?
7. Чим пояснюється необхідність обмеження осадки рятувальних суден?
8. В чому причина призначення для буксирів-рятувальників прибережного плавання малого відношення L/B ?
9. Які специфічні особливості експлуатації властиві рятувальним катерам берегових станцій, що суттєво впливають на вибір їх головних розмірів.
10. Навести характерні особливості окремих груп пожежних суден.
11. Чим пояснюється різниця по співвідношенням головних розмірів портових пожежних суден і катерів від пожежних і портових буксирів?
12. Від якої характеристики спеціалізованих і комбінованих рятувальних суден їх розміри знаходяться в прямій залежності?
13. Яка залежність тяги на гаку рятувальних суден останніх років будови від потужності їх енергетичної установки?.
14. Чи можна при визначенні довжини пожежних суден виходити із загальної продуктивності пожежних насосів?
15. Описати алгоритм вибору основних елементів і характеристик пожежного судна на початкових стадіях проектування в першому наближенні.
16. Які обмеження необхідно враховувати на етапі проектного аналізу при уточненні характеристик пожежних суден?
17. Який вигляд має рівняння навантаження мас, що складають водотоннажність порожнем рятувальних і пожежних суден?
18. За результатами якого опрацювання повинні встановлюватися завершальна довжина і відповідно інші головні розміри рятувальних і пожежних суден?

19. Який з розмірів корпусу судна необхідно встановити для створення оптимального гвинто-рульового комплексу судна?
20. З якої причини рятувальні і пожежні судна проектують з конструктивним диферентом?
21. Яка найбільш важлива частина розробки проекту, що визначає такі гарантійні характеристики судна як водотоннажність, осадка тощо?
22. На які укрупнені групи проводиться розбивка навантаження мас?
23. Як встановлюється положення центра мас по довжині судна?
24. Від чого суттєво залежить положення центра мас по висоті судна?
25. Яка перевірка повинна слідувати за вибором головних розмірів?
26. Яке питання тісно пов'язане з питанням створення схеми відсіків?
27. Що слід враховувати при визначенні місця розташування машинного відділення?
28. Як встановлюються перебірки форпіку і ахтерпіку на рятувальних і пожежних суднах?
29. Як визначаються площі і об'єми для розміщення житлових, громадських, санітарно-гігієнічних і службових приміщень?

3. ФОРМА КОРПУСУ

3.1 Коефіцієнти теоретичного креслення

Значення коефіцієнтів ТК, які визначають форму корпусу РС і ПС, залежать від відносних швидкостей цих суден. Відносні швидкості різних класів суден можуть значно відрізнятися. Результати аналізу великої кількості побудованих універсальних РС і рятувальних буксирів, наведених в [8], дають можливість встановити, що хоч зміни числа Фруда суден цих класів є значними (від 0,30 до 0,40), більшість суден мають числа Fr 0,34 – 0,37.

Коефіцієнт загальної повноти C_b для РС, для яких відносні швидкості $Fr = 0,30 \div 0,40$ є характерними, можна визначати по відомій формулі Александра

$$C_b = 1,08 - 1,68 \cdot Fr. \quad (62)$$

В області наведених вище чисел Фруда при значеннях $Fr = 0,30 \div 0,33$ приводять по формулі Александера до значень коефіцієнтів загальної повноти $C_b = 0,52 \div 0,58$.

Рекомендації зарубіжних авторів про значення коефіцієнтів загальної повноти дають залежність у вигляді

$$C_b = 0,20 - 0,1066/Fr. \quad (63)$$

По формулі (63) коефіцієнти загальної повноти для наведених вище чисел Фруда приймають значення $C_b = 0,47 \div 0,56$, що краще узгоджується із статистичними даними.

Призматичний коефіцієнт C_p для зменшення опору води рухові доцільно призначати відносно малим. Так в працях зарубіжних авторів рекомендуються значення $C_p = 0,58 \div 0,60$. Менші значення C_p приводять до збільшення площі МШ і до загострення кінцевостей.

Хороші результати можна отримати для більшості РС при використанні приведеної на рис. 3.1 кривої значень призматичного коефіцієнта C_p [8].

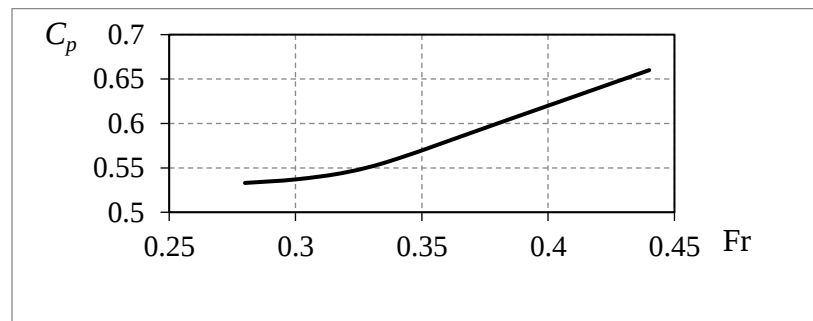


Рис 3.1. Залежність призматичного коефіцієнта C_p від числа Фруда

Отримана аналітична залежність по кривій рис.3.1 має вигляд

$$C_p = 2,9503 \cdot Fr^2 - 1,2927 \cdot Fr + 0,6605. \quad (64)$$

Значення коефіцієнта повноти площі мідель – шпангоута, рекомендовані для більшості РС, дорівнюють $C_m = 0,75 \div 0,85$.

Форма корпусу РС суттєво залежить від характерних відношень головних розмірів, таких як, наприклад, порівняно малі відношення довжини до ширини. Це в значній мірі негативно впливає на опір форми, але цей вплив можна компенсувати зменшенням призматичного коефіцієнта C_p , що при невеликих

значеннях коефіцієнта загальної повноти можна досягти збільшенням коефіцієнта C_m і загостренням кінцевостей.

Коефіцієнт повноти площі ватерлінії C_w РС достатньо точно можна визначати по відкоригованій формулі Мунро – Сміта [8]:

$$C_w = C_b + (0,20 \div 0,22). \quad (65)$$

Для забезпечення достатньої остійності значення C_w слід приймати ближче до верхньої межі.

У РС відносні швидкості внаслідок великої чисельності їх типів знаходяться в більш широких межах, ніж РС. Однак якщо дещо умовно поділити РС на дві групи суден: з помірними швидкостями ходу ($Fr = 0,28 \div 0,38$); з високими швидкостями ($Fr = 0,40 \pm 0,55$, то можна вказати загальні тенденції у виборі коефіцієнтів ТК.

РС першої групи мають коефіцієнт загальної повноти C_b , що достатньо добре узгоджується з формулою Александера (33). Для РС другої групи ця залежність не може бути використана, оскільки отримані по ній значення C_b менше 0,40 – 0,50 не зустрічаються.

Доцільно користуватися для цієї групи суден наступною залежністю [16]:

$$C_b = 0,556 \pm 0,055. \quad (66)$$

Призматичний коефіцієнт C_p у випадку великих чисел Fr вибирається більшим, оскільки менша площа МШ при цьому забезпечить менше хвилеутворення при русі. Для швидкохідних РС доцільно дещо зміщувати максимальний поперечний переріз до корми від МШ.

3.2 Форма обводів.

У зв'язку з тим, що опір води рухові рятувальних і багатьох суден пожежного класу складає лише невелику частину тяги, що забезпечується роботою гребного гвинта, співвідношення розмірів і форма обводів таких суден мають незначний вплив на швидкість буксирування та інші його функції. Але не можна не брати до уваги вибір найкращих у відношенні опору води і пропульсивних якостей форм обводів РС і ПС, оскільки швидкість вільного ходу є однією з вирішальних характеристик. До форми обводів суден, що розгля-

даються, накладаються вимоги найменшого опору води рухові судна в найкращих умовах роботи рушія.

Систематичних серій моделей, які б повністю підходили по своїм характеристикам для сучасних РС і ПС немає. Тому опрацювання форми обводів цих суден проводиться, як правило, з використанням результатів модельних випробувань варіантів ТК.

На рис.3.2 наведено ТК буксира-рятівника [8].

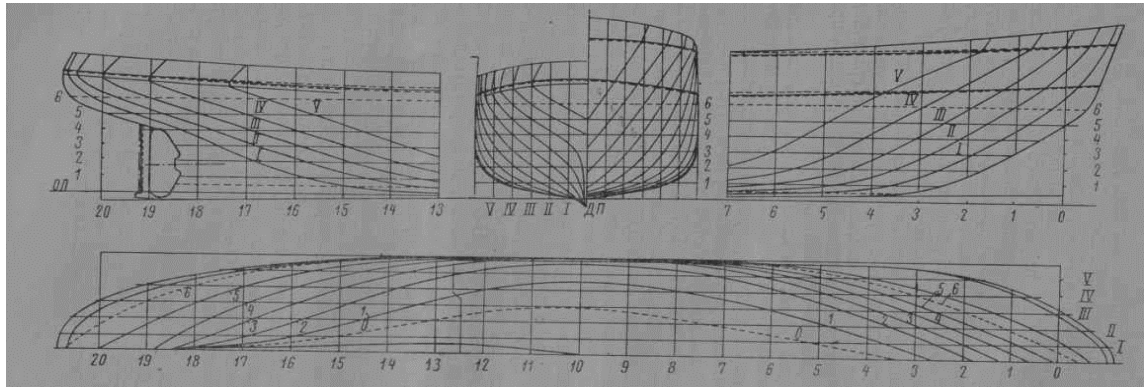


Рис 3.2 ТК буксира-рятівника

В таблиці 3.1 наводяться відносні ординат ТК, отримані основі рис.3.2. Ці ординати можуть бути використані при розробці ТК проєктованих суден подібних типів. Як приклад, з використанням відносних ординат табл. 3.1 в таблиці 3.2 розраховано ординати ТК буксира-рятівника «Атлант» [8].

Таблиця 3.1. Відносні ординати ТК буксира-рятівника

Шп.	Ватерлінії								
	0	1	2	3	4	5	6	ВП	ПБ
0	—	—	—	—	—	—	0,05	0,16	0,47
1	—	—	—	—	0,09	0,21	0,32	0,40	0,69
2	—	—	0,04	0,87	0,29	0,41	0,51	0,59	0,82
3	—	0,05	0,24	0,35	0,47	0,57	0,67	0,74	0,90
4	0,00	0,20	0,42	0,53	0,63	0,72	0,79	0,84	0,95
5	0,00	0,36	0,58	0,68	0,77	0,84	0,88	0,92	0,97
6	0,00	0,49	0,71	0,82	0,87	0,93	0,95	0,96	0,99
7	0,00	0,59	0,81	0,89	0,93	0,97	0,99	0,99	1,00
8	0,00	0,67	0,89	0,95	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
9	0,00	0,71	0,92	0,96	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,00	0,73	0,93	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
11	0,00	0,70	0,93	0,96	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
12	0,00	0,63	0,88	0,95	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
13	0,00	0,54	0,76	0,89	0,94	0,97	0,99	0,99	—
14	0,00	0,41	0,63	0,78	0,87	0,93	0,96	0,97	—
15	0,00	0,26	0,46	0,65	0,77	0,88	0,93	0,95	—
16	0,00	0,15	0,29	0,47	0,63	0,79	0,88	0,90	—
17	0,00	0,05	0,13	0,29	0,47	0,66	0,79	0,84	—
18	0,00	0,03	0,03	0,08	0,25	0,47	0,66	0,75	—
19	—	—	—	—	—	0,26	0,50	0,64	—
20	—	—	—	—	—	—	0,32	0,50	—

Таблиця 3.2. Ординати ТК буксира - рятівника «Атлант»

(L_{пл}=47,55 м; B=11 м; D=5,79 м; d=4,5 м; V=1125 м³; C_m=0,824; C_w=0,731; C_b=0,478.)

Шп.	Ватерлінії								
	0	1	2	3	4	5	6	ВП	ПБ
0	—	—	—	—	—	—	0,29	0,87	2,61
1	—	—	—	—	0,49	1,16	1,75	2,22	3,8
2	—	—	0,2	0,87	1,59	2,23	2,8	3,24	4,53
3	—	0,29	1,3	1,9	2,61	3,13	3,71	4,05	4,95
4	0,00	1,09	2,32	2,89	3,47	3,94	4,34	4,62	5,21
5	0,00	1,97	3,18	3,76	4,23	4,63	4,86	5,04	5,36
6	0,00	2,72	3,91	4,49	4,78	5,1	5,22	5,3	5,45
7	0,00	3,23	4,46	4,92	5,12	5,36	5,45	5,47	5,5
8	0,00	3,68	4,9	5,2	5,36	5,5	5,5	5,5	5,5
9	0,00	3,9	5,07	5,3	5,42	5,5	5,5	5,5	5,5
10	0,00	4	5,12	5,35	5,45	5,5	5,5	5,5	5,5
11	0,00	3,86	5,12	5,3	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
12	0,00	3,46	4,82	5,2	5,36	5,5	5,5	5,5	5,5
13	0,00	2,98	4,2	4,92	5,19	5,35	5,45	5,47	—
14	0,00	2,23	3,47	4,28	4,81	5,12	5,3	5,36	—
15	0,00	1,45	2,52	3,6	4,26	4,83	5,12	5,21	—
16	0,00	0,84	1,59	2,61	3,47	4,34	4,83	4,95	—
17	0,00	0,29	0,72	1,59	2,61	3,62	4,34	4,63	—
18	0,00	0,14	0,14	0,43	1,36	2,61	3,62	4,1	—
19	—	—	—	—	—	1,45	2,75	3,5	—
20	—	—	—	—	—	—	1,74	2,75	—

На рис.3.3 наводиться проєкція Корпус ТК океанського рятівного буксира «Ягуар» [8]. Його головні розміри і характеристики наведені в табл.1.2.

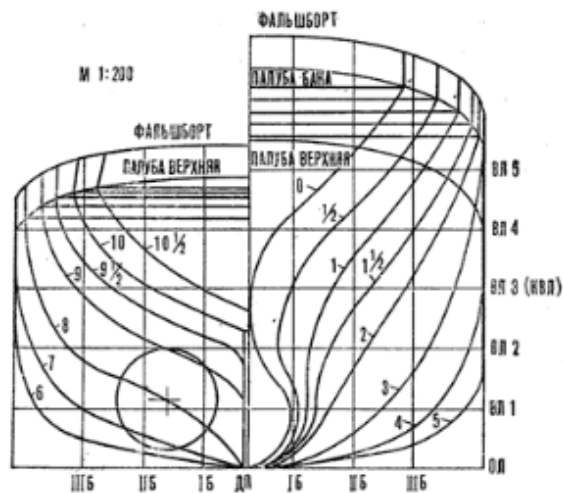


Рис.3.3 Проєкція Корпус ТК океанського рятівного буксира «Ягуар»

В таблиці 3.3 наводяться відносні ординат ТК, отримані на основі рис.3.3. Ці ординати можуть бути використані при розробці ТК проєктованих суден подібних типів. Як приклад, з використанням ординат табл. 3.3 в таблиці 3.4 розраховано ординати ТК буксира-рятівника «Ягуар».

Таблиця 3.3

Шп.	Ватерлінії														
	0	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0,000	0,110	0,148	0,170	0,110	0,033	0,000	0,011	0,027	0,110	0,220	0,352	0,451	0,582	0,648
1/2	0,022	0,132	0,187	0,220	0,187	0,132	0,132	0,165	0,231	0,330	0,451	0,582	0,692	0,758	—
1	0,044	0,154	0,209	0,253	0,247	0,258	0,297	0,341	0,429	0,522	0,626	0,736	0,824	0,879	—
1 1/2	0,066	0,176	0,231	0,275	0,297	0,341	0,407	0,495	0,593	0,692	0,786	0,857	0,918	—	—
2	0,088	0,192	0,247	0,346	0,418	0,495	0,571	0,659	0,731	0,808	0,868	0,923	0,967	—	—
3	0,110	0,165	0,412	0,582	0,681	0,769	0,835	0,879	0,918	0,951	0,978	1,000	1,000	—	—
4	0,154	0,418	0,604	0,780	0,868	0,934	0,978	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—	—
5	0,198	0,527	0,742	0,912	0,984	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—	—
6	0,033	0,527	0,714	0,901	0,978	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—	—	—	—	—
7	0,033	0,198	0,407	0,703	0,846	0,923	0,967	1,000	1,000	1,000	—	—	—	—	—
8	0,033	0,066	0,126	0,275	0,523	0,769	0,857	0,923	0,978	1,000	—	—	—	—	—
9	0,033	0,033	0,033	0,033	0,099	0,291	0,571	0,725	0,813	0,868	—	—	—	—	—
9 1/2	—	—	—	—	—	0,055	0,341	0,500	0,714	0,791	0,000	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	0,099	0,374	0,582	0,670	0,731	—	—	—	—
10 1/2	—	—	—	—	—	—	0,000	0,176	0,374	0,511	—	—	—	—	—

Таблиця 3.4

Шп.	Ватерлінії														
	0	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0,000	0,847	1,140	1,309	0,847	0,254	0,000	0,085	0,208	0,847	1,694	2,710	3,473	4,481	4,990
1/2	0,169	1,016	1,440	1,694	1,440	1,016	1,016	1,271	1,779	2,541	3,473	4,481	5,328	5,837	—
1	0,339	1,186	1,609	1,948	1,902	1,987	2,287	2,626	3,303	4,019	4,820	5,667	6,345	6,768	—
1 1/2	0,508	1,355	1,779	2,118	2,287	2,626	3,134	3,812	4,566	5,328	6,052	6,599	7,069	—	—
2	0,678	1,478	1,902	2,664	3,219	3,812	4,397	5,074	5,629	6,222	6,684	7,107	7,446	—	—
3	0,847	1,271	3,172	4,481	5,244	5,921	6,430	6,768	7,069	7,323	7,531	7,700	7,700	—	—
4	1,186	3,219	4,651	6,006	6,684	7,192	7,531	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	—	—
5	1,525	4,058	5,713	7,022	7,577	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	—	—
6	0,254	4,058	5,498	6,938	7,531	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700	—	—	—	—	—
7	0,254	1,525	3,134	5,413	6,514	7,107	7,446	7,700	7,700	7,700	—	—	—	—	—
8	0,254	0,508	0,970	2,118	4,027	5,921	6,599	7,107	7,531	7,700	—	—	—	—	—
9	0,254	0,254	0,254	0,254	0,762	2,241	4,397	5,583	6,260	6,684	—	—	—	—	—
9 1/2	—	—	—	—	—	0,424	2,626	3,850	5,498	6,091	6,345	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	0	0,762	2,880	4,481	5,159	5,629	—	—	—	—
10 1/2	—	—	—	—	—	0	0,000	1,355	2,880	3,935	4,651	—	—	—	—

На рис.3.5 наведено ТК одного з пожежних буксирів з роботи [8].

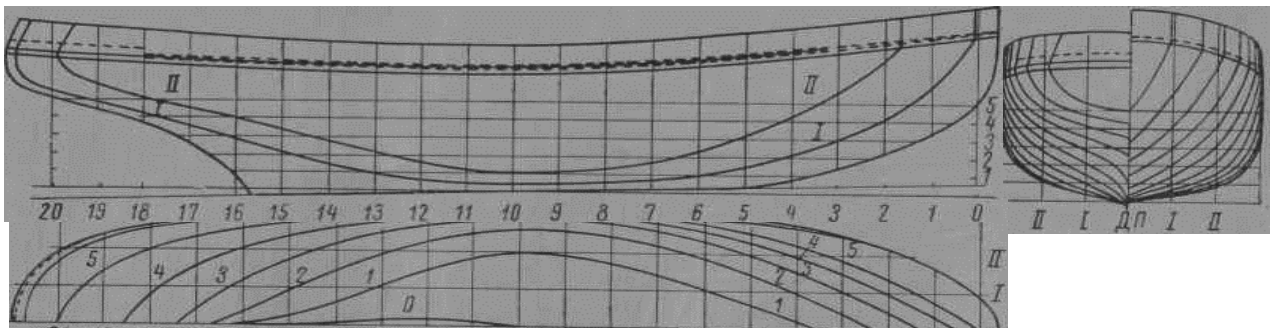


Рис.3.5 ТК пожежного буксира

В таблиці 3.5 наведені відносні ординат ТК, отримані на основі рис.3.5

Отримані ординати ТК рятувальних буксирів і пожежного буксира можуть бути використані при створенні моделей поверхонь корпусів цих суден з подальшим використанням в середовищі MaxSurf з метою проведення розрахунків ходовості, місткості, удиферентування, остійності тощо.

Для того, щоб можна було побудувати моделі поверхонь корпусів суден, що розглядаються, наведені вище ординати їх ТК представлені у вигляді координат точок $A(X,Y,Z)$ і розміщені відповідно в Додатку.

Особливі вимоги висуваються до форми обводів корпусів рятувальних катерів, для яких характерні високі швидкості при малих розмірах. В першій половині минулого століття при проектуванні багатьох швидкохідних катерів використовувався принцип глісирування; корпуси мали ломані V – подібні шпангоути з великим розвалом нижніх гілок шпангоутів, а вище скули шпангоути були майже вертикальними. Такий підхід виявився невдалим, оскільки на сильному хвилюванні катери втрачали швидкість і їх корпуси отримували тяжкі пошкодження [8, 24].

В 60-х роках з цього приводу в державах, які мали розгалужену систему берегових рятувальних станцій (США, Німеччина) були проведені довготривалі і серйозні дослідження з вибору форм обводів для рятувальних катерів.

Однією з прийнятних форм було прийнято шлюпкову форму для рятувальних катерів невеликих розмірів (довжиною до 15 м) з помірною швидкістю ходу (до 12-13 вузл). Для крупних рятувальних катерів з великою швидкістю задовільні результати досягаються у випадку використання обводів форми Майера. В носовій частині катера шпангоути мали трикутну форму нижче ватерлінії, а над нею – форму з розвалом. Це сприяло створенню додаткової плавучості і попередженню заливаності носа катера. Кормова частина – еліптичної форми з пологими батоксами, що забезпечує хороше підтікання води до гребного гвинта [8].

Сучасні швидкохідні катери для несення патрульної і рятувальної служби, як правило, мають гостроскулі обводи з бризко-відбійниками уздовж всієї скули і з перерізом днища в формі «глибоке V » з кілеватістю біля транця $18-25^\circ$.

Часто цей кут простягається на протязі 35–50% довжин корпусу від транця. На днищі звичайно два поздовжніх редани з кожного борту в сполученні з одним або, частіше, двома поперечними реданами за МШ. Катера мають, як правило, відносно вузькі корпуси з сильно загостреною носовою кінцевістю. Відношення «статичної» довжини по ватерлінії до її ширини складає 3,2–4,5, тоді як відношення загальної довжини корпусу до його ширини – 4,0–5,3. Гострий носовий звис забезпечує зниження перевантажень при зустрічі глісуючого на великій швидкості корпусу з хвилею [24].

Контрольні питання

1. Від якої характеристики залежать значення коефіцієнтів теоретичного креслення рятувальних і пожежних суден?
2. Навести діапазон числа Фруда, який мають більшість рятувальних суден і рятувальних буксирів?
3. За якими залежностями можна визначати коефіцієнти загальної повноти?
4. Яким слід приймати призматичний коефіцієнт для зменшення опору рухові води?
5. Від яких характерних відношень головних розмірів суттєво залежить Форма корпусу рятувальних суден?
6. Як можна компенсувати негативний вплив на опір форми малих відношень довжини до ширини рятувальних суден?
7. На які групи умовно поділяються пожежні судна при виборі коефіцієнтів теоретичного креслення?
8. Чим пояснюється вибір більшого значення призматичного коефіцієнта у випадку великих чисел Фруда?
9. Як доцільно зміщувати максимальниц поперечний переріз швидкохідних пожежних суден?
10. Яка швидкість (на буксируванні чи вільного ходу) є вирішальною характеристикою завдання на проектування рятувальних і більшості пожежних суден?
11. Як проводиться опрацювання форми обводів проектування рятувальних і пожежних суден?

12. У зв'язку з чим висуваються особливі вимоги до форми обводів корпусів рятувальних катерів?
13. Які форми обводів приймалися для рятувальних катерів невеликих рятувальних катерів з помірною швидкістю ходу, а які для крупних з великою швидкістю?
14. Які обводи мають сучасні швидкохідні катери для несення патрульної і рятувальної служби?

4. ПРИНЦИПІАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ РЯТІВНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН

У розділі 2 були наведені деякі загальні положення і рекомендації з розробки схем відсіків суден розглянутих класів. Зокрема, ці рекомендації ставилися до вибору розмірів і місць розміщення таких основних суднових відсіків, як МВ, фор - і ахтерпик, цистерни суднових запасів і баластні відсіки. Тому питання, пов'язані зі згаданими основними відсіками, нижче розглядаються лише побічно в зв'язку з загальним компонуванням суден.

4.1 Рятувальні судна

Загальне розташування РС істотно залежить від числа людей, що розміщуються на його борту. На суднах рятувального класу, як правило, крім приміщень для екіпажу, необхідно передбачати житлові каюти для рятувальної або аварійної партії, а також запасні приміщення для людей, врятованих з аварійних суден.

Число людей, врятованих з аварійних суден, неможливо заздалегідь встановити. При компонуванні сучасних РС застосовують два способи: на ряді суден передбачають спеціальні запасні каюти (кубрики), а на деяких суднах (зазвичай в каютах екіпажу) – запасні місця, які можна використовувати для розміщення врятованих людей. Другий спосіб більш виправданий економічно, так як дозволяє зменшити капіталовкладення при будівництві суден, скоротити обсяг і обладнання

приміщень. Він знаходить застосування на буксирах-рятувальниках, що мають порівняно обмежені розміри, і навіть на багатьох РС великих розмірів. Однак бувають випадки, коли навіть цих місць не вистачає для розміщення всіх врятованих і доводиться використовувати всі вільні місця на судні, в тому числі і в каютах екіпажу. Якщо дозволяють площі і обсяги при прийнятих розмірів, проектувальники прагнуть передбачити 10-20 запасних місць, переважно у вигляді великих кубриків. Це не виключає обладнання в каютах запасних місць у вигляді диванів для лежання і підйомних (або підвісних) ліжок другого ярусу.

РС мають, як правило, безперервну верхню палубу (ВП) і подовжений півбак, що тягнеться приблизно до середини довжини судна. На великих рятувальниках до носа від МВ розташовується також друга нижня палуба (НП) (а іноді і дві палуби), що досягає таранної перебірки (див.рис.4.1). Ці палуби, головна під півбаком і нижня, служать для розміщення багатьох житлових, громадських, службових, господарських та санітарно-гігієнічних приміщень. Невелика частина судових приміщень розміщується також в рубках па палубі бака. Однак рубки невеликі, причому нижній ярус використовується для приміщень старшого командного складу, а верхній – для розміщення рульової, штурманської і радіорубок. На малих рятувальниках НП відсутня, і тому вони мають більш розвинені рубки.

Площа, необхідна для розміщення житлових і громадських приміщень, може бути визначена за діючими санітарними нормами.

З огляду на те, що екіпаж РС працює напружено і в дуже важких умовах, слід передбачати для членів екіпажу поліпшені умови життя і побуту на судні, підвищені норми площ приміщень, більший комфорт. У табл.4.1 наведені деякі рекомендації для визначення номенклатури та площ житлових, громадських, службових, господарських приміщень на РС. Ці рекомендації - орієнтовні. Вони перевищують санітарні норми і повинні уточнюватися по конкретних умовах проектного судна [8].

Характерною особливістю суден рятувального класу є розташування на них медичних приміщень. Це природно, оскільки і в повсякденній роботі рятувальників, водолазів, і в період виконання операцій з порятунку аварійних суден не виключені випадки, що вимагають серйозної медичної допомоги. На РС прагнуть розмістити не тільки лазарет, але й амбулаторію, ізолятор, іноді навіть операційну.

Таблиця 4.1. Площі суднових приміщень на РС

<i>Найменування приміщення</i>	<i>Площа, м²</i>	<i>Найменування приміщення</i>	<i>Площа, м²</i>
<i>I. Житлові приміщення</i>		<i>V. Продовольчі комори</i>	
Каюта капітана	15 – 24	Холодильні	16 – 24
Каюта старшого механіка	14 – 20	В тому числі:	
Каюти старшого комскладу	10 – 15	м'яса	6 – 8
Каюти середнього комскладу	8 – 10	овочів	6 – 10
Каюти молодшого комскладу	6 – 8	риби	3 – 4
Каюти команди на 1 місце	7 – 9	жирів	1 – 2
<i>II. Громадські приміщення</i>		Неохолоджувані сухих продуктів	16 – 24
Кают-компанія	1,8 – 2,3 на 1 люд.	<i>VI. Господарчі приміщення</i>	
Салон комскладу	1,5 – 2,0 на 1 люд.	Пральна	9 – 12
Їдальня команди	1,2 – 1,4 на 1 люд.	Гладильна	3 – 5
Салон команди	1,5 на 1 люд.	Сушильна білизни	2 – 4
<i>III. Службові приміщення</i>		Прозодягу	2 – 4
Рульова - штурманська	25 – 40	Комора:	
Гірокомпасна	4 – 6	чистої білизни	2 – 4
Радіорубка	13 – 16	брудної білизни	1 – 2
Радіолокаційна	4 – 6	<i>VII. Душові загальні</i>	
Радіоаккумуляторна	3 – 5	Тамбур входу	1,2 – 1,5
Трансляційна	3 – 5	Роздягальна	3,5 – 5,0
Канцелярія суднова	4 – 6	<i>Душова на 3 – 4 рожки</i>	6 – 8

Продовження табл.4.1			
Канцелярія машинна	4 – 6	Приміщення суміжне з душовою	5 – 7
IV. Харчоблок			
Камбуз	20 – 30		
Буфет кают-компанії	6 – 10		
Буфет їдальні команди	5 – 10		

Примітка. Інші санітарно – гігієнічні приміщення: туалети, умивальні, індивідуальні душі і ванни – можуть прийматися по Санітарним Правилам.

Комплекс медичинських приміщень має приблизно такі площі [8]:

- на універсальних РС – 40 м²;
- на рятувальних буксирах – 30 м²;
- на буксирах з рятувальним обладнанням – 20 м².

Слід рекомендувати розміщення медичних приміщень в найбільш тихому (далеко від шахт МВ, майстерень тощо) і спокійному районі судна.

Істотною для планування судна полягає необхідність розміщення спеціальних приміщень, властивих тільки суднам рятувального кл. До них відноситься, по-перше, трюм для зберігання аварійно-рятувального майна та постачання. На таких стадіях проектування, як технічний проєкт і робочі креслення, зазвичай виконують докладні схеми розміщення і кріплення аварійно-рятувального майна в трюмі суден. На початкових стадіях подібна можливість відсутня. Тому можна з досвіду проектування орієнтуватися приблизно на наступні обсяги трюмів [8]:

Універсальні РС, м ³	250
Рятувальні буксири, м ³	180
Буксири з рятувальним обладнанням, м ³	120

Залежно від конкретних умов планування передбачається або один трюм, найчастіше в кормовій частині судна (до корми від МВ), або два трюми, в носовій і кормовій частинах судна.

На відміну від інших суден, на рятувальних обладнуються значно потужніші судові майстерні, також такі спеціальні приміщення, як водолазний пост, приміщення декомпресійної камери, пост управління

підводним різанням і зварюванням, пост управління підводною телевізійною установкою.

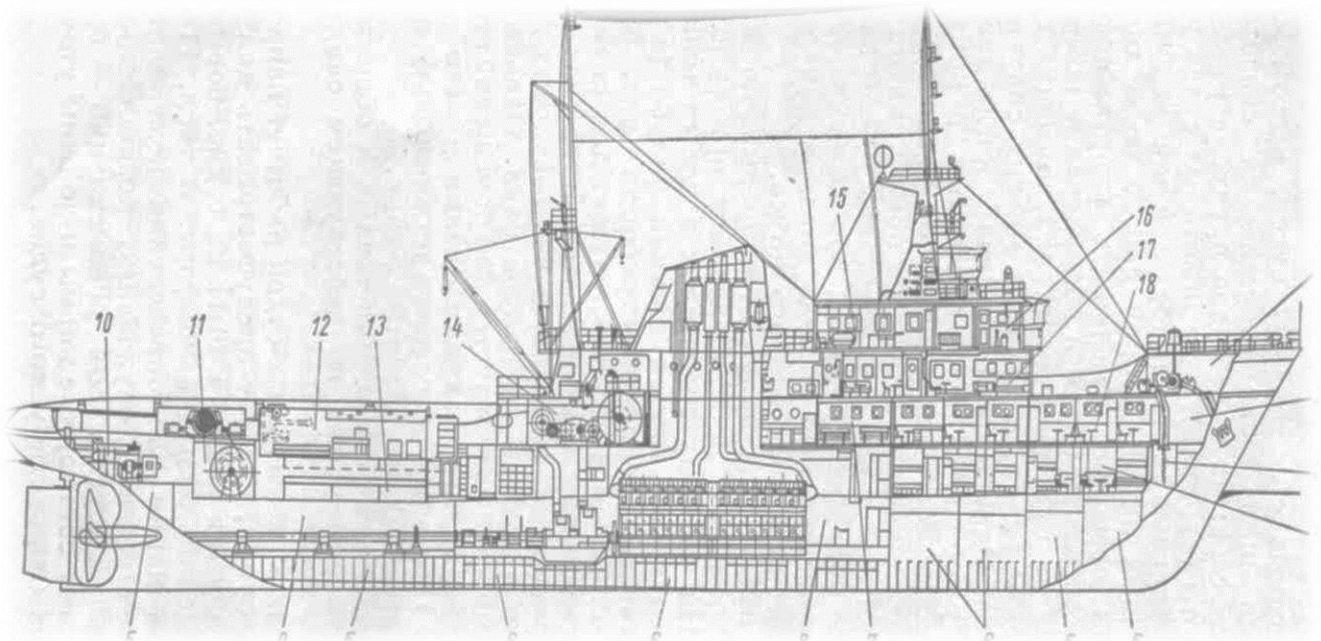
Суднова майстерня, як і на інших транспортних судах, зазвичай розміщується суміжно (рідше поблизу) з шахтою МВ. Таке розміщення має на меті забезпечити зручне транспортування деталей з МВ безпосередньо в майстерню за допомогою будь-яких механізованих транспортувальних засобів (тельфери тощо). Але для майстерень РС необхідно ще одна умова – вони повинні мати безпосередній доступ з відкритої ВП для зручного виконання ремонтних робіт, пов'язаних з допомогою аварійним суднам або з зовнішніми роботами при суднопідйомі.

Правильне розміщення водолазного посту дуже важливе для зручності і безпеки виконання водолазних робіт, що здійснюються як в аварійних умовах, так і при суднопіднімальних і підводно-технічних роботах. Оскільки водолазний пост є центром управління роботою водолазів, подання їм повітря, телефонного зв'язку з ними тощо, він повинен розташовуватися так, щоб з нього були видимі на обох бортах судна робочі площадки підготовки водолазів до спуску. Між водолазним постом і цими робочими майданчиками передбачається мінімальна відстань. Одночасно водолазний пост повинен розташовуватися поблизу, а ще краще суміжно з приміщенням, в якому встановлюється декомпресійна камера. Бажано, щоб пост управління підводного телевізійної установкою також був розміщений поблизу або суміжно з водолазним постом.

Зазначені вимоги розміщення постів водолазної служби викликають значні труднощі при компонованні загального розташування РС. Блок згаданих приміщень, в силу тяжіння до відкритої частини ВП, зазвичай розташовують в кормовій частині подовженого півбака, тобто в районі, де зручніше за все розмістити буксирний пристрій (буксирна лебідка, буксирні гаки).

Слід зазначити ще кілька загальних особливостей розглянутих суден. Це, перш за все, необхідність такого планування рульової рубки, щоб вахтовий штурман мав повний або максимально можливий круговий огляд. Відповідно до сучасних тенденцій це досягається пристроєм суміщеної рульової-штурманської в одному приміщенні, що дозволяє мати в денний час круговий або майже круговий огляд через вікна рубки. В цьому випадку радіорубки і їх допоміжні приміщення (радіолокаційна, радіоагрегатна, радіоаккумуляторна) повинні бути розміщені на нижчележачій палубі, а кожух димової труби повинен примикати до кормової перебірки рульової рубки на порівняно вузькій ділянці.

Рис. 4.1 Рятувальне судно «Зварте Зее» – поздовжній розріз



1 – приміщення під навісний палубою; 2 – шкіперська; 3 – ланцюгової ящик; 4 – відсік житлових і службових приміщень; 5 – баластні цистерни; 6 – цистерни пального; 7 – їдальня команди; 8 – МВ; 9 – тунель гребного валу; 10 – румпельне відділення; 11 – тросова комора; 12 – аварійна майстерня і водолазний пост; 13 – трюм аварійно-рятувального майна; 14 – приміщення буксирного лебідки; 15 – приміщення капітана; 16 – рульова рубка; 17 – приміщення комскладу; 18 – приміщення команди.

Можна виділити три напрямки у вирішенні цього вузла компоновання судна. Якщо блок водолазних приміщень розташовують в кормовій

частині подовженого півбака, то буксирну лебідку встановлюють або в кормовій частині ВП, або під водолазним постом на нижчележачої палубі з відповідним забезпеченням виведення буксирного троса на верхню палубу. Можливе й інше рішення, при якому буксирну лебідку встановлюють в кормовій частині подовженого півбака (рис.4.1) [8].

Всі три рішення мають свої переваги і недоліки, вибір того чи іншого з них повинен визначатися конкретними умовами для кожного судна.

Ці гині перед заведенням повинні бути розтягнуті на палубі і закріплені на бітєнгу буксирного пристрою. Достатні вільні площі палуби необхідні також при водолазних і суднопідіймальних роботах, при висадці на аварійні судна десантних сил рятувальних загонів, не кажучи вже про роботи при гасінні пожеж.

Деякі додаткові відомості про загальні розташування суден можуть бути почерпнуті з поміщених нижче описів суден рятувального класу.

Найбільш характерним універсальним рятувальним судном великої потужності є судно «Еліс Л. Моран», яке було побудовано в Японії за замовленням американської буксирувальної компанії на клас Американського бюро судноплавства [8]. Основні розміри цього судна

Довжина між перпендикулярами, м.....	56,03
Ширина, м.....	12,8
Висота борту, м.....	6,63
Осадка конструктивна, м.....	5,48

Швидкість ходу судна невелика – 16,5 вуз. В МВ, розташованому в середній частині судна, розміщені чотири дизеля потужністю по 2432 к.с., причому кожна пара дизелів працює на гребний вал через здвоєний реверс-редуктор. На відміну від інших великих рятувальників «Еліс Л. Моран» має двохвальну гвинто-рульову установку.

На цьому судні існують труднощі в розміщенні пального: незважаючи на те що всі днищеві відсіки, крім фор-і ахтерпіку, зайняті під цистерни пального, через велику потужність ЕУ вдалося забезпечити дальність плавання судна всього 9900 миль. Баластування судна може здійснюватися тільки прийняттям води у відсік і два кормові баластні відсіки, внаслідок чого, очевидно, проектанти змушені були збільшувати

ти остійність судна за рахунок зменшення відношення L/B до 4,37. Наслідком малого для рятувальників відношення L/B , і є порівняно невисоке значення швидкості ходу судна.

Судно має подовжений півбак, що тягнеться майже на $2/3$ довжини, двоярусну рубку з піднятою рульовою рубкою для збільшення кутів огляду по горизонту, невелику НП тільки до носа від МВ.

Екіпаж судна становить 28 осіб. Приміщення капітана розташовані на командному містку, на палубі рубки (шлюпковій палубі) розміщені приміщення комскладу, на головній палубі – каюти команди, кают-компанія, їдальня і камбуз. Всі каюти комскладу одномісні, команди – двомісні, просторі і забезпечені системою кондиціонування. Те саме можна віднести і до громадських приміщень. На НП розміщуються лише господарські приміщення, комори, суднова майстерня і приміщення кліматичної установки.

На відміну від деяких європейських РС на теплоході «Еліс Л. Моран» відсутні приміщення для рятувальної партії і для людей, врятованих з аварійних суден.

Тросове і аварійно-рятувальне постачання розміщено в капі на ВП, що не застосовується на рятувальниках європейської споруди. Обсяг капа для постачання досить невеликий; очевидно, значна частина аварійно-рятувального постачання зберігається на берегових базах і в разі тривалих рятувальних робіт доставляється до місця аварії іншими суднами.

Наведений на рис.4.1 поздовжній розріз європейського РС «Зварте Зее», потужність головних двигунів якого становить 9000 к. с. (два двигуни по 4500 к.с.), має подовжену надбудову бака, яка простирається до корми за МШ. Носова частина бака захищена навісною палубою (карапасом), що дозволяє легше здійснювати якірні операції в штормову погоду, оскільки якірний пристрій розташований під навісною палубою.

Розподіл корпусу на відсіки є звичайним для цього класу суден: подвійне дно і носові диптанки використовуються під пальне, МВ розміщено в середній частині судна, фор- і ахтерпик служать баластними відсіками. Нижче головної є друга палуба до носа і до корми від МВ.

Екіпаж (31 осіб) розміщується в приміщеннях з системою кондиціонування повітря, є додаткові приміщення для рятувальної партії на 20 місць.

На кормовій НП РС «Зварте Зее» є трюм для аварійно-рятувального майна та переносних аварійних засобів (водовідливних дизель-насосів, електронасосів, водолазного спорядження тощо).

Питання зручного для робіт розміщення суднової майстерні вирішено незвичайним способом: невелика механічна майстерня розташована на НП біля шахти МВ, а аварійна майстерня – в кормовій частині над трюмом у вигляді утепленого капа. У цій майстерні є верстатне обладнання для ремонтних робіт (стругальний, шліфувальний, свердлильний верстати), зварювальні апарати для звичайної і для підводної різки та зварювання.

Рятувальне судно «Зварте Зее», подібно до багатьох РС, має один гребний вал з відкритим гвинтом фіксованого кроку (ГФК).

Як видно з наведеного короткого опису двох найбільших у світі РС, вони є типовими суднами, призначеними тільки для виконання рятувальних та буксирувальних робіт. Прийом на судно людей, врятованих з аварійних суден, здійснюється в приміщення екіпажу.

Одним з цікавих універсальних РС середньої потужності, достатньої для аварійного буксирування великих суден, а також для буксирування великих плавучих споруд, є рятувальне судно потужністю 5000 к. с. «Алемдар II», – яке було найпотужнішим в Середземноморському басейні.

Його головні розміри:

Довжина найбільша, м	60,8
між перпендикулярами, м.....	52,5
Ширина, м	11,0
Висота борту, м	5,6
Осадка конструктивна, м	4,6
Конструктивний дифферент, м	1,4

Судно оновальне з ГФК. Привід па гребний вал здійснюється двома дизелями потужністю по 2500 к. с. кожен через здвоєний реверс-редуктор. МВ розташоване в середній частині судна, корпус по довжині розділений п'ятьма водонепроникними перебірками на шість відсіків. Для пального передбачені два носових диптанки, цистерни подвійного дна під МВ і два кормових диптанки, загальною ємністю на 299 т, що забезпечує автономність плавання 15 діб, тобто 6000 миль дальності плавання при швидкості ходу близько 16,5 вузл. Невелика автономність плавання, яка пояснюється обмеженим районом експлуатації в східній частині Середземного моря, дозволила проектантам передбачити значні відсіки для водяного баласту загальною ємністю на 190 т (близько 13% водотоннажності) з метою поліпшення морехідних якостей і підвищення остійності судна після витрачання суднових запасів.

На судні можуть бути розміщені 37 членів екіпажу, включаючи рятувальну партію: у дванадцяти одномісних, п'яти двомісних, одній тримісній і в трьох чотиримісних каютах. Передбачена і каюта для лоцмана. Каюти капітана і старшого механіка – блокові, що складаються з кабінету, спальні та туалету з душем. Крім кают-компанії, є ще дві їдальні: для молодшого командного складу і для команди.

Судно обладнане сучасною установкою для водолазних робіт, в тому числі і глибоководних. Передбачена декомпресійна камера, підводне освітлення і підводний телевізор, спеціальна майстерня для аварійно-рятувальних робіт. Водолазний пост розташований в глибині під палубою бака. Буксирна лебідка розміщена суміжно (за шахтою МВ).

Рятувальне судно «Клайд» (і однотипне «Ельба») [8], поздовжній розріз якого показаний на рис.4.2, на відміну від багатьох РС, має кормове розташування МВ. Це рішення не можна визнати вдалим для рятувальників, так як воно не забезпечує непотоплюваності судна при затопленні такого великого відсіку, як МВ, захаращує верхню кормову палубу (кап МВ займає найбільш зручну робочу площу палуби). Але при цьому скорочується довжина валово-

проводу і створюються зручності для виймання і навантаження головних двигунів і допоміжних механізмів.

Житлові приміщення судна розраховані для проживання 27 осіб екіпажу і 15 осіб рятувальної партії, обладнані системою кондиціонування повітря, гарячим і холодним водопостачанням. Дві комори (перед МВ і в кормовій частині) служать для зберігання рятувального обладнання та постачання, хоча їх розташування є не дуже зручним для вантаження і вивантаження. Комори вміщують до 60 т сталевих, манільських і нейлонових тросів, буксирних ланцюгів, водолазного постачання, переносних насосів і іншого аварійно-рятувального майна. Це РС не має засобів для глибоководних водолазних і суднопідіймальних робіт.

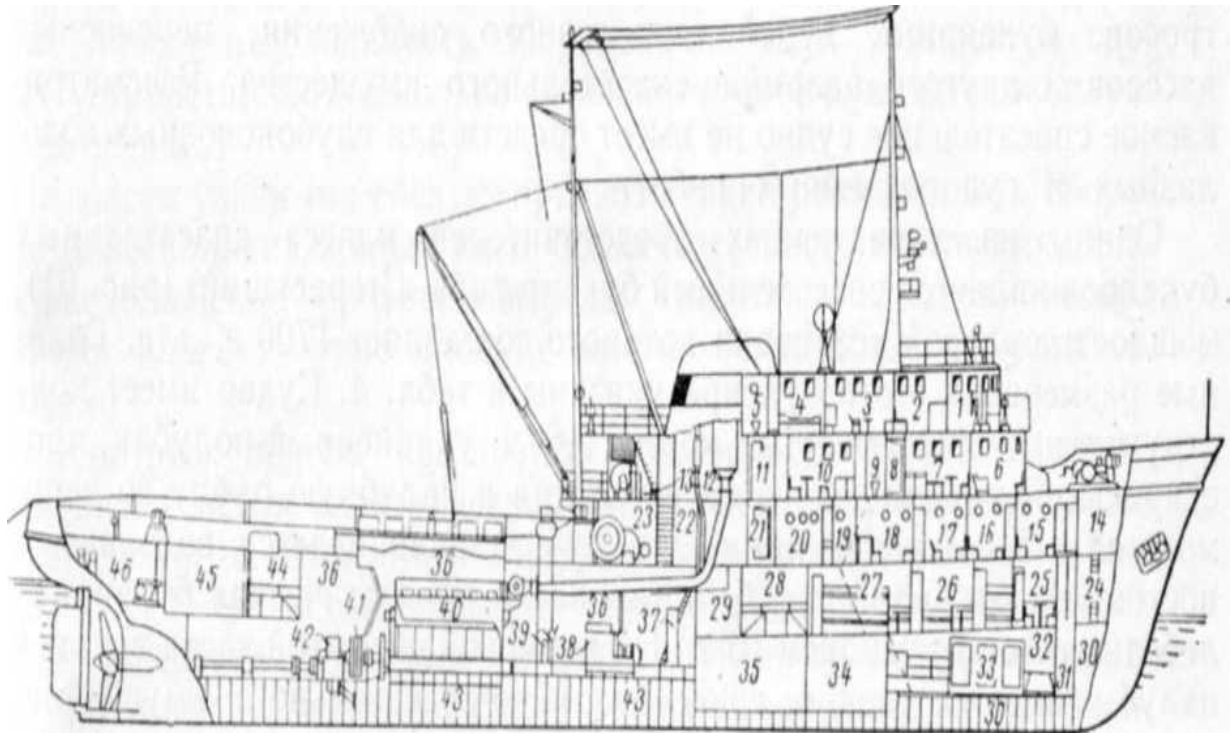


Рис. 4.2. Поздовжній розріз РС «Клайд».

1 – рульова рубка; 2 – штурманська рубка; 3, 4, 5 – приміщення капітана; 6 – салон; 7 – каюта штурмана; 8 – комора; 9 – гальюн; 10, 11 – приміщення старшого механіка; 12 – глушники; 13 – кондиціонер; 14 – шкіперська; 15 – 17 – приміщення комскладу; 18 – кают-компанія; 19 – буфет; 20 – камбуз; 21 – комора; 22 – аварійний вихід МВ; 23 – буксирна лебідка; 24 – підшкіперська; 25, 26 – приміщення команди; 27 – приміщення аварійної партії; 28, 44 – комора аварійного майна; 29 – цистерна для витратного пального; 30, 45 – цистерни для прісної води; 31 – ланцюговий ящик; 32, 33 – провізійні комори; 34, 35, 43 – цистерни для пального; 36 – МВ; 37 – ГРЦ; 38 – допоміжні дизель-генератори; 39 – ЦПУ; 40 – головні двигуни; 41 – гідромуфти; 42 – редуктор; 46 – румпельне відділення.

4.2 Рятувальні буксири

Серед рятувальних буксирів виділяються за своїми розмірами океанські рятувальні буксири, довжина яких досягає довжини РС.

На рис.4.3 зображено вид збоку і поздовжній розріз до КВЛ океанського рятівного буксира «Ягуар» (див. п.1.3.3).

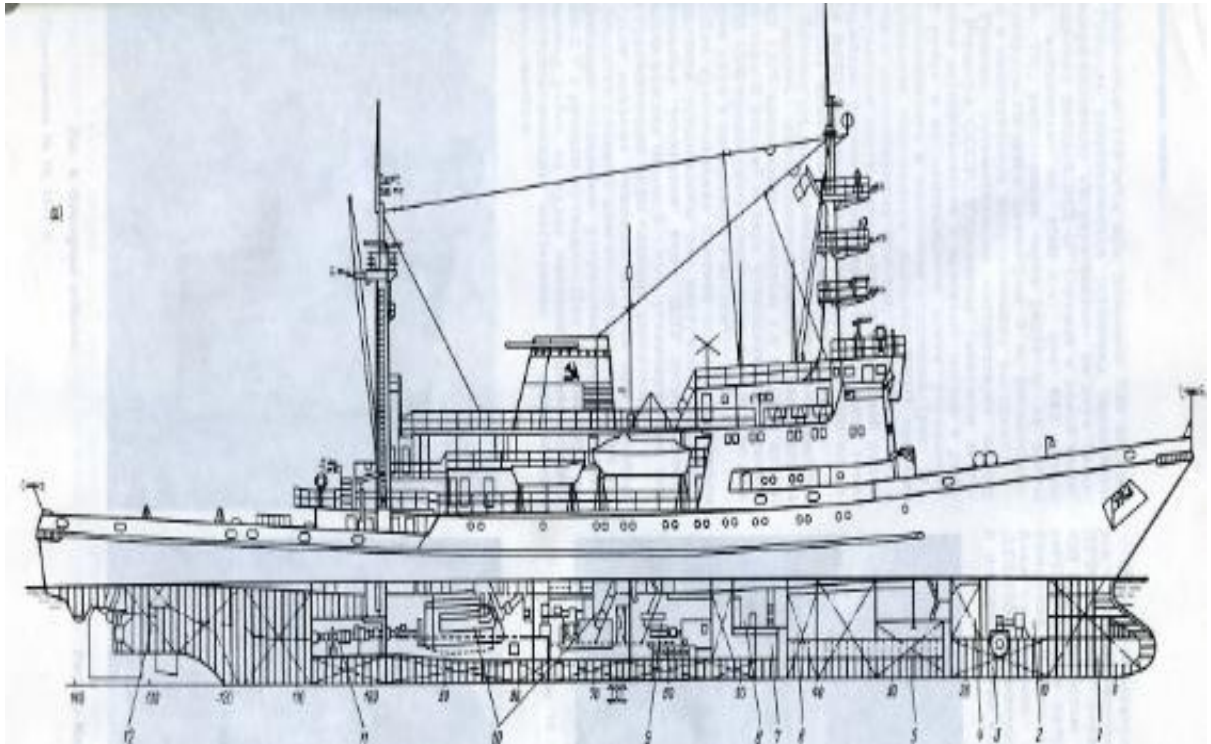


Рис.4.3 Загальне компонування океанського рятівного буксира «Ягуар»

1 – форпик; 2 – приміщення підрулюючого пристрою; 3, 4, – цистерни прісної води; 5 – баластна цистерна; 6 – цистерна дизельного пального; 7 – приміщення лага і ехолота; 8 – гіропост; 9 – приміщення допоміжних механізмів; 10 – машинне і котельне відділення; 11 – приміщення механізму керування кроком гвинта; 12 – ахтерпик.

Цікавий за своїми проектними і конструктивними особливостями є буксир «Бремен». Він має потужність ЕУ 6000 к. с. і за прийнятою вище класифікацією повинен бути віднесений до розряду РС. В описах це судно характеризується як океанський та рятувальний буксир. Однак навіть з розгляду його основних характеристик:

Довжина між перпендикулярами, м.....	47,9
Ширина розрахункова, м.....	12,0
Висота борту до ВП, м.....	6,2
Осадка середня, м	5,7

видно – співвідношення його розмірів ($L/B = 4,0$; $B/d = 2,1$; $L/H = 7,7$) відрізняються від характерних для РС подібної потужності. Це підтверджується і тим, що буксир «Бремен» має швидкість вільного ходу всього 15,25 вузл, тобто меншу, ніж рятувальники аналогічної або близької потужності (наприклад, «Алемдар II» – потужність 5000 к. с, швидкість ходу 16,5 вузл) [8].

Розміри і характеристики буксира «Бремен» були підпорядковані забезпеченню наступних вимог: отримання максимальної тяги на гаку, великої автономності плавання, хорошої стійкості на курсі і високої маневреності. Основна увага при створенні буксира було приділено його буксирним якостям. З цією метою до можливого мінімуму були зменшені розміри судна. Одним із шляхів скорочення розмірів виявився вибір оптимального рушійного комплексу (ГФК в поворотною направляючою насадкою), що дозволило при необхідній тязі зменшити потужність двигунів судна. Останнє призводить не тільки до зниження ваги ЕУ, але і при однаковій автономності – зменшення необхідних запасів палива і мастила. Граничними умовами зменшення водотоннажності при такому розрахунку є автономність і об'єми, необхідні для розміщення ЕУ і суднових приміщень.

При проектуванні буксира «Бремен» було підраховано, що для вільного ходу в 18 вуз потрібна була б довжина судна не менше 70 м, а при швидкості ходу в 15 вуз достатня довжина близько 50 м (з точки зору прийнятного опору корпусу судна). Застосування насадки дозволило отримати тягу на швартовах 72 т. Це на 38% більше тяги з відкритим гребним гвинтом, спроектованим на режим роботи, середній між тяговим і швидкісним (52 т).

Наведені міркування свідчать про те, що при проектуванні потужних буксирів необхідно дуже чітко визначати їх основні функції і, виходячи з них, віддавати перевагу швидкісним якостям або тяговим характеристикам. У першому випадку тяга судна буде відносно меншою, а в іншому – швидкість вільного ходу не може бути заданим параметром [8].

Буксир «Бремен», незважаючи на свою потужність, відноситься скоріше до розряду буксирів з рятувальним обладнанням, ніж до РС і буксирів. Це видно також з його інших характеристик. Деякі з них обумовлені максимальним зменшенням розмірів судна. Всі об'єми нижче головної палуби від носа до корми зайняті цистернами судових запасів, баласту і МВ.

Екіпаж судна (30 осіб) розміщений досить тісно – для команди в основному передбачені чотиримісні каюти. Значний обсяг приміщень відведено на запаси продовольства у зв'язку з великою автономністю плавання. Диптанки пального використовуються для баластування після витрачання запасів до кінця рейсу, що не можна визнати вдалим рішенням. Кормова палуба буксира захищена: на ній встановлена велика буксирна лебідка. Судно має недостатню кількість протипожежних і водовідливних (рятувальних) засобів. На ньому встановлено всього лише один протипожежний лафетний ствол і палубні клапанні коробки; насоси мають продуктивність 150/300 м³/год. Водозаборного обладнання та устаткування для підводно-технічних робіт немає. Трюм для розміщення аварійно-рятувального майна малий – об'ємом близько 100 м³.

Призначення такого потужного буксира – участь в рятувальних операціях, особливо по зняттю суден з мілини, проте його основне призначення – тривала морське і океанське буксирування великих плавучих споруд.

До цікавих особливостей буксира «Бремен» відноситься форма носа і конструктивні льодові посилення, що дозволяють використовувати його в якості криголама. Правда, наявність ПНН з великим незахищеним стабілізатором при необхідності поперемінних передніх і задніх ходів змушує сумніватися в його криголамних можливостях.

Ще одним представником криголамних буксирів з рятувальним обладнанням є «Герacles» – ймовірно найпотужніший з суден таких розмірів. Його розміри дійсно дуже обмежені для потужності 6000 к. с.:

Довжина між перпендикулярами, м	38,86
Ширина, м	10,21
Висота борту, м	4,95
Найбільша осадка кормою, м	4,6
Водотоннажність зі 100% запасів, т	977

Таких невеликих розмірів вдалося досягти перш за все за рахунок різкого скорочення екіпажу, який становить всього 19 осіб (з них 9 осіб комскладу), що відповідно зменшило потребу в громадських і житлових приміщеннях. Порівняно малогабаритні головні дизелі дозволили створити МВ довжиною всього 12,8 м, і, таким чином, підпалубний простір виявилось достатнім не тільки для розміщення ємностей суднових запасів, але і для розміщення невеликого (100 м³) трюму рятувального майна [8].

На судні є місткий лазарет, водолазна комора, майстерня з виходом на відкриту палубу і в МВ, потужний буксирний пристрій з буксирного лебідкою і 50 - тонним буксирним гаком, два пожежних лафетних ствола. На відміну від багатьох рятувальників на «Гераклесі» встановлено гвинт регульованого кроку (ГРК).

Через малу довжину і необхідність мати достатньо простору робочу палубу надбудови судна різко зміщені до носа, півбак доходить тільки до МШ. Прагнення скоротити розміри цього судна (а також і вартість) привели до обмеженим умов в розміщенні особового складу, навіть незважаючи на його малий штат, і до деяких незручностей розміщення тимчасово прийнятих на борт людей.

4.3. Рятувальні катери

Рятувальні катери берегових станцій, будучи самостійною групою РС, відрізняються від всіх інших суден рятувального класу. Сказане відноситься не тільки до їх специфічних розмірів, а й до загального компонування. Ці катери широко використовуються на узбережжях європейських країн (Голландія, Англія, Норвегія та ін.) і США, де є розгалужена мережа берегових рятувальних станцій, призначених для порятунку людей з суден, що зазнали аварії поблизу від берегів. Рятувальні катери берегових станцій, як правило, не беруть участі в наданні допомоги самим аварійним суднам – їх завдання обмежуються тільки порятунком людей, які перебувають на борту аварійних суден. Цьому призначенню відповідає обладнання, постачання та оснащення катерів, що описуються нижче [8].

До рятувальних катерів берегових станцій пред'являються серйозні вимоги по морехідним якостям, мобільності і надійності. Це призвело до створення особливої категорії катерів – невеликих за розмірами, але таких, що володіють можливістю виходити в море при будь-якій штормовій погоді, практично непотоплюваних, здатних «самовипрямлятися» в разі перевертання їх в прибої і таких, які зберігають працездатність при будь-яких несприятливих обставинах плавання.

У процесі розвитку і удосконалення рятувальних катерів застосовувалися різні способи для гарантії їх «самовипрямлення» (в деяких джерелах така властивість називають «неперекиданням»). Це властивість досягається в результаті додання катеру високої остійності (кут заочування діаграми статичної остійності досягає $150-180^\circ$). Перш за все прагнуть знизити центр маси (ЦМ) катера, для чого збільшують вагу днищевих конструкцій і максимально полегшують конструкції надбудов та рубок. Одним із способів забезпечення «самовипрямлення» є вибір об'ємів корпусу і надбудов такими, щоб при перекиданні катер виявився в стані нестійкої рівноваги. Є приклади створення катерів зі спеціальними важкими баластними кілями. Найбільш ефективна, проте, установка спеціальних бортових або днищевих цистерн, що заповнюються водою зі спеціальної баластної цистерни при великому нахилі катера на той чи інший борт. Цим створюється момент, що виводить катер з положення рівноваги в перевернутому стані. Не виключено застосування комбінації вищезгаданих способів «самовипрямлення» рятувальних катерів.

Самовипрямлення англійського рятувального катера «Оклі» забезпечується автоматично при нахилі більше 110° . Це досягається за допомогою спеціальних баластних цистерн, розташованих побортно і з'єднаних пропускними трубами з клапанами, що автоматично спрацьовують в залежності від кута крену на той чи інший борт. Процес перекачування і випрямлення катера здійснюється *за кілька секунд*.

Корпус судна розділений чотирма водонепроникними перебірками на п'ять відсіків: форпик, носовий кокпіт, МВ, кормовий кокпіт та ахтерпик. Фор- і ахтерпик обладнані повітряними ящиками. Крім того, повітряні ящики розташовані по бортах інших відсіків. Управління катером розташовується у кормовому кокпіті, а з навісу кокпіта є водонепроникні двері в МВ, повністю ізольоване в спеціальній рубці. Вентиляційні труби, що забезпечують подачу повітря в МВ, мають клапани, які автоматично закриваються, припиняють подачу повітря в разі перевертання катера, з одночасним зупиненням головного двигуна. Все необхідне рятувальне устаткування та обладнання розміщується в двох кокпитах. Наступні модифікації даного катера мають повністю закриту рубку від носа до корми, так що носовий кокпіт перетворюється в каюту команди, а кормовий – в рульову і навігаційну рубки. Всі три приміщення сполучаються за допомогою водонепроникних дверей. Два гребних гвинта розміщені в спеціальних нішах підводної частини корпусу, щоб уникнути їх пошкоджень при викиданні катера на необладнаний берег.

Дещо іншого типу є рятувальний катер берегових станцій США. Це катер гладкопалубного типу з однією невеликою рубкою на ВП, що забезпечує зручність виконання рятувальних робіт на палубі. У носовій частині палубної рубки розміщується закритий пост управління, а в кормовій її частини – відкритий рульовий пост. Дистанційне керування ЕУ здійснюється з обох постів управління катером. Підпалубна частина розділена сімома водонепроникними перебірками на вісім відсіків, що забезпечує надійну непотоплюваність катера. Крім МВ, під палубою розміщені житлові каюти, їдальня, камбуз, туалет, каюти для постраждалих, шкіперська комора, відсік і румпельне відділення. Всі відсіки з'єднані між собою водонепроникними дверима, закриття яких має контрольну сигналізацію. Розвинений дейдвуд з конструктивним диффе-

рентом до корми від МШ гарантує захист гребних гвинтів при посадці катера на ґрунт.

При пошуках людей, що потерпіли в морі, рятувальний катер змушений маневрувати в певному районі («kreuzen»). Звідси виник термін «рятувальний крейсер», що означає особливий тип швидкохідного рятувального катера, що володіє великою мобільністю і виключно високими морехідними якостями.

Яскравим прикладом рятувальних крейсерів є німецькі швидкісні рятувальні крейсери. Їх відмінні риси, втім, як і інших подібних катерів великих розмірів, наявність на своєму борті рятувального моторного бота і високої швидкості ходу (рис.4.4)

Призначенням рятувального моторного бота, так званого «дочірнього» бота, є безпосереднє зняття людей з аварійного судна (у тих випадках, коли близький підхід рятувального крейсера небезпечний), розшук людей в районі лиха, порятунок людей в районах узбережжя з пологим берегом при сильному прибої.

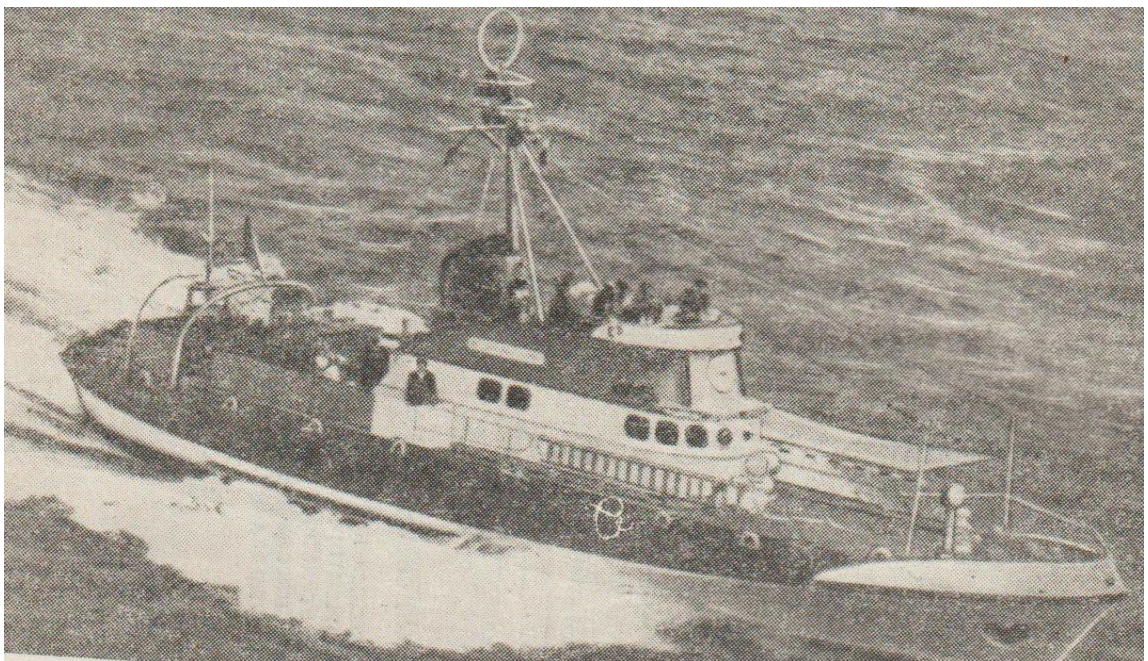


Рис. 4.4 Загальний вид німецького рятувального катера.

Досвід експлуатації рятувальних крейсерів з «дочірніми» ботами показав доцільність цієї системи порятунку, ефективність самостійних

операцій комплексу, зручність проведення різноманітних рятувальних операцій.

Висока швидкість ходу крейсерів обумовлена фактором часу, протягом якого повинні виконуватися операції з порятунку людей, що знаходяться у воді. Як показали дослідження, допустима середня тривалість перебування людини у воді при температурі близько 10° в рятувальному жилеті становить не більше 2 годин. Таким чином, в залежності від відстаней розташування берегових рятувальних станцій (або районів переміщення рятувальних катерів) швидкість ходу повинна вибиратися такою, щоб допомога могла бути надана протягом цього часу. Для узбережжя європейських країн, що мають розвинені рятувальні служби, ця швидкість визначена в діапазоні 18-25 вузл.

Німецькі рятувальні крейсери поділяються на три типорозміри: довжиною 15,2 м, потужністю 665 к. с; довжиною 20,9 м, потужністю 1680 к. с. і довжиною 24,2 м, потужністю 2400 к. с. Різке зростання потужності силових установок при порівняно невеликому збільшенні розмірів пояснюється тим, що криві опору катерів в діапазоні швидкостей від нуля до 10-12 вузл пологі, потім переходять в різко зростаючу опуклу криву, яка за межею 17-18 вузл знову набуває увігнуту форму. У зв'язку з цим на катері довжиною 15,2 стала достатньою потужність 665 к. с. для отримання швидкості 19,3 вузл. На великих катерах силові установки складаються з трьох двигунів: при роботі двох бортових двигунів малої потужності (2х165 к. с. на катері 20,9 м і 2х525 к. с. на катері 24,20 м), швидкість ходу становить 11,3 і 14,6 вузл відповідно, а при повній потужності – 20,7 і 24,2 вузл [8].

«Дочірні» боти довжиною від 4,5 до 8,5 мають потужність двигуна від 40 до 100 к. с, що забезпечує їм швидкості ходу 12-13вузл.

Корпус рятувальних катерів розділений чотирма водонепроникними перебірками на п'ять відсіків: форпик, житлові приміщення, МВ, комору і румпельне відділення. По всій довжині катера від таранної перебірки до перебірки румпельного відділення катер має подвійні борти, розділені по довжині на окремі відсіки, які грають роль повітряних ящиків. На ВП катерів є навігаційна рубка, в якій розміщені закритий рульової пост і туалет. У верхній кормовій частині рубки передбачений другий відкритий навігаційний пост управління катером. У носовому житловому відсіку розміщені каюта на 4 місця, салон і камбуз.

Все палубні механізми – шпилі, рульова машина – гідравлічні. Навколо корпусу на рівні ВП закріплений гумовий привальний брус.

Для буксирування невеликих суден, які зазнали лиха, на катерах передбачений буксирний гак, розрахований на тягове зусилля 3 т.

У МВ встановлений спеціальний рятувальний водовідливного насос і гідронасос приводу зазначених вище гідравлічних механізмів і гідропристрої кормового сліпа «дочірнього» бота.

Норвезька рятувальна служба застосовує досить великі за розмірами рятувальні крейсери, довжиною до 24 м (рис. 4.5). Ці крейсери є проміжними між рятувальними катерами берегових станцій і буксирами-рятувальниками. Вони мають сталевий корпус, подовжений півбак і піднятий на 0,4 м півют. По довжині корпусу встановлено 8 водонепроникних перебірок. МВ розташоване в середній частині, до носа від нього – допоміжні приміщення, баластні цистерни та цистерни пального, а до корми – комора рятувального майна, цистерна пального і румпельне відділення. Під півбаком розташовуються приміщення екіпажу (2 одномісні і 4 двомісні каюти), душова, салон відпочинку та туалети. Камбуз і їдальня розміщені в рубці на ВП, що примикає до півбаку. Поєднана ру-

льова-штурманська з круговим оглядом обладнана в рубці на палубі бака і має зверху відкритий другий пост управління з вітрозахисним обносом. Димова труба сполучена з сигнальною щоглою в кормовій частині рубки.



Рис. 4.5 Загальний вид норвезького рятувального катера

На палубі бака встановлений брашпиль, за кормової рубкою на ВП – буксирна лебідка, а на даху кормової рубки – шлюпковий кран. Всі зазначені палубні механізми гідравлічні.

Корпус судна забезпечений підкріпленнями для плавання в льоду: шпангоути посилені на 50%, передбачені проміжні шпангоути, зовнішня обшивка льодового пояса – товщиною 12–15 мм, гвинт і кермо мають протиліодовий захист. Приміщення судна обладнані системою кондиціонування повітря. Потужність головного двигуна становить 730 к. с, передбачений один рятувально-пожежний насос продуктивністю 100 м³/год. Гідронасос приводу палубних механізмів і рульової машини працює з відбором потужності від головного дизеля ЕУ.

4.4 Пожежні судна, буксири і катери

4.4.1 Пожежні судна

На загальне компонування суден пожежного класу істотно впливають такі вихідні фактори, як автономність плавання і комплектація екіпажу, а також

особливості архітектурного типу суден, які на відміну від суден рятувального класу дуже різноманітні, оскільки сам клас суден більш різнотиповий.

Питання про те, чи повинні ПС обслуговувати тільки порти з пов'язаними з ним рейдами або такі судна повинні мати морський район плавання і забезпечувати протипожежні операції у відкритому морі, завжди було дискусійним. Як показало обговорення цього питання, було б доцільно, щоб спеціалізоване пожежне судно було портовим, а надання допомоги суднам, що горять в морі на значній віддалі від берега, виконувалося рятувальними суднами, які мають відповідні протипожежні засоби. Дискусія з цього питання виявила недоцільність створення комбінованих рятувально-ПС морського плавання [8].

Архітектурний тип спеціалізованих ПС різноманітний. Спільним є лише те, що вони гладкопалубні з мінімальною сідлуватістю для гарантії зручності і безпеки робіт при гасінні пожеж. Крім того, всі ПС мають на палубі або рубках спеціальні щогли, платформи і вишки для розміщення лафетних пожежних стволів.

У більшості випадків ПС мають звичайні суднові обводи і форму корпусу. Таке, наприклад, двохгвинтове пожежне судно «Ал. Гретхем», побудоване для роботи в порту Гонолулу [8] (рис. 4.6).

Основні розміри судна:

Довжина між перпендикулярами, м	36,6
Ширина, м	8,84
Висота борту до ВП, м	3,96
Осадка середня, м	2,29

Корпус судна розділений п'ятьма водонепроникними перебірками на шість відсіків: форпик, житловий відсік, насосне відділення, МВ, кормовий житловий відсік і ахтерпик. У двох палубних рубках розміщені службові та громадські приміщення. Запаси пального зберігаються в подвійному дні, а прісна вода — в дитанках біля носової перебірки насосного відділення і біля кормової перебірки МВ.

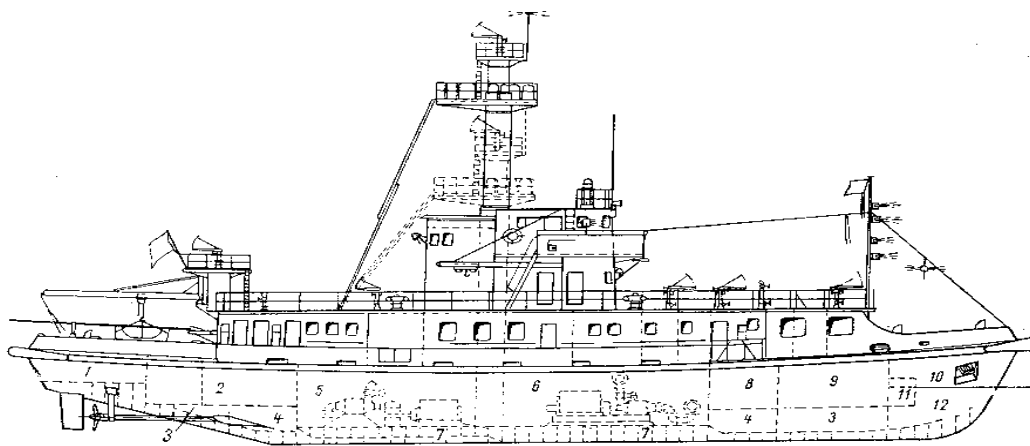


Рис.4.6 Схема загального розташування ПС «Ал. Гретхем».

1 – румпельне відділення; 2, 8 – каюти команди; 3 – баластний відсік; 4 – цистерна прісної води; 5 – МВ; 6 – насосне відділення; 7 – цистерна дизельного пального; 9 – каюти командного складу; 10 – шкіперська; 11 – ланцюговий ящик; 12 – форпик.

Основна робоча палуба з протипожежним устаткуванням («пожежна палуба») знаходиться на рівні даху рубки і має ширину трохи меншу, ніж ширина судна по ВП. Це забезпечує можливість близького підходу до аварійних суден, які мають крен. На пожежній палубі встановлено 6 лафетних стволів діаметром 100 мм. Леєрне огороження і носова сигнальна щогла мають завалювальну конструкцію і прибираються під час роботи лафетних стволів. У двохярусній рубці на пожежній палубі розміщені комори і рульова рубка. На рубці змонтована телескопічна башта з лафетним стволом, що піднімається при необхідності на висоту близько 17,0 м від ватерлінії. Ще один лафетний ствол розташований в кормовій частині пожежної палуби на піднятому майданчику. Телескопічна вежа лафетного ствола має електрогідравлічний привід і виготовлена з антикорозійного алюмінієвого сплаву. Все управління судном, ЕУ, лафетними стволами і телескопічною баштою зосереджено в рульовій рубці.

Житлові приміщення розраховані на екіпаж 19 осіб і складаються з однієї одномісної каюти і дев'яти двомісних. Крім того, передбачені необхідні громадські приміщення і лазарет на два ліжка.

Головні двигуни судна мають потужність 800 к. с. Крім того, встановлено три двигуни загальною потужністю 2000 к. с. приводу пожежних насосів.

При необхідності головні двигуни теж можуть працювати на пожежні насоси, але судно в цьому випадку не буде мати ходу.

Специфічною для всіх ПС є необхідність розміщення спеціальних ємностей для зберігання піноутворюючої рідини. Такі цистерни більшої або меншої ємності в залежності від продуктивності протипожежних засобів розміщують всередині корпусу, часто суміжно з МВ (для зменшення довжини трубопроводів). При проектуванні схем відсіків ПС слід враховувати додатково можливість розміщення таких ємностей.

Як видно з опису типового ПС, при малих розмірах воно дуже насичене устаткуванням і механізмами, причому розташування, оснащення, обладнання та архітектурно-конструктивне оформлення підпорядковані основним завданням щодо виконання протипожежних функцій.

Деякі ПС мають більш «буксирну» архітектуру, оскільки найчастіше прагнуть надати їм універсальність і використовувати одночасно як буксирних. Одне з таких суден зображене на рис.4.7 [8].

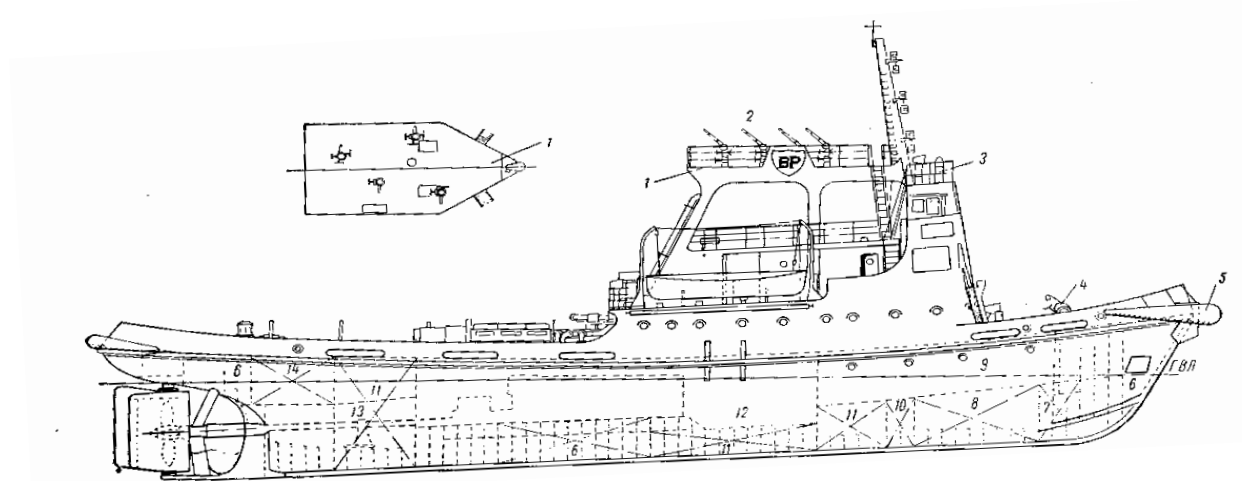


Рис.4.7. Схема загального розташування ПС «Кокберн».

1 – платформа для лафетних стволів; 2 – лафетні стволи; 3 – компас; 4 – брашпиль; 5 – кранець; 6 – цистерна водяного баласту; 7 – ланцюговий ящик; 8 – цистерна прісної води; 9 – приміщення команди; 10 – кофердам; 11 – цистерна дизельного пального; 12 – МВ; 13 – тунель гребного валу; 14 – трюм.

Розподіл судна на відсіки, розміщення запасів палива і прісної води нагадує схему відсіків буксирних суден. Екстер'єр судна, підлеглий зручності проведення протипожежних і буксирних операцій, вирішено оригінально. Від корми до МШ, де розташований буксирний гак, надводна частина судна має

вигляд буксира, в той час як вся носова половина з архітектури нагадує пожежне судно. Вельми вдала компоновка пожежної платформи з чотирма лафетними стволами, піднята на висоту близько 10 м над ватерлінією; традиційна димова труба відсутня; вихлопні труби головного і допоміжного двигунів вмонтовані в стійки пожежної платформи (отвори для вихлопу передбачені в кормовій частині платформи).

Житлові приміщення для розміщення 23 осіб екіпажу (3 одномісних і 10 двомісних кают) розташовані в носовій частині на платформі, в надбудові й рубки другого ярусу. Рульова рубка є третім ярусом, має круговий огляд і дозволяє безперешкодно стежити за ходом протипожежних і буксирувальних операцій. Від борту до борту передбачена надбудова, що не притамана суднам пожежного та буксирного типів. Це рішення не можна визнати вдалим з точки зору безпеки підходу до аварійних суден і зручності виконання робіт при гасінні пожеж. Таке рішення, очевидно, викликане нестачею площ для розміщення великої кількості судових приміщень і небажанням збільшення розмірів судна в зв'язку з його експлуатацією в обмежених акваторіях.

Цистерна з піноутворювачем винесена на ВП і розміщена суміжно з капом МВ. Невеликий трюм розташований в кормовій частині, забезпечений люком і призначений для зберігання запасного аварійно-пожежного майна.

Для пожежогасіння в МВ встановлено автономні дизельні насоси продуктивністю по 5,5 м³/хв. Головний двигун потужністю 1500 к. с. працює тільки на гребний вал.

Вдалим компонуванням ПС може бути судно з розташуванням МВ в середній частині, у якого пальне і прісна вода розташовані в носових і кормових дитанках, піноутворювач в двох цистернах в кормовій частині МВ. Житлові і громадські приміщення екіпажу розміщені на носовій платформі і в палубній рубці, що протягається за МШ судна. Піднесена рульова рубка, ЦПУ всіма агрегатами судна, забезпечує огляд усіх відкритих ділянок палуби і навколишнього простору. Чотири лафетних пожежних ствола розподілені так, щоб забезпечити найбільшу ефективність використання на всі 360°

радіусу дії: один лафетних ствол встановлений до носа від рульової рубки, один – на даху рульової рубки і два – на спеціальній платформі, що підноситься на 9,5 м вище ватерлінії судна.

ЕУ такого судна дизель-електрична, її загальна потужність 1460 к. с, з них 1000 к. с. використовується гребним електродвигуном для руху судна і 450 к. с. для приводу пожежних насосів. Для кращої маневреності на малих швидкостях ходу, особливо в умовах вітру і течій, судно обладнане активним кермом.

На рис.4.8 наводиться схематичне загальне розташування сучасного ПС «Three Forty Three» (див. п.1.3.5).

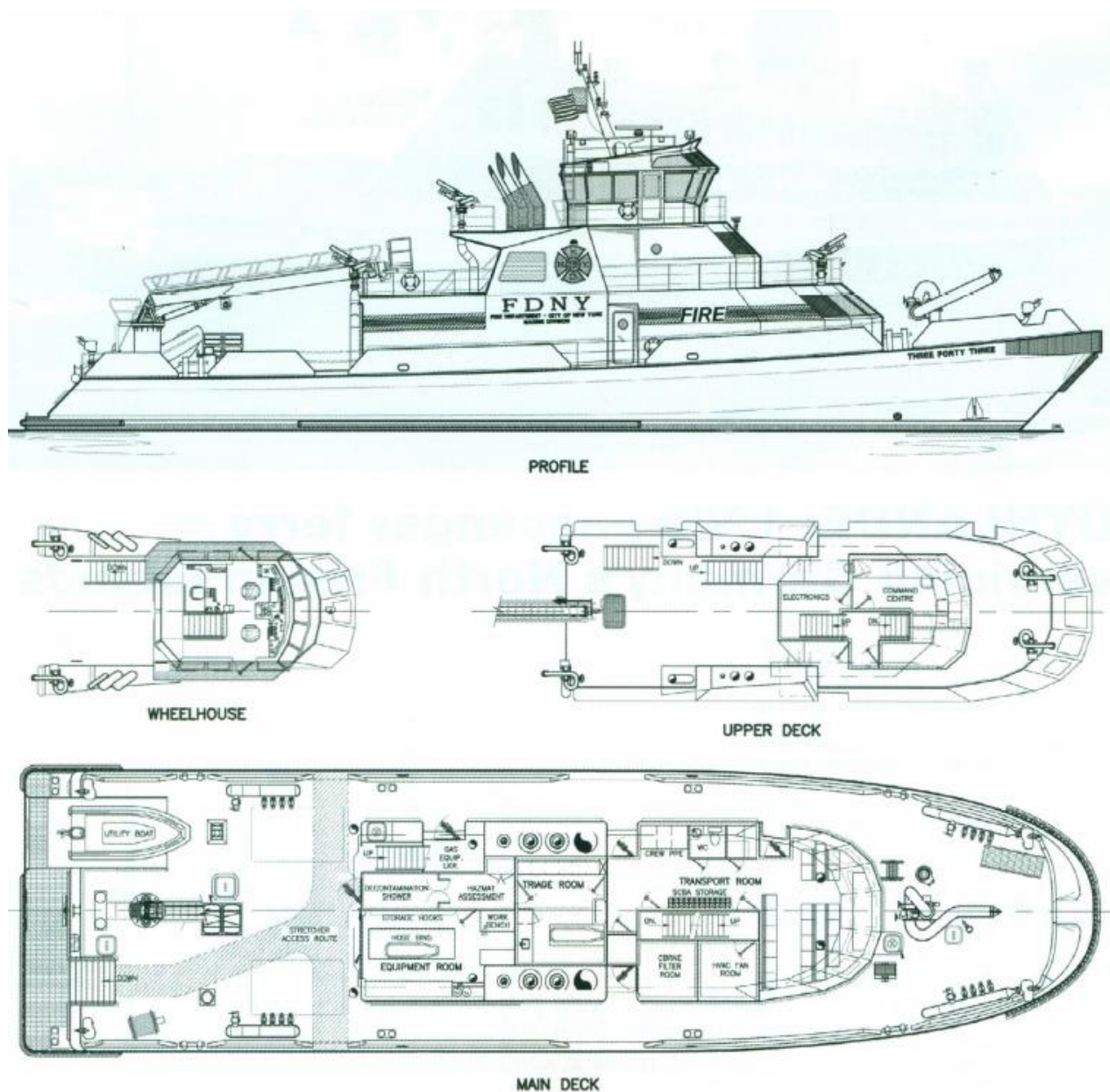


Рис.4.8 Компонування ПС «Three Forty Three»

4.4.2 Пожежні буксири

Компонування і загальне розташування пожежних буксирів менш різноманітні, ніж у ПС, хоча і підпорядковані певною мірою завданням суден з проведення протипожежних операцій.

За останні роки пожежні буксири отримали загальне визнання як самостійна спеціалізована група портових суден. Якщо раніше портові буксири, і зокрема кантувальники, періодично використовувалися в якості допоміжних протипожежних засобів (в міру продуктивності їх пожежних насосів), то з розширенням нафтоперевезень, значним зростанням кількості великотоннажних танкерів виявилася доцільність і економічність створення таких буксирів-кантувальників. Протипожежні засоби таких суден дозволили б їм вести самостійну боротьбу з пожежами без зниження їх буксирувальних якостей. Ці судна не можуть повністю замінити спеціалізовані ПС, але вони мають велике значення для забезпечення безпеки акваторії порту і обслуговують в порту транспортні і особливо нафтоналивні судна [8].

Дизель-електричний пожежний буксир «Міхель Петерсен» (основні елементи: довжина 26,7 м; ширина 7,9 м; висота борту 4,1 м; осадка 3,5 м) завдяки своїм протипожежним функціям має оригінальний зовнішній вигляд [8] (рис.4.10). Солідна щогла до корми від ходової рубки служить для виведення газовихлопних труб. Вона несе на собі сигнальне і навігаційне обладнання, а також спеціальний майданчик для двох пожежних лафетних стволів, що знаходиться на висоті 11 м від ватерлінії. Розподіл судна на відсіки звичайний для буксирів-кантувальників, якщо не брати до уваги збільшених розмірів МВ, викликаних насиченням його механізмами і обладнанням. Дещо більш звичайного розвинена палубна рубка за рахунок обладнання на судні житлових приміщень екіпажу (14 осіб) в зв'язку з бажанням судновласника використовувати буксир в міру можливості для морських переходів.

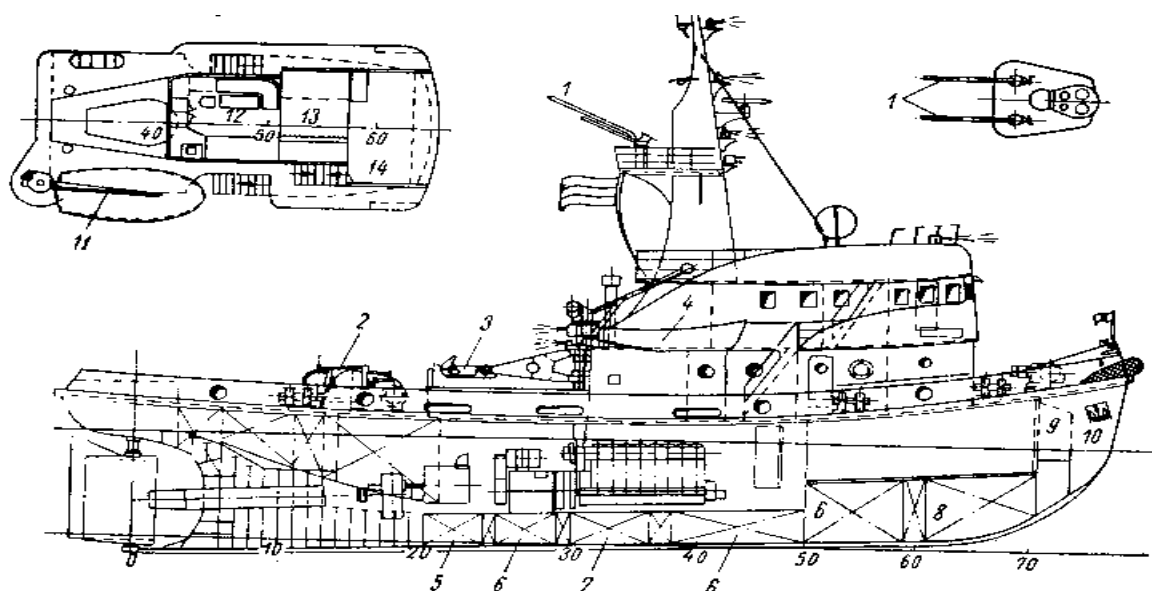


Рис. 4.10 Схема загального розташування пожежного буксира «Міхель Петерсен»

1 – лафтні стволи; 2 – буксирна лебідка; 3 – буксирний гак; 4 – робоча шлюпка; 5 – цистерна для стічного пального; 6 – цистерна дизельного пального; 7 – цистерна охолоджуючої води; 8 – цистерна прісної води; 9 – ланцюговий ящик; 10 – форпик; 11 – шлюпбалка; 12 – каюта капітана; 13 – штурманська; 14 – рульова рубка.

Ємності для суднових запасів палива, прісної води і масла забезпечують пожежному буксиру «Міхель Петерсен» автономність плавання близько 10 діб. Цистерни для піноутворювача загальною ємністю 10 м^3 розміщені в кормі за перебіркою МВ по бортах.

Приводом двох головних генераторів є дизелі MAN потужністю по 800 к. с. кожен. Пожежно-рятувальний електроприводний насос має продуктивність $350 \text{ м}^3/\text{год}$ при напорі 11 кг/м^2 , (електродвигун потужністю 219 к. с.), а електронасос для подачі піноутворювача – продуктивність 210 л/хв при напорі 13 кг/м^2 . Підчас пожежогасіння або при рятувальних роботах один з двох головних генераторів забезпечує електропостачання пожежних насосів. У разі роботи другого генератора отримують швидкість ходу судна до 11 вузл і тягу на гаку до 15 т, що цілком достатньо для маневрування при виконанні проти-пожежних і аварійно-рятувальних операцій.

В іншому компонування пожежного буксира «Міхель Петерсен», як і багатьох буксирів цього класу, є досить близьким до компонування звичайних портових і прибережних буксирів.

Компонування портових буксирів, які мають протипожежне обладнання, практично не відрізняється від буксирів, на яких це обладнання не встановлюється. На додаток до звичайного оснащення таких буксирів передбачаються лише один лафетних ствол, цистерна з піноутворювачем (зазвичай вклада в МВ) і невеликий насос для подачі піноутворювача. Робота протипожежної системи забезпечується судновими пожежними насосами, напір яких в необхідних випадках приймається підвищеним [8].

Навіть малі портові буксири можуть забезпечуватися протипожежним обладнанням.

4.4.3 Пожежні катери

Компонування пожежних катерів специфічне в силу їх малих розмірів. Схема відсіків проста, так як корпус катерів поділений, як правило, трьома поперечними перебірками на чотири відсіки: форпик, житловий відсік, МВ та ахтерпик.

На відміну від портових буксирних катерів, МВ пожежних катерів зазвичай має велику довжину для можливості розміщення в ньому, крім звичайних головних і допоміжних двигунів, також пожежних насосів і цистерни з піноутворюючою рідиною. ВП пожежних катерів має невелику сидловатість в носовій частині; в кормовій частині рекомендується не передбачати сидловатість. Невелика рубка на ВП служить для розміщення рульової і агрегатних. Допоміжний буксирний пристрій передбачається досить рідко, з тим щоб не захаращувати кормову ВП. Лафетні стволи звичайно розміщуються в носовій частині перед рульової рубкою, на даху рульової рубки і в кормовій частині ВП. Всього зазвичай встановлюють від одного до чотирьох пожежних лафетних стволів [8].

Варіант компоновки пожежного катера зображений на рис. 4.11. Це досить простий тип портового пожежного засобу, який зберігає ряд буксирувальних якостей, таких необхідних портовим суднам. Такий пожежний катер може бути створений як модифікації будь-якого портового буксира малої потуж-

ності (в діапазоні 150-350 к.с.). Розміри і потужність деяких подібних катерів ЕУ наведені в табл. 4.2 [8].

Таблиця 4.2

Судно	$L_{\text{пп}}, \text{ м}$	$B, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$d, \text{ м}$	$N_{\text{ЕУ}}, \text{ к.с.}$
Порту Лондон	18,29	4,27	2,36	1,14	230
-- Роттердам	20,48	5,0	2,68	1,92	240
-- Бомбей	21,34	5,18	2,35	1,68	380

Корпус катера розділений трьома поперечними водонепроникними перебірками на 4 відсіки: форпик з ланцюговим ящиком, каюту відпочинку екіпажу (вахтове приміщення), поєднане МВ і насосне відділення і ахтерпик. Катер має невисокий уступ в носовій частині, з тим щоб забезпечити нормальну висоту каюти відпочинку і дещо поліпшити морехідні якості при роботі на рейдах. Палубна рубка призначена для рульової. Протипожежне обладнання: два лафетних ствола, розподільні клапанні коробки, в'юшки для шлангів (розміщені на ВП і на даху рубки). За машинним капом закріплений буксирний гак з обмежувачами. У МВ, крім головного двигуна і обслуговуючих його механізмів, встановлений пожежний дизель-насос. Внаслідок цього МВ видовжене більш ніж в 1,5 рази в порівнянні зі звичайним МВ аналогічних буксирів. На буксирі є піногенераторна установка і система водяної завіси.

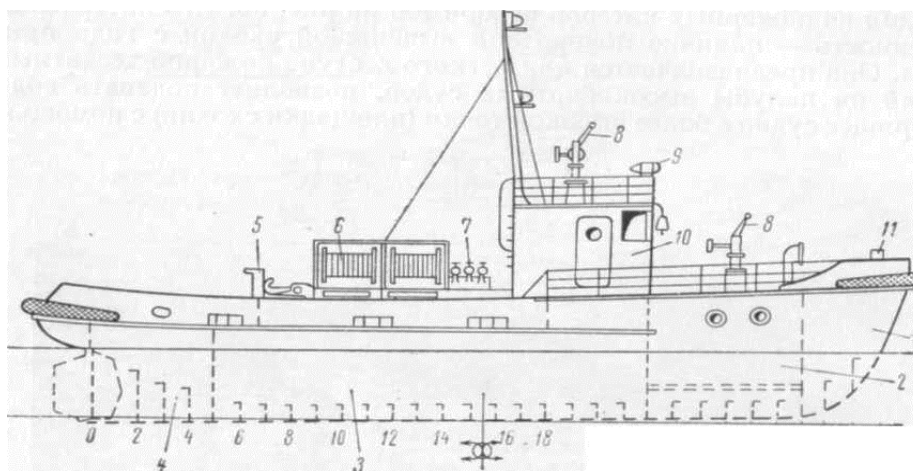


Рис. 4.11. Схема пожежного катера.

1 – форпик; 2 – житлове приміщення; 3 – МВ; 4 – ахтерпик; 5 – обмежувачі буксирного троса; 6 – в'юшки з пожежними шлангами; 7 – пожежні різки; 8 – лафетний ствол; 9 – прожектор; 10 – рульова рубка; 11 – буксирний бітєнг.

Контрольні питання

1. Які житлові приміщення на суднах рятувального класу, крім житлових приміщень, необхідно передбачити?
2. Які палуби на рятувальних суднах, служать для розміщення житлових, громадських, службових, господарських та санітарно-гігієнічних приміщень?
3. Які приміщення розташовуються в рубках рятувальних суден?
4. Навести перелік основних медичних приміщень рятувального судна.
5. У чому полягає необхідність розміщення спеціальних приміщень, властивих тільки суднам рятувального класу?
6. Якими спеціальними приміщеннями обладнуються рятувальні судна і як вони розміщуються?
7. Наведіть особливості розміщення постів водолазної служби.
8. Як планується розташування рульової рубки?
9. Охарактеризувати три напрямки у вирішенні питання компоновки вузла компоновки водолазних приміщень і буксирної лебідки.
10. Навести особливості архітектурно-конструктивного типу європейських рятувальних суден.
11. Яке основне призначення, проектні і конструктивні особливості рятувальних буксирів?
12. Чим відрізняються рятувальні катери берегових станцій від інших суден рятувального класу?
13. Навести особливості вирішення питання для забезпечення підвищеної остійності рятувальних катерів.
14. Які особливості конструкції корпусу і розташування приміщень рятувальних катерів?
15. Які фактори впливають на загальне компоновання пожежних суден?
16. Що є спільним в архітектурному типі різноманітних спеціалізованих пожежних суден?

17. Навести розподіл поділ на відсіки, і компонування приміщень одного з пожежних суден.
18. Як комплектуються і розміщуються житлові приміщення на пожежних суднах?
19. Яким основним завданням підпорядковане компонування і загальне розташування пожежних буксирів?
20. Який розподіл на відсіки пожежних буксирів?
21. Охарактеризувати електроенергетичну установку пожежного буксира.
22. Навести специфічні особливості компонування пожежних катерів на відміну від портових буксирних катерів.
23. Які ознаки архітектурно - конструктивного типу має пожежний катер?

ДОДАТОК

Таблиця Д1. Координати ТЧ пожежного буксира

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0,000	0,000	6,000	4,605	2,750	4,560	9,945	0,000	0,529
0,150	0,000	4,655	4,605	3,320	5,360	9,945	1,904	1,060
0,150	0,300	5,950	4,605	0,000	5,430	9,945	2,963	1,760
0,150	0,000	5,970	5,940	0,000	0,846	9,945	3,886	2,460
0,300	0,000	4,100	5,940	0,282	1,060	9,945	3,668	3,160
0,300	0,800	5,930	5,940	1,199	1,760	9,945	3,870	3,860
0,300	0,000	5,950	5,940	1,975	2,460	9,945	3,950	4,560
0,600	0,000	3,456	5,940	2,840	3,160	9,945	3,950	5,010
0,600	0,353	5,930	5,940	2,963	3,860	9,945	0,000	5,150
0,600	1,129	5,784	5,940	3,230	4,560	11,280	0,000	0,494
0,600	0,000	5,830	5,940	3,600	5,150	11,280	2,300	1,060
1,935	0,000	2,400	5,940	0,000	5,290	11,280	3,300	1,760
1,935	0,423	3,160	7,275	0,000	0,635	11,280	3,650	2,460
1,935	0,917	3,860	7,275	0,835	1,060	11,280	3,810	3,160
1,935	1,270	4,560	7,275	1,834	1,760	11,280	3,950	3,860
1,935	2,116	5,643	7,275	2,539	2,460	11,280	3,950	4,560
1,935	0,000	5,710	7,275	2,980	3,160	11,280	3,950	4,585
3,270	0,000	1,763	7,275	3,390	3,860	11,280	0,000	4,730
3,270	0,635	2,460	7,275	3,600	4,560	12,620	0,000	0,458
3,270	1,199	3,160	7,275	3,830	0,000	12,620	2,650	1,060
3,270	1,693	3,860	7,275	0,000	0,000	12,620	3,500	1,760
3,270	2,116	4,560	8,610	0,000	0,564	12,620	3,809	2,460
3,270	2,800	5,500	8,610	1,370	1,060	12,620	3,880	3,160
3,270	0,000	5,570	8,610	2,500	1,760	12,620	3,950	3,860
4,605	0,000	1,200	8,610	3,033	2,460	12,620	3,950	4,560
4,605	0,494	1,760	8,610	3,386	3,160	12,620	3,950	4,514
4,605	1,270	2,460	8,610	3,670	3,860	12,620	0,000	4,660
4,605	1,904	3,160	8,610	3,810	4,560			
4,605	2,400	3,860	8,610	3,950	4,867			
			8,610	0,000	5,010			

продовження таблиці Д1

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
13,95	0,000	0,423	17,96	0,00	0,317	21,960	0,000	0,212
13,95	2,750	1,060	17,96	1,270	1,060	21,960	0,060	1,060
13,95	3,600	1,760	17,96	2,540	1,760	21,960	0,500	1,760
13,95	3,880	2,460	17,96	3,245	2,460	21,960	1,552	2,460
13,95	3,950	3,160	17,96	3,668	3,160	21,960	2,680	3,160
13,95	3,950	3,860	17,96	3,950	3,860	21,960	3,386	3,860
13,95	3,950	4,560	17,96	3,950	4,560	21,960	3,700	4,560
13,95	3,950	4,514	17,96	3,950	4,585	21,960	3,880	4,796
13,95	0,000	4,660	17,96	0,000	4,660	21,960	0,000	4,870
15,29	0,000	0,388	19,29	0,000	0,282	23,295	0,000	1,975
15,29	2,610	1,060	19,29	0,750	1,060	23,295	0,670	2,460
15,29	3,456	1,760	19,29	1,834	1,760	23,295	2,000	3,160
15,29	3,810	2,460	19,29	2,820	2,460	23,295	3,104	3,860
15,29	3,880	3,160	19,29	3,400	3,160	23,295	3,257	4,560
15,29	3,950	3,860	19,29	3,810	3,860	23,295	3,738	4,867
15,29	3,950	4,560	19,29	3,950	4,560	23,295	0,000	4,940
15,29	3,950	4,514	19,29	3,950	4,655	24,630	0,000	2,610
15,29	0,000	4,660	19,29	0,000	4,730	24,630	1,000	3,160
16,62	0,000	0,353	20,63	0,000	0,247	24,630	2,610	3,860
16,62	1,975	1,060	20,63	0,282	1,060	24,630	3,245	4,560
16,62	3,100	1,760	20,63	1,200	1,760	24,630	3,527	4,937
16,62	3,527	2,460	20,63	2,257	2,460	24,630	0,000	5,010
16,62	3,810	3,160	20,63	3,104	3,160	25,965	0,000	3,033
16,62	3,950	3,860	20,63	3,600	3,860	25,965	1,734	3,860
16,62	3,950	4,560	20,63	3,860	4,560	25,965	2,750	4,560
16,62	3,950	4,514	20,63	3,950	4,726	25,965	3,10	5,000
16,62	0,00	4,660	20,63	0,000	4,800	25,965	0,00	5,050
						27,30	0,000	3,860
						27,30	1,975	4,560
						27,30	2,400	5,080
						27,30	0,000	5,120
						28,05	0,000	4,560

Таблиця Д2. Координати ТК буксира-рятівника

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0,00	0,00	9,40	9,51	0,00	0,98	16,64	0,00	0,58
0,79	0,00	7,04	9,51	0,29	1,37	16,64	2,72	1,37
0,79	1,17	9,20	9,51	1,30	2,27	16,64	3,91	2,27
0,79	0,00	9,20	9,51	1,90	3,17	16,64	4,49	3,17
1,19	0,00	5,90	9,51	2,61	4,07	16,64	4,78	4,07
1,19	0,20	7,00	9,51	3,13	4,97	16,64	5,10	4,97
1,19	1,56	9,17	9,51	3,71	5,87	16,64	5,22	5,87
1,19	0,00	9,17	9,51	4,05	6,65	16,64	5,30	6,35
2,378	0,00	4,89	9,51	4,95	8,80	16,64	5,45	8,50
2,378	0,49	5,90	9,51	0,00	8,90	16,64	0,00	8,70
2,378	1,17	6,94	11,89	0,00	0,78	19,02	0,00	0,48
2,378	2,54	9,11	11,89	1,09	1,37	19,02	3,23	1,37
2,378	0,00	9,11	11,89	2,32	2,27	19,02	4,46	2,27
4,756	0,00	3,30	11,89	2,89	3,17	19,02	4,92	3,17
4,756	0,49	4,20	11,89	3,47	4,07	19,02	5,12	4,07
4,756	1,16	5,10	11,89	3,94	4,97	19,02	5,36	4,97
4,756	1,75	6,00	11,89	4,34	5,87	19,02	5,45	5,87
4,756	2,22	6,85	11,89	4,62	6,55	19,02	5,47	6,25
4,756	3,80	9,00	11,89	5,21	8,70	19,02	5,50	8,45
4,756	0,00	9,00	11,89	0,00	8,90	19,02	0,00	8,65
7,134	0,00	1,86	14,26	0,00	0,68	21,39	0,00	0,39
7,134	0,20	2,15	14,26	1,97	1,37	21,39	3,48	1,37
7,134	0,87	3,05	14,26	3,18	2,27	21,39	4,80	2,27
7,134	1,59	3,95	14,26	3,76	3,17	21,39	5,20	3,17
7,134	2,23	4,85	14,26	4,23	4,07	21,39	5,36	4,07
7,134	2,80	5,75	14,26	4,63	4,97	21,39	5,50	4,97
7,134	3,24	6,75	14,26	4,86	5,87	21,39	5,50	5,87
7,134	3,80	8,90	14,26	5,04	6,45	21,39	5,50	6,20
7,134	0,00	8,95	14,26	5,36	8,60	21,39	5,50	8,40
			14,26	0,00	8,80	21,39	0,00	8,60

продовження таблиці Д2

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
23,77	0,00	0,35	30,90	0,00	0,23	40,41	0,00	0,08
23,77	3,90	1,37	30,90	3,46	1,37	40,41	0,84	1,37
23,77	5,07	2,27	30,90	4,82	2,27	40,41	1,59	2,27
23,77	5,30	3,17	30,90	5,20	3,17	40,41	2,61	3,17
23,77	5,42	4,07	30,90	5,36	4,07	40,41	3,47	4,07
23,77	5,50	4,97	30,90	5,50	4,97	40,41	4,34	4,97
23,77	5,50	5,87	30,90	5,50	5,87	40,41	4,83	5,87
23,77	5,50	6,20	30,90	5,50	6,20	40,41	4,95	6,55
23,77	5,50	8,40	30,90	5,50	8,40	40,41	0,00	6,75
23,77	0,00	8,60	30,90	0,00	8,60	42,79	0,00	0,04
26,14	0,00	0,31	33,28	0,00	0,20	42,79	0,29	1,37
26,14	4,00	1,37	33,28	2,98	1,37	42,79	0,72	2,27
26,14	5,12	2,27	33,28	4,20	2,27	42,79	1,59	3,17
26,14	5,35	3,17	33,28	4,92	3,17	42,79	2,61	4,07
26,14	5,45	4,07	33,28	5,19	4,07	42,79	3,62	4,97
26,14	5,50	4,97	33,28	5,35	4,97	42,79	4,34	5,87
26,14	5,50	5,87	33,28	5,45	5,87	42,79	4,63	6,65
26,14	5,50	6,20	33,28	5,47	6,25	42,79	0,00	6,85
26,14	5,50	8,40	33,28	0,00	6,45	45,17	0,00	0,00
26,14	0,00	8,60	35,66	0,00	0,16	45,17	0,14	1,37
28,52	0,00	0,27	35,66	2,23	1,37	45,17	0,20	2,27
28,52	3,86	1,37	35,66	3,47	2,27	45,17	0,43	3,17
28,52	5,12	2,27	35,66	4,28	3,17	45,17	1,36	4,07
28,52	5,30	3,17	35,66	4,81	4,07	45,17	2,61	4,97
28,52	5,42	4,07	35,66	5,12	4,97	45,17	3,62	5,87
28,52	5,50	4,97	35,66	5,30	5,87	45,17	4,10	6,75
28,52	5,50	5,87	35,66	5,36	6,35	45,17	0,00	6,95
28,52	5,50	6,20	35,66	0,00	6,55	47,55	0,00	4,00
28,52	5,50	8,40	38,03	0,00	0,12	47,55	1,45	4,97
28,52	0,00	8,60	38,03	1,45	1,37	47,55	2,75	5,87
			38,03	2,52	2,27	47,55	3,50	6,85
			38,03	3,60	3,17	47,55	0,00	7,05
			38,03	4,26	4,07	49,92	0,00	4,97
			38,03	4,83	4,97	49,92	1,74	5,87
			38,03	5,12	5,87	49,92	2,75	6,95
			38,03	5,21	6,45	49,92	0,00	7,15
			38,03	0,00	6,65			

Таблиця ДЗ. Координати ТК океанського буксира-рятівника «Ягуар»

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0	0	0	8	6,345	10,633	24	7,531	8,7
0	0,847	0,483	8	6,768	11,6	24	7,7	9,666
0	1,14	0,97	8	9,85	11,08	24	7,7	10,633
0	1,309	1,933	8	0	11,08	24	7,7	10,95
0	0,847	2,9	12	0,508	0	24	0	10,95
0	0,254	3,966	12	1,355	0,483	32	1,186	0
0	0	4,833	12	1,779	0,97	32	3,219	0,483
0	0,085	5,8	12	2,118	1,933	32	4,651	0,97
0	0,208	6,766	12	2,287	2,9	32	6,006	1,933
0	0,847	7,733	12	2,626	3,966	32	6,684	2,9
0	1,694	8,7	12	3,134	4,833	32	7,192	3,966
0	2,71	9,666	12	3,812	5,8	32	7,531	4,833
0	3,473	10,633	12	4,566	6,766	32	7,7	5,8
0	4,481	11,6	12	5,328	7,733	32	7,7	6,766
0	4,99	12,56	12	6,052	8,7	32	7,7	7,733
0	0	13,05	12	6,599	9,666	32	7,7	8,7
4	0,169	0	12	7,069	10,633	32	7,7	9,666
4	1,016	0,483	12	7,2	11,42	32	7,7	10,633
4	1,44	0,97	12	0	11,42	32	7,7	10,65
4	1,694	1,933	16	0,678	0	32	0	10,65
4	1,44	2,9	16	1,478	0,483	40	1,525	0
4	1,016	3,966	16	1,902	0,97	40	4,058	0,483
4	1,016	4,833	16	2,664	1,933	40	5,713	0,97
4	1,271	5,8	16	3,219	2,9	40	7,022	1,933
4	1,779	6,766	16	3,812	3,966	40	7,577	2,9
4	2,541	7,733	16	4,397	4,833	40	7,7	3,966
4	3,473	8,7	16	5,074	5,8	40	7,7	4,833
4	4,481	9,666	16	5,629	6,766	40	7,7	5,8
4	5,328	10,633	16	6,222	7,733	40	7,7	6,766
4	5,837	11,6	16	6,684	8,7	40	7,7	7,733
4	6,06	12,08	16	7,107	9,666	40	7,7	8,7
4	0	12,08	16	7,446	10,633	40	7,7	9,666
8	0,339	0	16	7,49	11,2	40	7,7	10,633
8	1,186	0,483	16	0	11,2	40	7,7	10,633
8	1,609	0,97	24	0,847	0	40	0	10,633
8	1,948	1,933	24	1,271	0,483	48	0,254	0
8	1,902	2,9	24	3,172	0,97	48	4,058	0,483
8	1,987	3,966	24	4,481	1,933	48	5,498	0,97
8	2,287	4,833	24	5,244	2,9	48	6,938	1,933
8	2,626	5,8	24	5,921	3,966	48	7,531	2,9
8	3,303	6,766	24	6,43	4,833	48	7,7	3,966
8	4,019	7,733	24	6,768	5,8	48	7,7	4,833
8	4,82	8,7	24	7,069	6,766	48	7,7	5,8
8	5,667	9,666	24	7,323	7,733	48	7,7	6,766

продовження таблиці ДЗ

X	Y	Z	X	Y	Z
48	7,7	7,733	80	0	4,04
48	0	7,733	80	0,762	4,833
56	0,254	0	80	2,88	5,8
56	1,525	0,483	80	4,481	6,766
56	3,134	0,97	80	5,159	7,733
56	5,413	1,933	80	5,629	8,7
56	6,514	2,9	80	5,73	8,93
56	7,107	3,966	80	0	8,93
56	7,446	4,833	84	0	5,17
56	7,7	5,8	84	1,355	5,8
56	7,7	6,766	84	2,88	6,766
56	7,7	7,733	84	3,935	7,733
56	0	7,733	84	4,651	8,7
64	0,254	0	84	4,97	9,22
64	0,508	0,483	84	0	9,22
64	0,97	0,97	86	0	6,766
64	2,118	1,933	86	1,350	7,733
64	4,027	2,9	86	2,19	8,7
64	5,921	3,966	86	2,65	9,666
64	6,599	4,833	86	0	9,666
64	7,107	5,8	86,5	0	9,72
64	7,531	6,766			
64	7,7	7,733			
64	0	7,733			
72	0	0			
72	0,254	0,483			
72	0,254	0,97			
72	0,254	1,933			
72	0,254	2,9			
72	0,762	3,966			
72	2,241	4,833			
72	4,397	5,8			
72	5,583	6,766			
72	6,26	7,733			
72	6,684	7,733			
72	6,736	8,34			
72	0	8,34			
76	0	3,633			
76	0,424	3,866			
76	2,626	4,833			
76	3,85	5,8			
76	5,498	6,766			
76	6,091	7,733			
76	6,345	8,7			
76	0	8,7			

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ашик В.В.* Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1984. – 449 с.
2. *Бондаренко О.В., Кротов О.І., Матвеев Л.О., Прокудин С.О.* Особливості проектування транспортних суден: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – Ч. 1. – 76 с.
3. *Бондаренко О.В., Кротов О.І., Матвеев Л.О., Прокудин С.О.* Особливості проектування транспортних суден. Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – Ч. 2. – 80 с.
4. *Бронников А.В.* Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1990. – 327 с.
5. *Вашедченко А.Н.* Теория проектирования судов: В 3 ч.: Учебное пособие. – Николаев: НКИ, 1979-1981.
6. *Возный П. С., Дадгко А. Г., Васильев Е. С.* Океанский буксир-спасатель "Ягуар". // Судостроение, 1975. – № 9. – С. 8–10.
7. *Возный П. С., Дадгко А. Г., Кириллов Е. А.* Новые буксиры- спасатели. // Судостроение, 1975. – № 10. – С. 6–10.
8. *Гурович А.Н., Родионов А.А.* Проектирование спасательных и пожарных судов, Л., «Судостроение», 1971. 288 с.
9. *Каткевич В.* Украина: Службы спасения на море // Судоходство. – 2003. № 3–4. С. 33–34.
10. *Костров М.* Проблемы поиска и спасения на водных объектах Украины // Зеркало недели, 2000. № 46 (319).
11. *Кротов О.І., Голіков В.І., Єганов О.Ю., Бондаренко О.В.* Проектування морських транспортних суден. Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 156 с.
12. *Кротов О.І., Голіков В.І., Єганов О.Ю., Бондаренко О.В.* Проектування малотоннажних суден. Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 158 с.
13. *Ле Куанг Хунг.* Определение главных элементов спасательных судов. Дисс. на соискание канд. техн. наук. – Николаев: НУК, 2006.
14. *Ле Куанг Хунг.* Определение показателя эффективности выполнения спасательным НУК судом своих функциональных операций // 36. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2005. – № 5 (404). – С. 20–28.

15. *Ле Куанг Хунг*. Решение оптимизационной задачи определения главных элементов спасательных судов // 3б. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2006. – № 1 (406). – С. 53–60.
16. *Любимов Е.В.* Выбор проектных характеристик пожарных судов на ранних стадиях проектирования // Судостроение, 1986. – № 3. – С. 45.
17. *Любимов Е.В., Хализев О.А.* Особенности проектной оценки нагрузки и остойчивости спасательных и пожарных судов. Труды ЛКИ: Актуальные вопросы проектирования судов. 1986. С 65–68.
18. (16)*Мангаев Г. А.* Спасательные суда пр. 527 и его модификации. // Судостроение, 2005. – № 2. – С. 17–31.
19. (17)*Некрасов В.А., Ле Куанг Хунг*. Задача исследовательского проектирования спасательного судна // 3б. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2004. – № 5 (398). – С. 3–12.
20. (18)Правила класифікації та побудови морських суден. Регістр судно-плавства України. Т. 1–2. – Київ, 2018.
21. (19)*Прокофьев О.* Пожарное судно для нефтетерминала. // Судоходство, 2002. – № 7–8. – С. 35–38.
22. (20)*Сидорченко В.Ф.* Суда-спасатели и их служба. – Л., «Судостроение», 1983, 240 с.
23. (21)*Тихомиров А. А., Ильин А. Н.* Многоцелевые пожарно-спасательные суда. // Судостроение. – 2001. – № 6. – С. 13–15.
24. (22)*H. Schneekluth and V. Bertram.* Ship Design for Efficiency and Economy. Butterworth-Heinemann, 1998. – 218 p.
25. (23)*Holtrop J.E.* Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data. International Shipbuilding Progress/ V. 31, Nr 363. – 1984. – P. 272-276.
26. (24)*Holtrop J., Mennen G. J.* An approximate power prediction method // International Shipbuilding Progress, Vol. 29, July 1982. P. 166–170.
27. (25)*Oortmerssen G. van.* A Power prediction method and its application to small ships // International Shipbuilding Progress, 1971, Vol. 18, No. 20. P. 397