НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

О. В. БОНДАРЕНКО, О. І. КРОТОВ,
А. О. АСТАХОВА, О. Г. МИРОНОВ

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН



Навчальні посібники
серія

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

**О. В. БОНДАРЕНКО, О. І. КРОТОВ,
А. О. АСТАХОВА, О. Г. МИРОНОВ**

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою НУК

ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2026

УДК 629.5(075)
О-72

Автори:
О. В. Бондаренко, канд. техн. наук, проф.;
О. І. Кротов, канд. техн. наук, проф. НУК;
А. О. Астахова, старш. викладач кафедри теорії та проєктування суден;
О. Г. Миронов, зав. лаб. кафедри теорії та проєктування суден

Рецензенти:
Л. І. Коростильов, д-р техн. наук, проф. кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля;
Д. Ю. Литвиненко, канд. техн. наук, доцент

Рекомендовано Методичною радою НУК
як навчальний посібник

Особливості проєктування рятувальних і пожежних суден : навчальний посібник / О. В. Бондаренко, О. І. Кротов, А. О. Астахова, О. Г. Миронов. – Миколаїв : НУК, 2026. – 150 с.

О-72

У посібнику розкриваються особливості проєктування 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 G11 Машинобудування спеціалізації G11.04 Суднобудування, і може бути корисним студентам інших спеціальностей.

Методична основа, теоретичний та фактичний матеріал посібника можуть бути використані студентами під час виконання курсових і дипломних проєктів.

УДК 629.5(075)

© О. В. Бондаренко, О. І. Кротов,
А. О. Астахова, О. Г. Миронов, 2026
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2026

ЗМІСТ

ОСНОВНІ СКОРОЧЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ 5

ВСТУП 6

1. ПРИЗНАЧЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СУДЕН 8

1.1. Сучасний стан флоту рятувальних суден та їх призначення 8

1.2. Класифікація рятувальних суден 13

1.3. Характеристика рятувальних суден і засобів 15

2. ВИЗНАЧЕННЯ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН 38

2.1. Загальні положення 38

2.2. Автономність плавання і комплектація екіпажу 39

2.3. Відношення головних розмірів 46

2.4. Вибір проєктних характеристик 56

2.5. Конструктивний диферент 67

2.6. Характеристики складових навантаження мас 69

2.8. Розробка схеми відсіків і диферентування 78

3. ФОРМА КОРПУСУ 89

3.1. Коефіцієнти теоретичного креслення 89

3.2. Форма обводів 91

4. ПРИНЦИПІАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН..... 103
4.1. Рятувальні судна..... 103
4.2. Рятувальні буксири..... 115
4.3. Рятувальні катери..... 119
4.4. Пожежні судна, буксири й катери..... 126
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... 141
ДОДАТОК..... 143

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

ВСТУП

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

Специфічні особливості рятувальних (РС) і пожежних суден (ПС) не дозволяють використовувати під час їх проєктування звичайні методи, норми, розрахунки, що широко використовуються для морських транспортних суден. Особливості корпусу, суднових пристроїв, систем та обладнання, використання спеціального рятувального, протипожежного й 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 проєктування транспортних і малотоннажних суден [2,3,7,8]. У ньому здійснена спроба узагальнити й проаналізувати досвід проєктування рятувальних і пожежних суден, систематизовані статистичні дані та рекомендації щодо їх використання. Наведені залежності для вибору головних розмірів та їх співвідношень архітектурно-конструктивному типу, характеристик форми корпусу, навантаженню мас, рекомендації із загального розташування та інших основних розділів концептуального проєктування рятувальних пожежних суден.

Навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за освітньо-професійними програмами бакалаврів та магістрів зі спеціальності G11 Машинобудування спеціалізації G11.04 Суднобудування, і може бути корисним студентам інших спеціальностей, а також спеціалістам.

Автори з подякою приймуть усі зауваження і побажання.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СУДЕН

1.1. Сучасний стан флоту рятувальних суден та їх призначення

У сучасних умовах за стрімко зростаючих транспортних перевезень водними шляхами, особливе значення має забезпечення безпеки плавання. Незважаючи на те, що на суднах з'явилися більш досконалі навігаційні прибори та системи, підсилився 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.

Із 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 й ведення промислу в економічній зоні. Для сучасних рятувальних служб України базовим став Указ Президента України від 03.06.99 р. «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 [5].

Збільшення аварійності на морі пояснюється постійно й швидко зростаючою інтенсивністю морського судноплавства,

різким підвищенням обсягів транспортування вантажів морем, розвитком нафтогазових та інших морських промислів.

В Україні статистика надзвичайних ситуацій на морі останніх років має тенденцію до постійного зростання [5]. Тільки на початку 2000-х років на Чорному морі мали місце дев'ять надзвичайних ситуацій з плавзасобами: сталося руйнування теплоходів «Тіксі» і «Славутич 16», у керченському каналі зіткнулися судно та чорноморський сейнер, посаджені на мілину чотири баржі, платформа № 3039, рибальське судно «Чорноморець», яхта в бухті Омега. У 2002 році відбулося 57 аварійних випадків. У результаті подій 2003 року загинуло 4 людини, травмовано 5 осіб. У зоні державної відповідальності за навігаційне забезпечення в період 1999–2003 рр. відбулося 103 морських аварій і подій, з них 65 – навігаційних [6].

Згідно із звітом «Стан безпеки судноплавства та аварійності із суднами на морському та внутрішньому водному транспорті в Україні (у тому числі і за її межами, але з українськими суднами), включаючи маломірні (малі) судна, за 2022 рік з наростаючим підсумком» державної служби «Морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України», протягом 2022 року на суднах морського і внутрішнього водного транспорту України, у тому числі з маломірними (малими) суднами, сталося 22 аварійні події, у яких 2 особи загинули. За аналогічний період 2021 року на морському і внутрішньому водному транспорті України, у тому числі з маломірними (малими) суднами, сталося 55 аварійних подій, у яких 5 осіб загинули та 7 осіб отримали травми. Таким чином, загальна кількість аварійних подій, що сталися протягом 2022 року, у порівнянні з 2021 роком, зменшилась на 33 аварійні події (–60 %) [1].

Основними причинами аварійних подій на морському та річковому транспорті, які сталися протягом 2022 року, є наступні:

– організаційні причини – 7 випадків (32 %) (неналежна організація несення вахтової служби на ходовому містку для забезпечення безаварійного плавання судна, порушення вимог відповідних Правил плавання, Обов'язкових постанов по морських портах та Правил судноплавства, а також порушення правил техніки безпеки та охорони праці, тоді як у 2021 році – 24 випадки (43 %);

– технічні причини – 5 випадків (23 %) (неналежна організація виконання правил технічного обслуговування рульового та якірного пристрою судна, а також експлуатації головних двигунів, зокрема, відсутність контролю за станом паливних і масляних фільтрів та їх вчасною заміною відповідно до плану технічного обслуговування або раніше через незадовільний (засмічений) стан паливних та масляних фільтрів, використання), проти 17 випадків (31 %) протягом 2021 року;

– навігаційні причини – 10 випадків (45 %) (потрапляння на мілину, здійснення навалу на інші судна, що стоять на якорі та біля причалу), проти 12 випадків (22 %) протягом 2021 року.

Розподіл аварійних подій за 2022 рік за місцем їх виникнення складається таким чином, що: 27 % від загальної кількості аварійних подій сталося у морських районах (у відкритому морі, акваторії морських портів, каналів, якірних стоянок тощо), проти 53 % протягом 2021 року; 73 % від загальної кількості аварійних подій сталися на річкових внутрішніх водах.

Серйозні аварії танкерів «Волго-Балт-115» з великим по об'єму розливом мазуту внаслідок потрапляння на мілину у шторм сталися також у кінці 2024 року в Азовському морі.

До 1991 року пошуково-рятувальні операції на Чорному та Азовському морях здійснював Одеський експедиційний загін аварійно-рятувальних і підводно-технічних робіт, у складі якого було понад 15 морських буксирів і до 20 різних плавзасобів [6]. Спеціалізовані пошуково-рятувальні завдання виконувала й аварійно-рятувальна служба Чорноморського флоту.

Від потужної в минулому рятувальної бази Чорноморсько-Азовського басейну зараз залишилося два буксири – «Світломор-4» і «Сапфір» [6].

Єдиним українським цивільним спеціалізованим судном, яке постійно перебуває в пошуково-рятувальній готовності, є рятувальний буксир «Сапфір» проєкту 1454, тип «Наполегливий», який належить казенному підприємству «Морська пошукова – рятувальна служба». Окрім рятувального буксиру, КП МПРС має 8 пошуково-рятувальних катери. Ще одне багатофункціональне пошуково-рятувальне судно «Олександр Охрименко» проєкт 2262, тип «Светломор», входить до суден допоміжного флоту ВМС України [1].

За останні роки оновлення складу практично обмежилося введенням в експлуатацію одного пожежного судна проєкту 50320. Судно призначалось для обслуговування термінала нафтопроводу «Одеса–Броди».

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

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

Часто в рятувальних операціях беруть 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 у корпусі аварійного судна й відкачування води з його відсіків; ці операції проводяться спеціально навченим екіпажем рятівника, яке має у своєму складі досвідчених водолазів. На судні-рятівнику передбачаються: аварійне майно – підпори, клини, пробки тощо; запаси матеріалів для виготовлення жорстких пластирів (звичайно дерев'яних); засоби підводного різання металів; потужні переносні водовідливні засоби, що перевантажуються на аварійне судно;

– буксирування аварійного судна на базу за відсутності хвилювання великих труднощів не додає і може бути виконане будь-якими суднами. Однак у штормових умовах воно стає дуже складним. Труднощі виникають уже на початку, під час заведення буксирного троса. Судно-рятівник повинно мати хороші маневрені якості при малій швидкості ходу, щоб в умовах хвилювання зблизитися з аварійним судном та утримуватися біля нього, поки не буде заведений буксир. Під час буксирування суден великої водотоннажності, коли в умовах хвилювання виникають ривки в буксирному тросі, на рятівниках 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. У даному випадку доступ до них є ускладненим. З цієї причини часто вдаються до підводного бетонування, яке проводять зсередини судна. Потім рятівники готують аварійне судно до стягування з мілини. За величиною 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 доводиться розробляти у грунті канал. Для досягнення великого стягувального зусилля використовують гіні. Робота з підготовки до стягування судна з мілини може продовжуватися декілька діб. Зняте з мілини судно буксирують у базу для подальшого ремонту;

– гасіння пожеж на суднах та берегових об'єктах. Щоб погасити пожежу на судні в морі або на береговій споруді (причалі, складі), рятувальному судну необхідно підійти на близьку відстань до об'єкта, що горить і виділяє велику кількість тепла. Виникає небезпека виникнення пожежі на самому рятувальнику, для попередження якої воно обладнується системою водяних завіс. Під час гасіння 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 покладають і додаткові задачі, наприклад, буксирування на далекі відстані плавучих доків, напів занурених платформ, підйом затонулих об'єктів тощо.

1.2. Класифікація рятувальних суден

У зв'язку із розвитком флотів різних призначень задачі аварійно-рятувального забезпечення суттєво ускладнилися. Створення рятувальних суден, здатних вирішувати однаково ефективно всі розглянуті вище задачі, стало затрудненим і навіть нераціональним, оскільки РС у цьому випадку буде мати велику водотоннажність і на його побудову та

експлуатацію необхідне підвищення витрат. Тому для другої половини минулого століття характерною є побудова суден-рятівників з обмеженими функціями.

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 й 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 й порятунку в прибережних зонах людей на воді (моряки із затонулих суден, що утримуються на воді на різноманітних рятувальних пристроях, рибалки та ін.);

– ПС, призначені для гасіння пожеж на суднах і берегових об’єктах;

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

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

1.3. Характеристика рятувальних суден і засобів

1.3.1. Загальні вимоги під час проєктування

Нижче подаються деякі загальні положення, на які останніми роками звертається особлива увага під час проєктування РС.

1. Забезпечення можливості виконання рятувальних робіт у 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 закрить, 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 у складних метеорологічних умовах. Тому рятівники обладнують двовальними механічними установками, гвинтами регульованого кроку або крильчастими рушіями, підрулювальними пристроями. Рульова рубка виконується достатньо широкою, щоб мати під час управління судном круговий огляд.

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

2. Використання останніх досягнень науки й техніки. У наш час під час проєктування РС і засобів використовують новітні досягнення в різноманітних областях науки й техніки.

Так у суднобудуванні з'явилися РС з новими принципами підтримання (на повітряній подушці, підводних крилах), судна з малою 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 напряму і на визначеній відстані від грунту, 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 рятівне 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 із суттєво обмеженими основними задачами, наприклад, створення платформ, що буксируються, для доставки автономних підводних апаратів до місця робіт.

Ураховуючи різноманіття рятувальних і пожежних суден, їх характеристику доцільно подавати, розглядаючи за підкласами наданої вище класифікації.

1.3.2. Рятувальні судна

Судячи з даних, опублікованих у спеціальних роботах авторів іноземних держав, у першій половині минулого століття *універсальні РС* практично не будувались. Однак у подальшому, у кінці XX і на початку XXI століття їх побудова була відновлена й більшість провідних морських країн,

таких як США, Франція, Великобританія, Німеччина, Іспанія, Греція, Японія, Австралія, Сінгапур зараз мають у складі своїх флотів багатоцільові РС.

Нижче наводяться характеристики деяких сучасних рятувальних суден.

Багатоцільове пожежно-рятувальне судно (рік побудови – 1999, Російська Федерація) (рис. 1.1). У проєкті врахована необхідність ліквідації аварій на нафтогазових промислах. У зв'язку із цим судно має наступні призначення:

– несення чергування на морських нафтогазових промислах, у 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 щодо усунення причин витоку нафти й боротьбі за непотоплюваність аварійних суден;

– забезпечення аварійних нафтогазовидобувних платформ і суден електроенергією, прісною водою та пальним;

– буксирування аварійних суден;

– огородження плями нафти, що розлилася.

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

Основні елементи й характеристики багатоцільового пожежно-буксирного судна і «Seabex one», а також деяких інших суден та їх обладнання наведені в табл. 1.1.

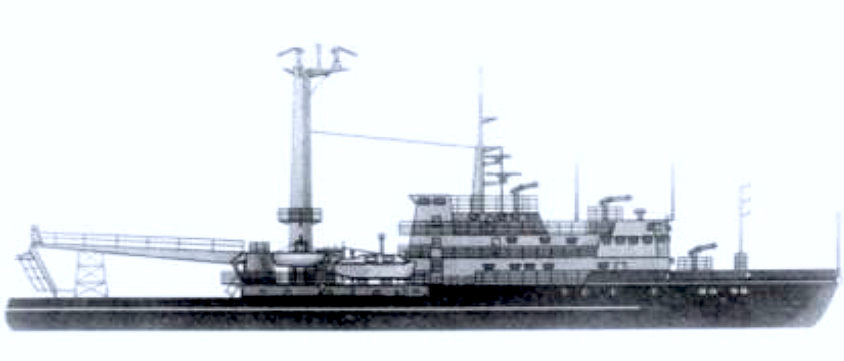

Рис. 1.1. Боковий вигляд багатоцільового пожежно-буксирного судна

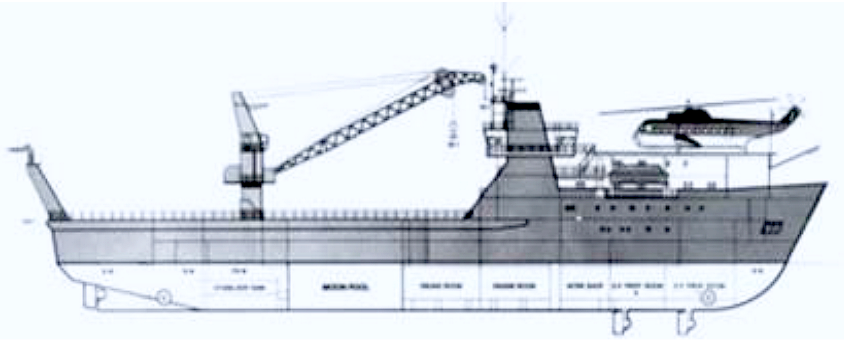

Рис. 1.2. Багатоцільове пожежно-рятувальне судно «Seabex one»

Рятувальне судно «BRP SAN JUAN» (рік побудови – 2000, Філіппіни). Фірма TSWA (Tenix Shipbuilding WA) побудувала для філіппінської берегової охорони. Судно призначене для:

– порятунку людей на морі;
– надання швидкої медичної допомоги;
– боротьби із забрудненням моря;
– гасіння пожеж на суднах, які потерпають від аварії.

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

Характеристика	Пр. Seabex one (1985 р. Німеччина)	Пр. (1999 р.)	Пр. 1993 (1981 р.)	Пр. 1721 (1983 р. Польща)	Пр. 5300 (1985 р. Нідерланди)	Hermann M. (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, вузлів	11,8	16,0	17,0	14,0	27,0	25
Дальність плавання, миль	–	3000	2100	2500	–	240
Екіпаж, осіб	90 (з водолаз.)	29	33	35	16	14
Головні двигуни, кВт	5×1290	3×1900	2×1836	2×2160	2×3550	6800
Рушій	2 ВРК	2 ВРК	2 ВРК	2 ВРК	2 ВРК; ВФК	1ВРК
Дизель-генератори	–	2×180	2×200	3×480	–	–
Аварійний ДГ, кВт	–	100	100	47	–	–
Підрулювальний пристрій	1 нос.× 590 кВт 2 корм.× 590 кВт	1нос.× 80кВт	1 нос.× 80кВт	1 нос.× 590кВт 2 корм.× 590кВт	2 нос.	–
Протипожежні насоси, подача, м3/год	4×1800	3×2500	4×1000	1×5200	1× 10002× 500	2520
Напір, МПа	1,5	1,5	1,0	–	2,0	–
Лафетні стволи, подача, м3/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	–

Судно *«BRP SAN JUAN»* 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 вузлів. Дальність плавання 1000 миль при швидкості 24,5 вузлів і 2000 миль при швидкості 15 вузлів.

Протипожежне озброєння складається з головного пожежного насоса продуктивністю 600 м^3/год і двох водяних лафетних стволів продуктивністю 300 м^3/год і радіусом дії 110 м.

Рятувальне судно SK29. У зв'язку з погіршенням умов мореплавання Німецьке товариство порятунку тих, що зазнають лихо на морі, провело переоснащення свого рятувального флоту на Балтійському і Північному морях. У рамках програми переоснащення верф «Fassmer-Werft» у 2003 р. завершила будівництво нового, найсучаснішого рятувального судна *SK*29. Під час його проєктування і будівництва були враховані останні досягнення у відповідних областях, проведені великі модельні експерименти.

Характеристики судна: довжина складає 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 у 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, отримані з довідкових джерел і спеціальної технічної літратури, а також мережі «Internet».

1.3.3. Рятувальні буксири

Океанські рятувальні буксири. Океанський рятувальний буксир кінця минулого століття «Yaguar» (рис. 1.3) за архітектурно-конструктивним типом (АКТ) є судном з подовженим баком, носовим бульбом, крейсерською кормою, з двома гвинтами регульованого кроку. Судно має необмежену

морехідність, велику дальність плавання і високу швидкість повного ходу. Непотоплюваність забезпечується в разізатоплення 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 осіб і 46 місць для врятованих. Рятувальне устаткування включає в себе буксирний пристрій, протипожежні системи, бортові рятувальні катери, водолазні станції.

Буксирний пристрій. На судні встановлена двобарабанна 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 «Yaguar»

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

Бортові рятувальні катери буксира «*Yaguar*». Порятунок людей з аварійних суден і плаваючих на воді здійснюється за допомогою невеликих бортових катерів, розміщених на буксирі, – це рятувальний катер закритого типу з управлінням з невеликої кормової рубки (рис. 1.4) і робочо-рятувальний катер (рис. 1.5). По бортах вони мають повітряні відсіки для забезпечення непотоплюваності, заповнені пінополіуретаном.

Основні характеристики рятувального катера:

Маса катера при під'йомі, 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, осіб	20
Швидкість, вузлів	7

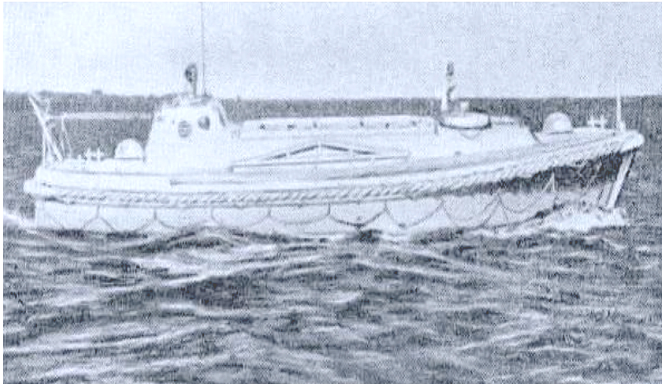

Рис. 1.4. Бортовий рятувальний катер

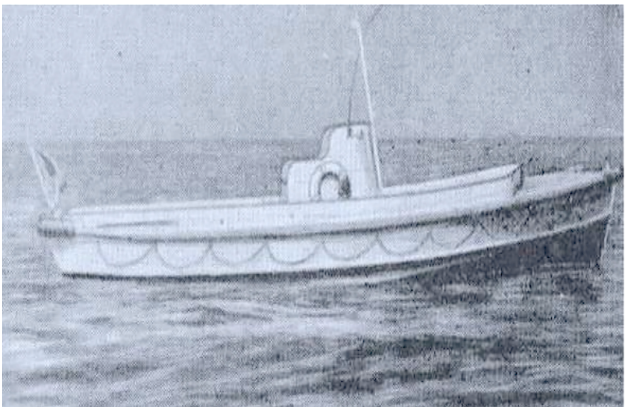

Рис. 1.5. Бортовий робочо-рятувальний катер

Бортовий робочо-рятувальний катер на буксирі відкритого типу, разом з рятуванням людей, виконує деякі роботи, наприклад, закладення швартовів рятувальника на рейдові бочки, подачу кінців, буксирування невеликих плавучих засобів. Корпус катера виготовлений із склопластика і має низку водонепроникних відсіків. Для спуску води, що потрапила в катер, слугують спеціальні шпігати з клапанами, які пропускають воду в одному напрямі (з катера). Двовальна 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, осіб:

при хвилюванні моря до 3 балів..... 50
при хвилюванні моря до 5 балів..... 20
Швидкість, вузлів 9

Протипожежні засоби. На буксирі «Yaguar» передбачені два відцентрові пожежних насоси. Схема включення допускає їх паралельну й послідовну роботу. У першому випадку загальна подача складає 1000 $м^3$/год за тиску $9{,}81 \cdot 10^5$ Па (100 м вод. ст.), у другому – 500 $м^3$/год за натиску $19{,}6 \cdot 10^5$ 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 й матеріалів. 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, двовальним, з дизель-електричною ЕУ. По морехідності воно не має обмежень плавання. Непотоплюваність забезпечена в разі затоплення одного будь-якого відсіку. За допомогою двох гвинтів у поворотних насадках досягаються хороші маневрені якості. Носовий підрулювальний пристрій у вигляді гвинта регульованого кроку у трубі покращує маневрування на малих ходах. На судні створені хороші умови для екіпажу: каютна система розміщення, система кондиціонування повітря та ін.

Протипожежні засоби: пожежний електронасос подачею 1000 $м^3$/год за тиску $9{,}81 \cdot 10^5$ 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 й 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 пожежогасіння, у тому числі два переносні піногенератори з кратністю піни близько 100. Система водяних завіс захищає буксир від теплового випромінювання при підході до об'єкта, що горить.



Рис. 1.6. Морський рятувальний буксир «Сапфір»

Буксирний пристрій: електрогідравлічна буксирна лебідка напівавтоматичного типу. Установлена на верхній палубі (ВП) у 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 (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 у 2005 р. в Японії, його водотоннажність складає 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 середньообертових дизеля типу «Wartsila», які розвивають потужність 11970 кВт. Максимальна швидкість судна 15 вузлів, автономність – 40 діб. Рятувальне обладнання включає в себе буксирний пристрій, протипожежні системи, бортові рятувальні катери, водолазні станції. Пожежний електронасос з подачею 1200 м^3/год.



Рис. 1.7. Рятувальний буксир «Fairmount Sherpa»

Рятувальний буксир «Kapitan Martyshkin» (рік побудови – 1987, Польща). 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 у поворотних насадках судно має хороші маневрені якості, максимальна швидкість його досягає 13 вузлів. Протипожежні засоби судна: пожежний електронасос з подачею 650 м^3/год, запас піноутворювача 11 м^3.

У таблиці 1.2 наведені характеристики проєктів рятувальних буксирів.

Таблиця 1.2. **Тактико-технічні характеристики рятувальних буксирів**

Характеристика	Yaguar	Purga	CH20 (В'єтнам)	Cheung Chau (Китай)	Smit Singapur (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, вузлів	18,7	14,0	14	13,3	17
Тяга на гаку, т. с.	96	32	21	54,17	189
Автономність, діб	60	20	60	–	–
Екіпаж, осіб	35	35	20	9	40
Головні двигуни, кВт	2×3310	2×1030	2×735,5	2×1471	2×8090
Рушій	2 ВРК	2 ВРК	1 гвинт	–	2 ВРК
Система пожежегасіння					
Насоси, подача, м^3/год	1×900 2×560	1000	1×350	1×360	1×100 1×1800
Лафетні стволи, подача, м^3/год	–	3×333	2×175	–	–

1.3.4. Рятувальні катери

Основним призначенням рятувальних катерів є порятунок людей під час аварій суден і літаків. Найчастіше потерпілі утримуються на воді на рятувальних засобах: надувних рятувальних плотах, шлюпках, гумових човнах. Катер (рис. 1.8) має хороші ходові й маневрені якості. Для досягнення високої швидкості ходу (понад 30 вузлів) у конструкції корпусу застосовані легкі сплави і спеціальна система набору. Головна механічна установка складається з дизеля середнього вала потужністю 3310 кВт (4500 к. с.) у форсованому режимі і двох дизелів потужністю 990 кВт (1350 к. с.), підключених до бортових валів. Як рушії використані гвинти регульованого кроку. Руль установленний 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. Установлені два допоміжні дизелі потужністю 110 кВт (150 к. с.) кожен. Вони забезпечують найбільш економічний режим малої швидкості ходу (7–9 вузлів), за якого дальність плавання катера складає 6000 миль. При швидкості ходу у 30 вузлів вона зменшується до 600 миль.

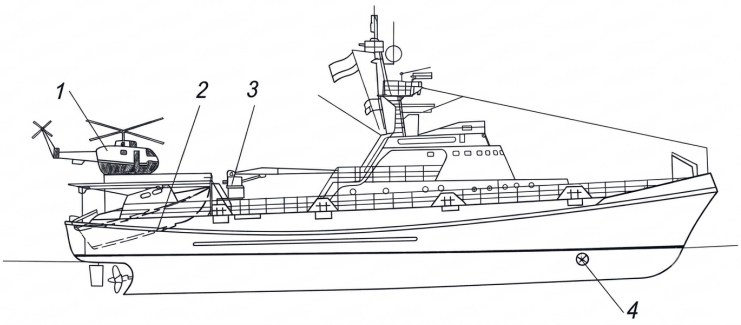

Рис. 1.8. Рятувальний катер:
1 – вертоліт; *2* – бортовий катер; *3* – поворотний кран;
4 – підрулювальний пристрій

До спеціального устаткування рятувального катера входять: бортовий катер неперевертаної конструкції (катер, будучи перевернутим, повертається в пряме положення), який розташований у кормі рятувального катера на похилих полозах і легко скидається у воду. Швидкість бортового катера 15 вузлів. Він має невеликий радарний пристрій, радіостанцію, ехолот, осушувальну систему, тобто прилади й системи, що дозволяють катеру плавати на невеликі відстані й самостійно; поворотний гідравлічний кран для підйому плаваючих плотів і надувних шлюпок разом з особовим складом; протипожежні засоби: пожежний насос, лафетний 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 висуваються до більшості ПС, визначаються основною функцією цих суден – роботою в акваторії порту і, у 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 ураховувати течії в акваторіях портів і рейдів, необхідність частого маневрування у вузкостях і т. п. До маневреності пожежних суден висуваються дуже високі вимоги. Це пояснюється необхідністю швидких і частих реверсів, поворотів, змін ходу в умовах обмеженої акваторії і швидких маневрів під час гасіння пожеж, коли декілька хвилин зволікання можуть не лише негативно позначитися на результатах протипожежних операцій,

але й 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.

Під час гасіння пожеж недопустимі зволікання в роботі ГД і при введенні в дію протипожежних установок. Тому до пожежних суден обов'язково висувають 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 й характеру вантажів, що переробляються в портах, від суднообігу портів, тоннажу й розмірів обслуговуваних суден.

Досвід проєктування та експлуатації показує, що такі допоміжні функції пожежного судна, як можливість тривалого буксирування або зняття аварійного судна з мілини, обслуговування підводних робіт, приводять 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 й не завжди можливе. Очевидно, доцільно обмежувати допоміжні функції пожежних суден, оскільки в портах ці функції з успіхом можуть виконувати буксири, водолазні боти та інші судна.

Для більшої ефективності гасіння пожежне судно повинне підходити можливо ближче до об'єктів, що горять. Під час

пожежогасіння берегових об'єктів у портах це є дуже важливо й 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 тощо.

Морське протипожежне судно.

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



Рис. 1.9. Морське протипожежне судно «Генерал Гамідов»

Основні елементи й 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 вузлів; потужність підрулювального пристрою – 185 кВт; дальність плавання (при автономності 20 діб) – 1800 миль; екіпаж – 31 особа.

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

Протипожежні засоби: чотири головні пожежні насоси загальною подачою 4000 м^3/год, сім лафетних стволів, здатних подавати на вогнище пожежі 500 м^3 води в годину на відстань близько 100 м, і гідрогармату з подачею 1000 м^3/год на відстань близько 120 м. Чотири лафетні стволи, розташованих високо на майданчиках щогл, і гідрогармата мають дистанційне керування з ходової рубки й 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'єкта, що горить.

Водовідливні засоби: занурювальні електронасоси й водоструминні ежектори. Їх передача на аварійне судно здійснюється за допомогою високого поворотного крана 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 «Al. Grethen», призначене для роботи в порту Гонолулу.

Основні елементи й 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 потреби ГД можуть бути використані для роботи пожежних насосів.

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 проєктна, м	2,74
Водотоннажність, т	497
Дедвейт, т	49,11
Водотоннажність порожнем, т	448,41
Швидкість, вузлів	17,4

Місткість танків

Пального, м^3 35,5
Питної води, м^3 3,9
Піноутворюючої рідини, м^3 12,5
Головна ЕУ
головний двигун 12V4000M70
кількість двигунів 4
потужність кожного, кВт 1680
Екіпаж, осіб 6
Пожежники, осіб 26

Базові ПС мають невелику дальність плавання і водотоннажність, але за складом протипожежних засобів та їх продуктивності часто не поступаються морським протипожежним суднам. На цих суднах передбачають використання потужності головних двигунів для забезпечення дії пожежних насосів. Останніми роками ПС 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 проєктна, м 2,0
Дедвейт, т 3,0
Водотоннажність порожнем, т 30,9
Швидкість, вузлів 15,0
Швидкість максимальна, вузлів 18,0
Дальність плавання, миль 200
Витрати пального, л/год 44

Головна ЕУ
модель головного двигуна ..... CAT C-12
кількість двигунів 339
Екіпаж, осіб..... 2
Пасажири, осіб..... 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	21,1 м
Ширина розрахункова	6,9 м
Висота борту розрахункова	10,3 м
Максимальна швидкість	41 вузлів
Головна ЕУ	Canerpiller 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 складає 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 лафетні 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 залежно від призначених задач.
5. Які основні вимоги до рятувальних суден, на які необхідно звертати особливу увагу під час їх проєктування?
6. Які особливості призначення багатоцільового пожежно-рятувального судна, у проєкті якого врахована необхідність роботи на нафтогазових промислових промислах?
7. Описати основні характеристики й засоби океанських рятувальних буксирів.
8. Яке основне призначення морських рятувальних буксирів?
9. Навести основні характеристики й засоби рятувальних катерів.
10. Які основні вимоги до більшості пожежних суден та їх обладнання?
11. Навести основні характеристики й обладнання морського протипожежного судна.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН

2.1. Загальні положення

Вибираючи головні розміри РС і ПС, на відміну від транспортних суден, для яких достатньою мірою відомі початкові умови (вантажопідйомність, швидкість ходу, пасажиромісткість тощо), проєктант зазвичай вимушений із самого початку розв'язувати задачу з багатьма невідомими. Головні розміри можуть бути визначені, уточнені, а оптимальні величини встановлені будь-яким методом і за параметрами (осадка, остійність і т. п.), що задаються.

Існують різні точки зору про основні початкові параметри для проєктування 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 всіма 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.

Визначаючи розміри РС і ПС, необхідно враховувати розміщення і компонування суднових приміщень та 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 суднах даних типів. У подальшому розміри судна, природно, підлягають уточненню з розрахунковою перевіркою всіх його характеристик.

2.2. Автономність плавання і комплектація екіпажу

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

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 суднами і здійснювати океанські й 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 й мастильних матеріалів, тим більші місткості необхідно передбачати на судні для їх зберігання. Це зі свого боку впливає на розміри судна.

Визначаючи автономність плавання, слід ураховувати, що РС мають зазвичай дві основні швидкості експлуатації: *крейсерську*, тобто найбільшу тривалу швидкість ходу, використовувану, головним чином, під час слідування до місця аварії, що сталася, і *економічну* швидкість ходу, уживану під час патрулювання або повернення на базу. Отже, найбільша тривала потужність головного двигуна / двигунів (ГД) використовується не постійно, а періодично. Проте зазвичай прийнято визначати *автономність плавання за запасами*

пального, виходячи зі значення найбільшої тривалої потужності. Таким чином, зважаючи на неповне використання потужності в експлуатації, стоянки суден у портах і в морі, фактична автономність суден може бути більша за розрахункову (запас на непередбачені випадки).

Під час проєктування РС іноді замість значення автономності плавання задаються величиною дальності плавання, що не змінює суті справи. У цьому випадку, розраховуючи запаси пального, необхідно перевіряти, за якої швидкості ходу (крейсерської або економічної) 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 вибіркові дані з довідників та інших спеціальних джерел автономності й дальності плавання деяких РС. 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 проєктування та 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.

Використовуючи економічний хід, такі запаси пального дозволять РС мати дальність плавання 12 000–18 000 миль, а буксирам-рятувальникам – близько 8000 миль, що цілком прийнятно для їх експлуатації.

Таблиця 2.1. **Автономність РС**

Найменування РС	Потужність, к. с.	Автономність, діб	Дальність плавання, милі
«Сильний»	1200	20	6000
«Стрімкий»	1200	20	5300
«Голіаф»	1800	37	11 300
«Ноорд-Холланд»	2000	72	26 000
«Британія»	2000	32	11000
«Тамаран»	1900	23	6800
«Атлант»	2200	25	8600
«Хейда Брейв»	3500	25	9000
«Якоб Ван Хеемскерк»	5400	60	22 000
«Вортис»	8200	32	11 500
«Еліс Л. Моран»	9730	25	9900

Інші суднові запаси – миттєва й 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 й потужності силової установки. У табл. 2.2 наведені, як приклад, штати екіпажу для буксира-рятувальника і РС морського флоту.

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

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 Усього екіпажу	15 25	18 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
з аварійно-рятувальних робіт 1
Тесляр 1
Матроси 3
Мотористи 3
Усього 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 з досвіду роботи аварійно-рятувальних служб наведена нижче:

Помічник капітана з аварійно-рятувальної служби	1
Лікар-фізіолог	1
Водолаз-інструктор	1
Старшини водолазної станції	2
Водолази	4
Тесляр	1
Матроси	3
Мотористи	3
Усього 16 осіб	

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

Уведення у 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 з боротьбі з пожежами, затопленням відсіків, із закладенням пластирів, закладенням пробоїн і т. п.

Вважається, що на спеціалізованих ПС необхідно передбачати запаси пального, що забезпечують безперебійну роботу всіх механізмів на повну потужність упродовж 30 год.

Для уточнення цього питання цікаво виявити вплив автономності. У середньому зі збільшенням автономності на добу швидкість ходу знижується на 0,3 вузли (за постійної потужності ЕУ), довжина судна зростає приблизно на 1,0–1,2 м, а водотоннажність – на 35–40 т.

Автономність ПС 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 вузлів, можна рекомендувати автономність дві доби. Це дозволить не лише зберегти прийнятні для експлуатації в портах розміри судна, але також зменшити його будівельну вартість.

Портові буксири (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, у портах до зовнішніх рейдів. Усі ці судна, на відміну від ПС, мають невеликий штат екіпажу, а на кантувальниках – часто тільки змінну вахту.

Ураховуючи умови експлуатації та досвід проєктування буксирних суден, можна рекомендувати наступні значення автономності: 6–10 діб – для ПБ, 3–6 діб – для портових буксирів з протипожежним устаткуванням.

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

Ураховуючи необхідність постійної готовності ПС до виконання своїх основних функцій щодо гасіння пожеж, на його борту, окрім екіпажу, завжди повинна знаходитися пожежно-десантна партія.

Для ПС найчастіше встановлюється тризмінна цілодобова вахта (тривалість кожної вахти 24 год). Приблизний штат екіпажу портового ПС з урахуванням пожежно-десантної партії наведений у табл. 2.3, де вказано також число осіб, що знаходяться на судні тільки в період вахти. Це дозволяє скоротити кількість житлових приміщень і, отже, не завищувати розміри судна. За невеликої кількості житлових приміщень можливе несення і посиленої вахти (2/3 особового складу – 26 осіб). У 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 у штат трьох матросів-пожежників (по одному матросу 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 з пожежно-технічної частини	1	–
Штурмани	3	1			
Старший механік	1	1	Командири пожежно-десантної партії	3	1
Механіки	3	1			
Боцмани Матроси 1-го класу	3	1	Командири відділень	3	2
Мотористи	3	1	Матроси-пожежники	15	8
Коки	3	1			
Разом	17	7	Разом Усього	22 39	11 18

2.3. Відношення головних розмірів

Результати статистичної обробки по спроєктованим і побудованим суднам рятувального і пожежного класів показують, що головні розміри суден, а також їх відношення всередині цих класів відрізняються залежно від типу судна й потужності ЕУ.

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 під час роботи 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 із запасом, що полегшує процес проєктування, хоча вартість побудови дещо збільшується.

Рятувальні судна. На рис. 2.1 наводяться залежності ширини B і осадки d, а також висоти надводного борту F від довжини L, отримані за результатами аналізу статистичних даних цих суден [1]. 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 мілині. Але до обмеження осадки РС, особливо універсальних і рятувальних буксирів, слід відноситися обережно, оскільки недостатня осадка погіршує морехідні якості, зменшує вітростійкість, а у штормових умовах знижує тягові характеристики судна.

У 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 найбільших РС не перевищує 5,75 м.

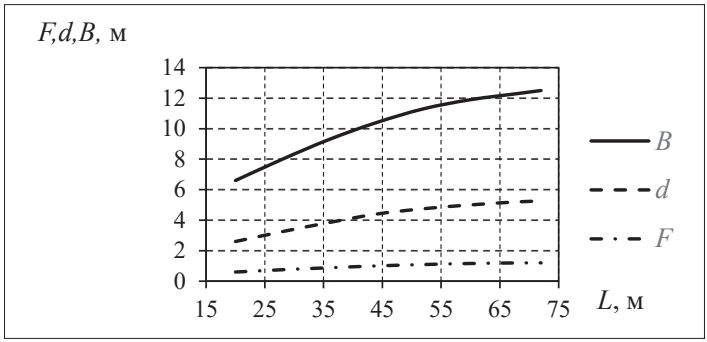

Рис. 2.1. Головні розміри рятувального судна

Отримані на основі графіків рис. 2.1 апроксимаційні залежності мають наступний вигляд [1]:

$$B = -0{,}0016 \cdot L^2 + 0{,}2638 \cdot L + 1{,}9404; \qquad (2.1)$$

$$d = -0{,}0008 \cdot L^2 + 0{,}1261 \cdot L + 0{,}3846; \qquad (2.2)$$

$$F = -0{,}0002 \cdot L^2 + 0{,}0286 \cdot L + 0{,}0969. \qquad (2.3)$$

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

Характерне для буксирів-рятівників прибережного плавання мале відношення L/B (у середньому біля 3,5) пояснюється помірними швидкостями ходу та необхідністю

підвищеної маневреності під час роботи в акваторіях портів та рейдів. У морських буксирів-рятівників середнє відношення L/B підвищується до 4,2, у рятувальних буксирів до 4,4–4,5. РС зі швидкістю 16,0–18,0 вузлів мають L/B = 5,0–5,5.

Під час проєктування РС не користуються регламентованими нормами щодо висоти надводного борту. Опрацьовані практикою відношення D/d і величини F на рис. 2.1 показують, що РС проєктуються з надлишковим надводним бортом. Навіть для малих суден його середня величина береться не менше 0,6 м і для потужних рятівників складає до 1,2 м. Можна також брати $F \geq 0{,}1 \cdot B$. Відношення D/d у середньому складає 1,2–1,25.

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

Як видно з рис. 2.2, де наведені залежності B, d і F рятувальних катерів берегових станцій від довжини, відношення L/B знаходиться в межах 3,2–3,8, причому менші значення відповідають катерам малих розмірів. 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.

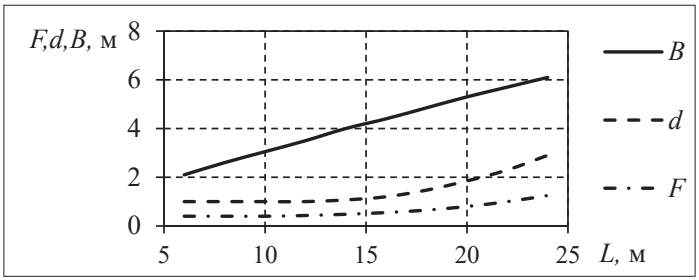

Рис. 2.2. Залежність ширини B, осадки d і висоти надводного борту F від довжини L рятувальних катерів берегових станцій

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

$$B = 0{,}2224 \cdot L + 0{,}8236; \tag{2.4}$$

$$d = 0{,}0115 \cdot L^2 - 0{,}2531 \cdot L + 2{,}3448; \tag{2.5}$$

$$F = 0{,}0047 \cdot L^2 - 0{,}1002 \cdot L + 0{,}9495. \tag{2.6}$$

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

Величина відношення довжини судна до ширини L/B, від якого залежать ходові якості і, особливо, зручність розміщення МВ, житлових та інших приміщень, для РС складає 2,1–3,9. Відношення L/B у середньому близько 3,0, пояснюється помірними швидкостями ходу й необхідністю підвищеної маневреності під час роботи 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 [9]. 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 всі 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 та іншими переносними рятувальними засобами. Тому осадка навіть найбільших РС не перевищує 6 м.

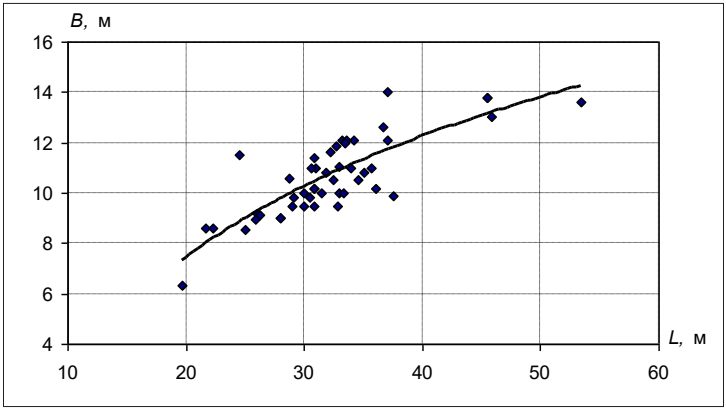

Рис. 2.3. Залежність ширини *B* рятувальних суден від їх довжини *L*

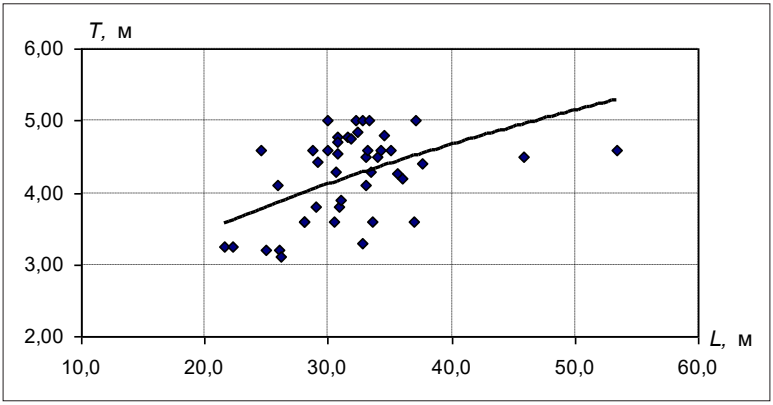

Рис. 2.4. Залежність осадки *d* рятувальних суден від довжини *L*

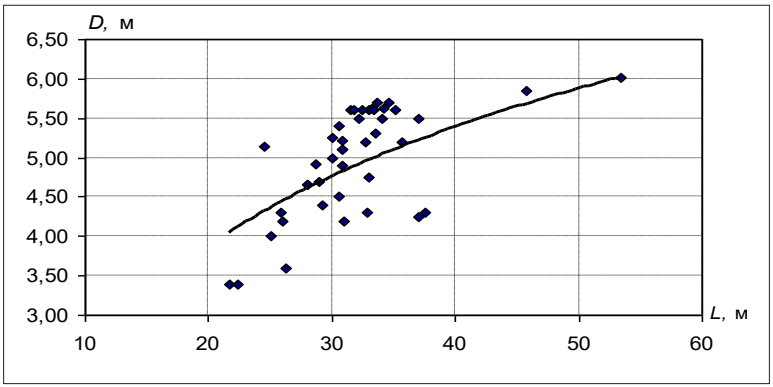

Рис. 2.5. Залежність висоти борту *D* рятувальних суден від довжини *L*

Отримані апроксимацією формули за рис. 2.3–2.5 мають наступний вигляд:

$$B = 1{,}0532 \cdot L^{0.6603}; \quad (2.7)$$

$$d = 0{,}9518 \cdot L^{0.4343}; \quad (2.8)$$

$$D = 1{,}0633 \cdot L^{0.4385}. \quad (2.9)$$

Як видно з графіків, зі збільшенням довжини судна відношення *B/d* зберігається; середні значення *B/d* входять у діапазон 2,0–3,5. Висота борту і співвідношення *L*/*D* і *D/d* характеризують подовжню міцність, морехідність, остійність та ефективність використання потужності судна. Автори переважної більшості публікацій вважають, що висота надводного борту повинна складати не менше 0,1 ширини судна. Відношення *D/d* зберігається в середньому рівним 1,05–1,6 [9].

Швидкості вільного ходу РС зазвичай складають 12–17 вузлів. Числа Фруда, за яких експлуатуються РС, лежать у досить широких межах 0,3–0,4. Відповідно й коефіцієнти загальної повноти беруться зазвичай у межах С*b* = 0,44–0,66.

Пожежні судна. Усі типи ПС, статистичні дані по головних розмірах яких наведені авторами основних робіт з цієї тематики, поділяються на чотири групи: *портові буксири*, оснащені протипожежним обладнанням для допомоги іншим суднам, *пожежні буксири* (*ПБ*), *спеціалізовані ПС* і *пожежні катери*.

Цей поділ обумовлений усталеною практикою побудови та 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 переважно використовуються пожежні насоси буксира. ПБ зазвичай мають спеціальні пожежні насоси для надання допомоги аварійним суднам і досить розгалужену систему лафетного гасіння. Протипожежні можливості цих буксирів установлюють у процесі їх проєктування, 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, у класі ПС такої закономірності не спостерігається.

Розміри пожежних і портових буксирів, що мають протипожежне обладнання, підлягають вимогам експлуатації цих суден у 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 суднових приміщень. Це дозволяє зменшити розміри суден і рубок. У результаті, окрім економічного ефекту, можна також підвищити технічні якості ПБ за рахунок покращення остійності й підвищення його маневрених якостей. Однак значну увагу, як зазначають автори робіт з цієї тематики, слід приділяти питанню зменшення розмірів з тим, щоб не погіршувати однієї з основних якостей – ефективного буксирування і кантування транспортних суден.

Останнім часом під час створення ПБ (буксирів-кантувальників) має місце намагання підвищити 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 й економічне створюване судно. Але судно, крім того, повинно 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 й висока насиченість протипожежним обладнанням обумовлюють необхідність значних об'ємів і площ як на палубі, так і в приміщеннях судна.

Статистична обробка по ПБ і портових буксирах з протипожежним обладнанням (категорія I), відображена на рис. 2.6, показує, що відношення *L/B* у них значно менше, ніж для ПС і катерів (категорія II). Середні значення *L*/*B* складають відповідно 3,4–3,5 та 4,2–4,3, 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 суднах, 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.

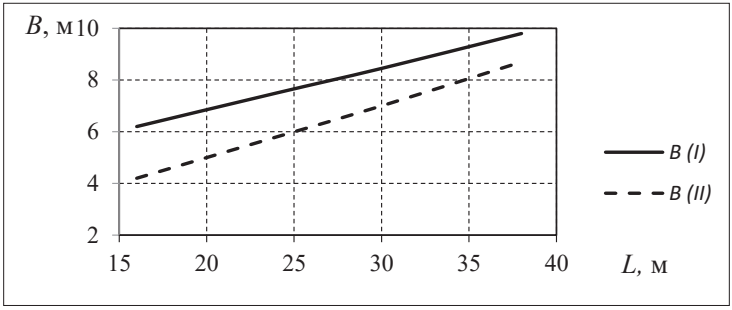

Рис. 2.6. Залежність ширини суден пожежного класу від їх довжини:
I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери

Отримані аналітичні залежності по рис. 2.6 мають наступний вигляд:

$$B_{(I)} = 0{,}1585 \cdot L + 3{,}7462; \qquad (2.10)$$

$$B_{(II)} = 0{,}2016 \cdot L + 1{,}0048. \qquad (2.11)$$

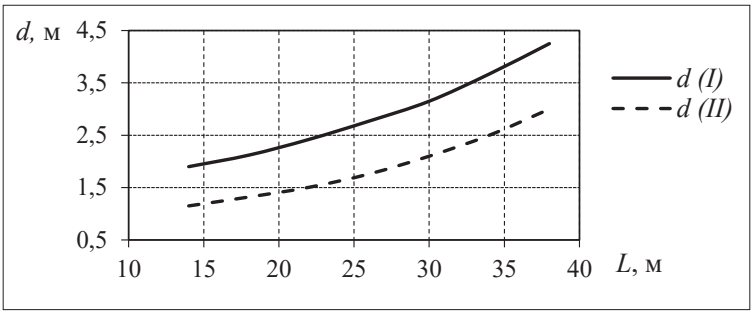

Рис. 2.7. Взаємозалежність довжини й осадки суден пожежного класу:
I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери

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

$$d_{(I)} = 0{,}0024 \cdot L^2 - 0{,}0314 \cdot L + 1{,}9246; \qquad (2.12)$$

$$d_{(II)} = 0{,}0022 \cdot L^2 - 0{,}0361 \cdot L + 1{,}2489. \qquad (2.13)$$

Для суден категорій I і II характерною є різниця у відношеннях *D/d*. На рис. 2.8 наведені криві зміни висоти надводного борту *F* залежно від довжини *L*. Величина надводного борту у ПС і катерів більше ніж у портових і ПБ тих же розмірів. Середні значення висоти надводного борту в перших складають 0,6–1,5, а у других – 0,4–0,8. Ураховуючи менші осадки, характерні для ПС і катерів, середні відношення *D/d* для них складають 1,7–1,8. Для пожежних і портових буксирів це відношення значно менше (1,2–1,3).

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

$$F_{(I)} = -\,0{,}0006 \cdot L^2 + 0{,}0538 \cdot L - 0{,}2564; \qquad (2.14)$$

$$F_{(II)} = -\,0{,}0018 \cdot L^2 + 0{,}134 \cdot L - 0{,}9125. \qquad (2.15)$$

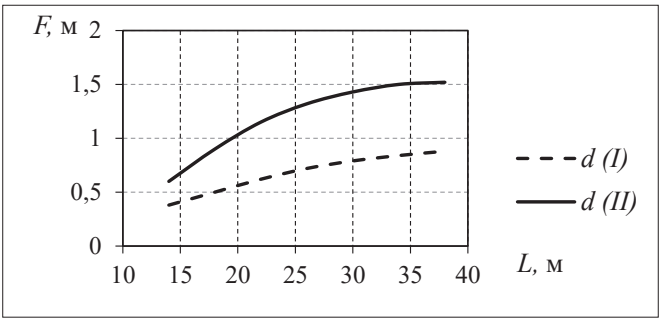

Рис. 2.8. Взаємозалежність довжини суден пожежного класу й висоти надводного борту:
I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери

2.4. Вибір проєктних характеристик

Наведені в низці робіт дані по спеціалізованим і комбінованим рятувальним суднам, показують, що розміри цих суден знаходяться у 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 насамперед вимогам проведення високоефективних буксирних операцій. У діапазоні 1600–2500 к. с. проєктуються 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) із-за вибраних статистичних даних по суднах з підвищеною комплектацією екіпажу.

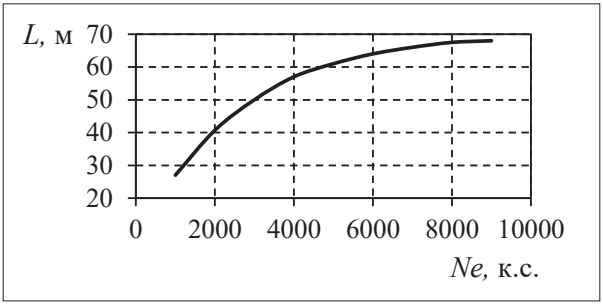

Рис. 2.9. Залежність довжини РС від потужності їх ЕУ

Отримана апроксимацією формула довжини РС від потужності ЕУ має наступний вигляд:

$$L = -9E{-}07 \cdot N_e^2 + 0{,}0132 \cdot N_e + 16{,}445. \qquad (2.16)$$

Для визначення ширини, осадки й висоти надводного борту цих суден можна скористатися залежностями (2.1)–(2.3).

Окремі розміри рятувальних катерів берегових станцій можуть бути визначені за залежностями (2.4)–(2.6).

На рис. 2.10 наведена крива залежності довжини L морських рятувальних буксирів від потужності Ne їх ЕУ [9]. Із графіка видно, що осереднена крива тяжіє до верхньої межі статистичних співвідношень L/Ne, 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.

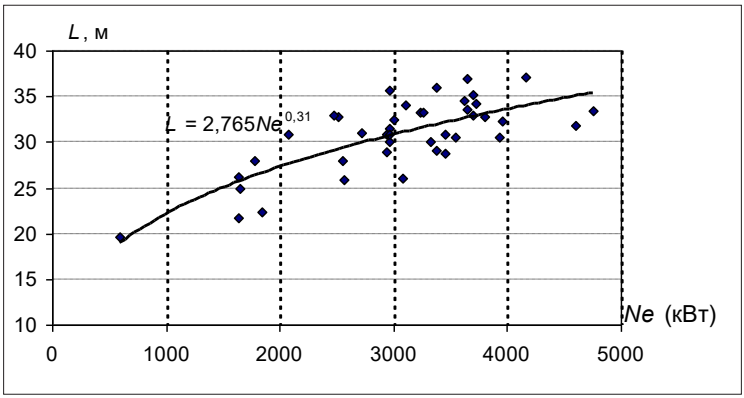

Рис. 2.10. Залежність довжини морських рятувальних буксирів від потужності ГД

Достатня довжина РС, що має велику автономність, забезпечує необхідну місткість бункерів, розміщення житлових приміщень тощо.

Залежність довжини від потужності N_e, отримана за рис. 2.10, має наступний вигляд:

$$L = 2,76N_e^{0,31}. \qquad (2.17)$$

Показником, що характеризує рушійний комплекс судна, призначеного для виконання буксирних робіт, є коефіцієнт питомої потужності [9]:

$$k = N_e/F_T, \qquad (2.18)$$

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

На рис. 2.11 наведена залежність між ГД і тягою на гаку, отримана шляхом узагальнення цих РС останніх років будови. Із графіка видно, що тяга на гаку у 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 [9].

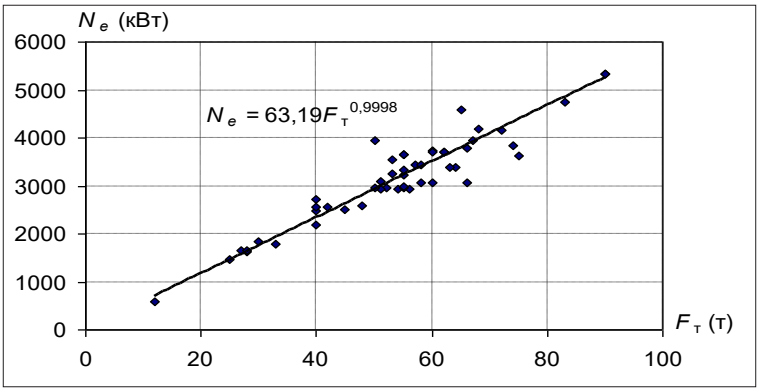

Рис. 2.11. Залежність між потужністю ГД і тягою на гаку

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.

Оскільки для суден пожежного класу потужність ЕУ не завжди характеризує ступінь «пожежної потужності» судна, деякі зарубіжні проєктувальники під час визначення довжини виходять із загальної продуктивності пожежних насосів. Очевидно, такий спосіб може бути деякою мірою прийнятним для спеціалізованих ПС і катерів, але не для суден комбінованих типів. Осереднена крива залежності довжини L від продуктивності пожежних насосів Q побудована по зарубіжним даним і наведена на рис. 2.13 для ПС і катерів. У випадку, коли під час проєктування обумовлюється необхідна потужність пожежних насосів, то в першому наближенні можна скористатися кривою на рис. 2.13.

Аналітичні залежності, отримані за графіками рис. 2.12:

$$L_{(I)} = 0{,}0091 \cdot N_e + 15{,}603; \qquad (2.19)$$

$$L_{(II)} = -\,7E{-}06 \cdot N_e^2 + 0{,}0266 \cdot N_e + 12{,}184. \qquad (2.20)$$

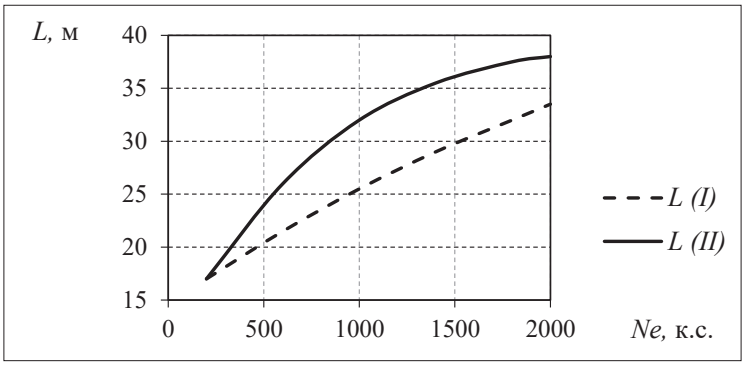

Рис. 2.12. Залежність довжини суден пожежного класу від потужності їх ЕУ:
I – ПБ і портові буксири з протипожежним обладнанням; II – ПС і катери

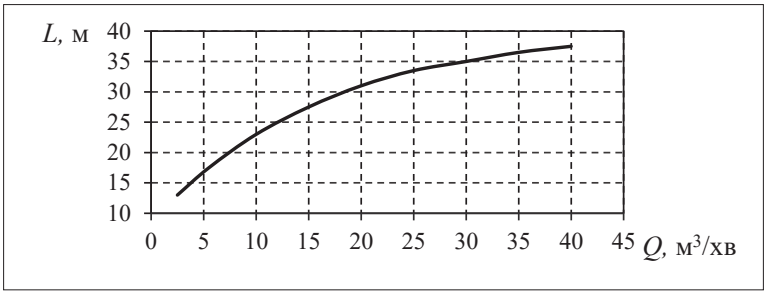

Рис. 2.13. Залежність довжини L суден ПС від продуктивності пожежних насосів Q

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

$$L = -0{,}0182 \cdot Q^2 + 1{,}3955 \cdot Q + 10{,}251. \qquad (2.21)$$

Для визначення ширини, осадки й висоти надводного борту ПС можна використати отримані аналітичні залежності (2.10–2.15).

У практиці англійського суднобудування для визначення в першому наближенні довжини портових і ПБ використовується наступна формула:

$$L \approx 12,2 + 0,3\sqrt{2,5N_e - 300}\,, \tag{2.22}$$

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

Відповідно ширина й висота борту цих суден береться як

$$B = 0,285 \cdot L; \tag{2.23}$$

$$D = 0,14 \cdot L. \tag{2.24}$$

Довжина суден, визначена за формулою (2.22), є близькою до довжини суден типу I, наведеній на рис. 2.12, а також до значення довжини, визначеної за формулою (2.19).

Зарубіжна практика дає можливість на початкових стадіях проєктування в першому наближенні визначати основні елементи й характеристики ПС у випадку, коли вихідними даними є подача насосів Q, м^3/т і швидкість v, за наступною схемою.

Довжина судна між перпендикулярами може бути визначена за формулою

$$L = 0,015 \cdot Q + b_1, \tag{2.25}$$

де $b_1 = 20 \pm 5$.

Розглядається наступний діапазон зміни довжини судна: $15 \le L \le 62$ м, а подача насосів – $220 \le Q \le 20000$ м^3/год.

За відомою довжиною судна визначається ширина судна:

$$B = a_2 \cdot L + b_2 \pm \Delta_1. \tag{2.26}$$

У формулі (2.26) для ПБ $a_2 \cdot = 0,155$; $b_2 = 3,6$; $\Delta_1 = 0,6$, а для ПС – $a_2 \cdot = 0,205$; $b_2 = 0,9$; $\Delta_1 = 1,0$.

Осадка судна для ПС:

$$d = (0{,}00105 \cdot L^2 + 0{,}83)\ (1 \pm 0{,}2), \tag{2.27}$$

а для ПБ:

$$d = (0{,}00177 \cdot L^2 + 1{,}54) \pm 0{,}5. \tag{2.28}$$

Висота борту:

$$D = (a_3 \cdot L^{-1} + b_3)\ (1 \pm \Delta_2). \tag{2.29}$$

У формулі (2.29) для ПБ – $a_3 \cdot = -22{,}4$; $b_3 = 2{,}2$; $\Delta_2 = 0{,}3$, а для ПС – $a_3 \cdot = -12$; $b_3 = 1{,}2$; $\Delta_2 = 0{,}4$.

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

$$N = (0{,}147 \pm 0{,}044) \cdot L^{1{,}5} \cdot B \cdot d. \tag{2.30}$$

Оскільки для ПС характерні значення числа *Fr* по довжині лежать у діапазоні (0,26 ± 0,07), довжина корелюється зі швидкістю наступною залежністю:

$$L = (0{,}23 \pm 0{,}07)\ v^2, \tag{2.31}$$

що дозволяє від виразу (2.30) перейти до більш фізичної формули для N_e,

$$N_e = (0{,}074 \pm 0{,}029) \cdot L \cdot B \cdot d \cdot v. \tag{2.32}$$

Коефіцієнт загальної повноти ПС може бути визначений як

$$Cb = 0{,}556 \pm 0{,}055. \tag{2.33}$$

Використання формул (2.25)–(2.29) дає можливість визначити головні розміри й приступити до побудови ескізу загального розташування.

Довжина МВ може бути визначена за формулою

$$l_{\text{МВ}} = (a_4 \pm 0{,}055)\cdot N_e^{1/3}, \qquad (2.34)$$

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 двоагрегатною ЕУ при одному редукторі на один гвинт; $a_4 = 1{,}16$ – для дизель-електричних багатоагрегатних ЕУ.

Разом з прорисовкою загального розташування можна визначати об'ємну водотоннажність V і перевірити її відповідність навантаженню мас. Під час розрахунку складових навантаження можна скористатися даними робіт [9, 12] і в подальшому провести уточнені розрахунки.

На етапі проєктного аналізу, коли вже відомі водотоннажність і потужність, для уточнення довжини судна й наступного коригування інших головних можна скористатися наступними залежностями:

$$L = (2{,}03 \pm 0{,}15)\cdot v^{1/3}\cdot V_{\text{пор}}^{1/3}\ ; \qquad (2.35)$$

$$B = (1{,}01 \pm 0{,}06)\cdot V_{\text{пор}}^{1/3}; \qquad (2.36)$$

$$d = (0{,}45 \pm 0{,}04)\cdot\left(\frac{V_{\text{пор}}}{v}\right)^{1/3}\cdot C_b{}^{-1}; \qquad (2.37)$$

$$D = (1{,}55 \pm 0{,}13)\cdot d, \qquad (2.38)$$

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

На цьому етапі, уточнюючи характеристики ПС, необхідно враховувати обмеження по умовам побудови та експлуатації на довжину, осадку, габаритну висоту тощо, остійності під час роботи на висоті десятків метрів від КВЛ лафетних стволів.

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 у водотоннажності, рівняння навантаження мас, що складають водотоннажність порожнем Δ_0, можна розв'язувати у наступному вигляді:

$$\Delta_0 = a \cdot \Delta_0 + b \cdot \Delta_0^{2/3} + P, \tag{2.39}$$

при цьому

$$a = a_{гк} + a_{сп} + a_{ок} + a_{пс} + a_{ез} + \Delta a; \tag{2.40}$$

$$b = a_{с} + v^3/C \cdot a_{N}; \tag{2.41}$$

$$P = P_{пн} + P_{д}. \tag{2.42}$$

У формулах (2.39)–(2.42) наведені позначення: $a_{гк}$, $a_{сп}$, $a_{ок}$, $a_{пс}$, $a_{ез}$,, $a_{с}$, a_{N} – вимірники маси відповідно: голого корпусу, суднових пристроїв, обладнання корпусу, протипожежних систем; електрообладнання і зв'язку, суднових систем, ЕУ; Δa – сумарний вимірник мас твердого баласту, запасу водотоннажності, рідких вантажів, постачання та іншого неврахованого; C – адміралтейський коефіцієнт; v – швидкість, вузлів; $P_{пн}$ – маса пожежних насосів, т; $P_{д}$ – маса додаткового обладнання, яке може встановлюватися на ПС (вантажні крани, буксирні пристрої тощо). При цьому $a_{пс}$ і $P_{д}$ ураховуються тільки для ПС.

Значення вимірників у формулах (2.39) і (2.42), отримані за статистичними даними по зарубіжним суднам, наведені в табл. 2.4.

Точність даних по вимірниках табл. складає ±7–9 %. Значення коефіцієнта C можна наближено брати як $C = 150 \pm 15$.

Таблиця 2.4

Судно	Вимірник						
	$a_{гк}$	$a_{сп}$	$a_{ок}$	$a_{пс}$	$a_{ез}$	Δa	$a_{с}$
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 наступне рівняння:

$$\Delta = \Delta_0 + \frac{R \cdot v^2}{C} q_{п} + P_{ек} + P_{вр}, \qquad (2.43)$$

де R – дальність плавання, милі; $q_{п}$ – питомі витрати пального й 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

$$n_{ек} = (1,02 \pm 0,12)\Delta_0^{1/2}. \qquad (2.44)$$

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

$$P_{вр} = a_{вр} \cdot \Delta_0, \qquad (2.45)$$

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 за залежностями (2.39)–(2.42).

Коефіцієнт загальної повноти визначається за умови

$$C_b = \frac{\Delta}{LBd}. \qquad (2.46)$$

При цьому для суден, що розглядаються, значення C_b змінюються в інтервалі 0,56 ± 0,06, а значення коефіцієнта повноти площі ВЛ можна взяти як $C_W = 0{,}75 \pm 0{,}04$.

Під час оцінки початкової остійності за залежністю

$$h = \rho + z_c - z_g \qquad (2.47)$$

поперечний метацентричний радіус ρ визначається за звичайними рекомендаціями [7, 8]:

$$\rho = k_\rho \cdot C_W^2 / C_b \cdot B^2 / 12 \ / d. \qquad (2.48)$$

Для визначення z_c і z_g можна скористатися залежностями

$$z_c = (0{,}57 \pm 0{,}05) \cdot d \ ; \ z_g = (0{,}88 \pm 0{,}07) \cdot D \ , \qquad (2.49)$$

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

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

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

2.5. Конструктивний диферент

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

$$d_к = 16\frac{N_e^{0,2}}{n^{0,6}}, \qquad (2.50)$$

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

n – частота обертання гребного гвинта, об/хв.

Для визначення потужності головного двигуна при відомих головних розмірів і коефіцієнтів повноти на початкових етапах розробки проєкту можна скористатися програмними комплексами робіт [15]–[17].

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

Такий спосіб не береться для транспортних, пасажирських та подібних суден. Він є специфічним, головним чином, для буксирів, суден рятівного й пожежного класів.

Судно заздалегідь проєктується з постійним диферентом на корму, тобто лінія кіля складає визначений кут з ОЛ основною лінією судна. У даному випадку середню осадку на міделі беруть рівною розрахунковій, а осадки носом $T_н$ і кормою $T_к$ – 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 проєктування рятувальних і пожежних суден опрацьовані рекомендації щодо величини конструктивного диференту. В англійській практиці, наприклад, конструктивний диферент $\Delta_к = T_к - T_н$ 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 наведена статистична залежність відношення $\Delta_к/L$ від L, отримана по суднам зарубіжної побудови. Вона показує, що конструктивний диферент відносно зменшується зі збільшенням довжини судна L. Отримані апроксимацією аналітичні залежності диференту портових і морських суден:

$$\Delta_к/L_{(I)} = 2E{-}05 \cdot L^2 - 0{,}0016 \cdot L + 0{,}0673; \qquad (2.51)$$

$$\Delta_к/L_{(II)} = 3E{-}05 \cdot L^2 - 0{,}0023 \cdot L + 0{,}068. \qquad (2.52)$$

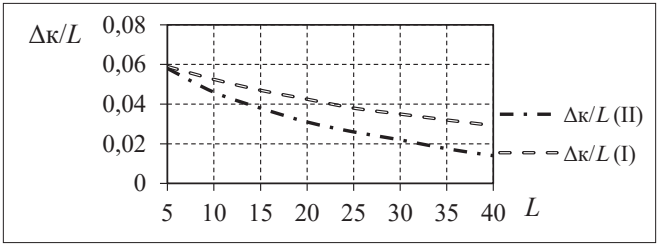

Рис. 2.14. Зміна конструктивного диференту $\Delta_к$ залежно від довжини судна:
(I) – портові судна; (II) – морські судна

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

2.6. Характеристики складових навантаження мас

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

Детальний розрахунок усіх складових навантаження виконують відповідно з типовим розбиттям по розділам і групам у стадії розробки технічного проєкту, коли може бути проведений повний набір корпусу за Правилам Регістру [13], відома повна номенклатура механізмів і обладнання силової установки, палубних механізмів, навігаційного обладнання тощо.

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

Нижче наводиться обгрунтування статистичних та літературних даних по масовим характеристикам і положенню центра мас (ЦМ) побудованих зарубіжних суден класів, що розглядаються вище.

Виділяються наступні укрупнені групи розбивки навантаження мас:

- водотоннажність судна з повними запасами (Δ);
- маса судна порожнем ($\Delta_п$);
- маса корпусу судна, включаючи надбудови, рубки, фундаменти, неметалічні частини корпусу, пофарбування, ізоляцію, покриття, цементування ($P_к$);
- маса обладнання корпусу, включаючи обладнання й обробку приміщень, суднові пристрої (з палубними механізмами), суднові системи ($P_о$);

– маса корпусу з обладнанням ($P_{ко} = P_к + P_о$);

– маса механічного обладнання, включаючи ЕУ, її трубопроводи, рушії, електрообладнання, автоматику, радіообладнання ($P_м$);

– маса суднового спорядження ($P_с$).

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

$$K_N = \frac{\Delta}{N_e}. \tag{2.53}$$

На рис. 2.15 наведені графічні залежності Δ/N_e, побудовані за даними рятувальних і пожежних буксирів зарубіжних суден чотирьох груп. Аналізуючи окремі середні криві цього графіка, можна дійти висновку, що відношення Δ/N_e для рятувальних буксирів (крива I) знаходиться у межах 0,25–0,60 і зростає зі збільшенням потужності ЕУ. Для рятувальних суден і буксирів третьої групи (крива III) це відношення складає 0,25–0,45 і незначно зростає в діапазоні середніх потужностей та зменшується для рятівників великої потужності.

Аналітичні залежності, отримані для суден, що розглядаються:

$$\Delta/N_{e(I)} = 0{,}0457\times^{0{,}3237}; \tag{2.54}$$

$$\Delta/N_{e(II)} = 2^{E} - 08\ N_e{}^2 - 0{,}0001\ N_e + 0{,}377; \tag{2.55}$$

$$\Delta/N_{e(III)} = 0{,}0965\ N_e{}^{0{,}184}; \tag{2.56}$$

$$\Delta/N_{e(IV)} = 0{,}2152\ N_e{}^{0{,}0426}. \tag{2.57}$$

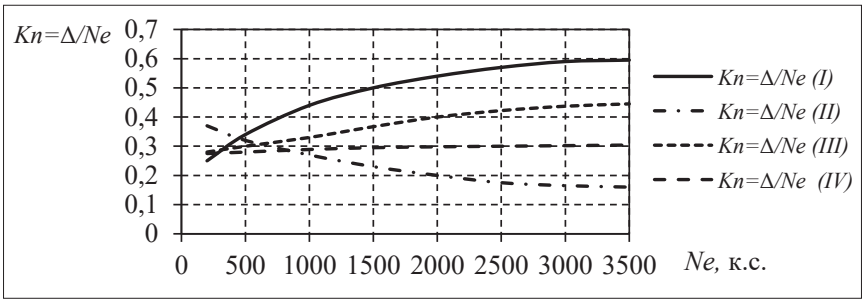

Рис. 2.15. Залежність водотоннажності рятувальних і пожежних буксирів від потужності їх ЕУ:
(I) – рятувальні буксири; (II) – пожежні буксири; (III) – рятувальні судна і буксири; (IV) – пожежні судна і буксири

Дещо інші особливості відмічаються на рис. 2.15 для суден пожежного класу. Відповідно до кривої для групи пожежних суден другої групи значення K_N складають 0,16–0,31 і зменшуються з ростом потужності установок (крива II). У пожежних буксирів зарубіжної побудови четвертої групи (крива IV) значення K_N стабільне і дорівнює близько 0,3. Це пояснюється тим, що портові пожежні буксири експлуатуються змінними екіпажами, або без них, що дозволяє не передбачати групи приміщень (житлових, санітарних, господарчих) і тим самим зменшити розміри і водотоннажність суден.

Використовуючи отримане в першому наближенні значення Δ по наведених середніх значеннях K_N, можна визначити водотоннажність судна порожнем $\Delta_п$ з відношення

$$K_\Delta = \frac{\Delta_п}{\Delta}. \qquad (2.58)$$

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 (у діапазоні 300–9000 к. с.).

Використовуючи дані по зарубіжним суднам, для визначення маси корпусу з обладнанням можна скористатися емпіричною формулою Колдуелла:

$$P_{ко} = 15\cdot(0{,}01L\cdot(0{,}9B + 2D)) + 5{,}2\cdot(0{,}01L\cdot(0{,}9B + 2D))^2, \quad (2.59)$$

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 зарубіжної побудови наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5. **Масові модулі**

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

Порівняння цих статистичних даних з різноманітними зарубіжними літературними джерелами дозволяє встановити наступні межі масових модулів для проєктування суден рятівного й пожежного класів:

Модуль маси корпусу $p_к$ (кг/*LBD*):

для пожежних катерів 130–140
для суден пожежного класу 135–145
для суден рятівного класу ..... 140−150

Якщо судна проєктуються на льодовий клас, указані значення повинні бути збільшені на 4–5 %, а для суден підсиленого льодового класу – 9–10 %.

Модуль маси корпусу з обладнанням $p_{ко}$ (*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, можна навести також залежності:

Маса корпусу з обладнанням і спорядженням $P_{ко}+P_с$ у % від водотоннажності порожнем $\Delta_п$ дорівнює:

для пожежних катерів 75–80
для суден пожежного класу 65–70
для суден рятівного класу 70–75

Маса корпусу $P_к$ у % від маси корпусу з обладнанням $P_{ко}$ дорівнює:

для пожежних катерів 75–80
для суден пожежного класу 73–78
для суден рятівного класу 70–75

Маса обладнання і спорядження ($P_о + P_с$) у % від маси корпусу з обладнанням для зазначених класів відповідно дорівнює: 20–25, 22–27 і 25–30.

Визначаючи орієнтовну потреби в матеріалах для фондових заявок на побудову суден, можна наближено вважати, що маса сталі в корпусі у % від маси корпусу $P_к$ складає:

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

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

Маса механічної установки $P_м$ при цьому складає у % від водотоннажності порожнем $\Delta_п$:

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

Модуль маси механічного обладнання $p_м$ для попередніх розрахунків може братися рівним:

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

те ж за частоти обертання гребного вала 200–400 об/хв – від 100 до 140 кг/к. с.;

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

те ж за частоти обертання гребного вала 200–400 об/хв – від 70 до 120 кг/к. с.;

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

Наведені дані задовільно узгоджуються з масовими характеристиками, наведеними в табл. 2.5.

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

механізмами, обсяг автоматизації тощо. Тому навіть у стадії попереднього проєктування дуже бажано мати більш точне знання, хоча б 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 $P_{омв}$ залежно від потужності головних двигунів N_e.

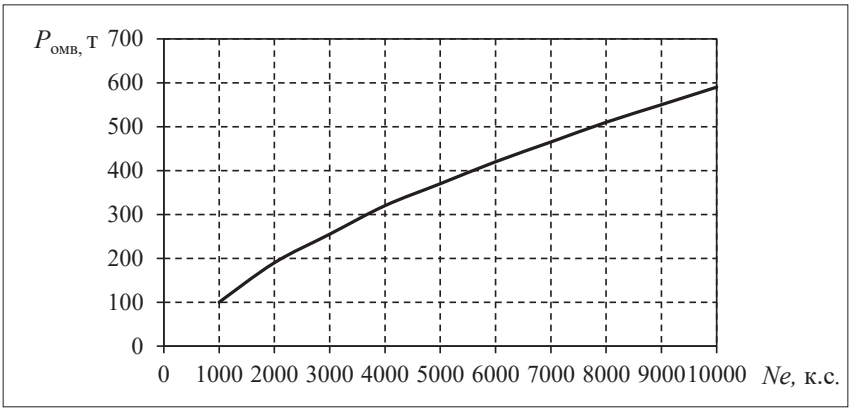

Рис. 2.16. Маса допоміжного обладнання МВ $P_{омв}$ без маси головних двигунів і редукторів (для дизель-електричних установок – з гребними моторами, але без генераторів)

Отриманий аналітичний вираз кривої на рис. 2.16:

$$P_{омв} = 0{,}5834\ N_e^{\,0{,}7552}. \qquad (2.60)$$

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 визначеними по довжині основні складові навантаження мас (енергетичної установки, приміщень, цистерн для запасів пального, води тощо). Для найбільшої складової навантаження мас – маси корпусу $P_к$ – можна встановити закономірність зміни абсциси ЦМ, ураховуючи, що класи суден, що розглядаються, зазвичай мають надбудови та рубки, розташовані до носа від МШ. На рис. 2.17 наводиться осереднена крива абсциси ЦМ корпусу $x_к$ від довжини судна L, побудована по даним низки зарубіжних суден рятівного і пожежного класів, яка може використовуватися для визначення $x_к$ на початкових стадіях проєктування.

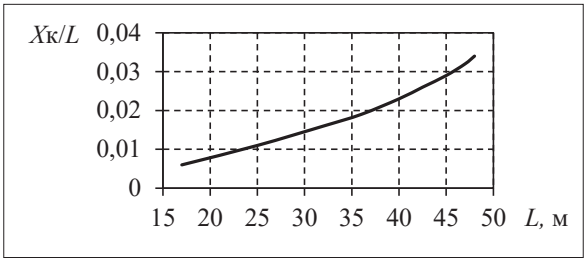

Рис. 2.17. Залежність положення ЦМ корпусу $x_к$ від довжини судна

Отримана аналітична залежність для положення ЦМ корпусу $x_к$ від довжини судна:

$$x_к/L = 5\text{E}{-}05 \cdot L^{1,6456}. \qquad (2.61)$$

За даними більшості робіт можна зробити висновок, що положення ЦМ по довжині суден, що розглядаються, є досить близьким до МШ, причому величина абсциси x_g коливається

в межах ±0,3÷3,0 % від довжини судна L. Зарубіжні проєктувальники 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, наявність півбака. Унаслідок установлення 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 зарубіжних рятувальних і пожежних буксирів наводяться в табл. 2.6, з якої видно, що апліката ЦМ z_g для рятувальних буксирів порожнем складає $(0{,}8–0{,}93)\cdot D$ і $(0{,}73–0{,}85)\cdot D$ – для суден з повними запасами.

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 $z_{g\text{ср}} = 0{,}75\cdot D$, а при повних запасах $z_g = (0{,}68 – 0{,}76)\cdot D$ і $z_{g\text{ср}} = 0{,}70\cdot D$, за виключенням катерів з малою осадкою, у яких z_g підвищується до $(0{,}82 – 0{,}84)\cdot D$.

Наведені величини z_g необхідно в кожному конкретному випадку оцінювати залежно від прийнятих архітектурно-конструктивних форм судна, що проєктується. У практиці зарубіжного суднобудування для рятувальних 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 суден з табл. 2.6.

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	у частках D	м	у частках D
I. 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
II. 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	–	–

Вибравши зазначені вище значення z_g, слід мати на увазі, що в процесі подальшого проєктування апліката 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 суднах з попередньо визначеними розмірами всіх необхідних суднових приміщень.

На початковому етапі проєктування детальне загальне розташування не розглядається, а виконується так звана

схема відсіків, у якій за визначеними критеріями визначають необхідні площі та об'єми всіх 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 й тягові характеристики. Так судна рятівного й пожежного класів мають порівняно обмежену осадку і в той же час ЕУ значної потужності. Навіть використання як головних двигунів середньо- і високообертових дизелів з порівняно високою частотою обертання (з використанням понижуючих редукторів) для того, щоб діаметри гребних гвинтів були оптимальними, необхідно зазвичай збільшувати осадку суден кормою. Винятком можуть бути великі рятувальні судна або судна з прямою передачею від двигуна на гребний гвинт за великої частоти обертання гребного вала.

Незалежно від того, проєктується рятувальне й 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 та гарантує необхідну керованість на передньому й 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, у разі збільшення якої ростуть запаси пального, мастила, води для забезпечення загальносуднових потреб і потреб екіпажу.

Другою задачею раціонального проєктування 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 рятувальних і пожежних суден відсіками для баластної води, прийом і відкачування якої, за достатньої кількості й розташування, забезпечує необхідні операції щодо зміни осадки й диференту суден у процесі експлуатації. Тому розміщення баластної води також є однією із задач, що розв'язуються за допомогою схеми відсіків.

Після попереднього визначення головних розмірів рятувальних і пожежних суден розробка схем відсіків зазвичай починається із встановлення положення місця і розмірів МВ.

У випадках, коли головні двигуни задані або вибрані в процесі попередньої проробки, необхідні розміри визначаються просто. Зазвичай на суднах, що розглядаються, у 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 й носовою перебіркою МВ. Однак частіше цей шлях може бути використаний лише на подальших стадіях проєктування, а на початковій стадії переважно відома лише потрібна потужність ЕУ.

Для орієнтовного визначення довжини МВ $l_{\text{МВ}}$ бути використані криві на рис. 2.18, які отримані за результатами статистичного аналізу й добре узгоджуються з даними по зарубіжних суднах.

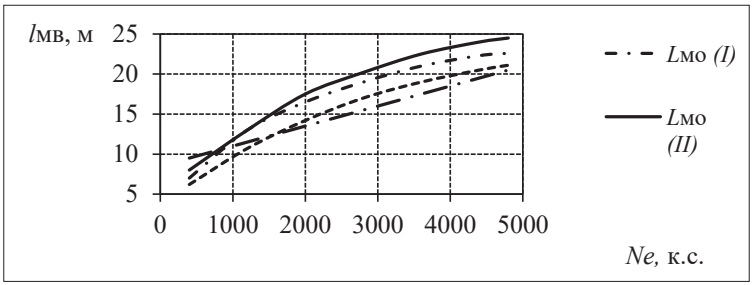

Рис. 2.18. Залежність довжини $l_{МВ}$ від типу й потужності N_e: (I) – дизельна реверсивна з прямою передачею на гребний гвинт; (II) – дизель-редукторна одновальна; (III) – дизель-редукторна з двома двигунами і здвоєним редуктором на один гвинт; (IV) – дизель-електрична (сумарна довжина відділення дизель-генераторів і відділення гребних електродвигунів)

Отримані аналітичні залежності довжини МВ мають наступний вигляд:

$$l_{МВ(I)} = 6{,}3696 \cdot \ln(N_e) - 31{,}565; \quad (2.62)$$

$$l_{МВ(II)} = 0{,}4802 \cdot N_e^{\,0{,}4692}; \quad (2.63)$$

$$l_{МВ(III)} = 7{,}1566 \cdot \ln(N_e) - 39{,}639; \quad (2.64)$$

$$l_{МВ(IV)} = 0{,}0025\ N_e + 8{,}5. \quad (2.65)$$

Крива I рис. 2.18 може бути рекомендована для вибору довжини МВ дизельних ЕУ з реверсивними дизелями і прямою передачею потужності на гребний гвинт. Використовуючи нереверсивні дизелі 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, визначаючи місця розташування МВ, слід ураховувати:

– достатність повноти обводів корпусу для розміщення механізмів і обладнання, а також зручність прокладання лінії гребного вала з урахуванням допустимих схилів та можливості розташування опорних і підпірного підшипників. У двовальних 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 й 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 й 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 ускладнюється виконання вимог до непотоплюваності в разі його затоплення.

Таранна перебірка (перебірка форпіка) відповідно до Правил Регістру [13] 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 ($C_b \leq 0{,}65$), указана 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

протиріч про максимально допустиму відстань 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 й дейдвудного пристрою. На практиці перебірку ахтерпіка розташовують на відстані біля $0{,}07 \cdot L$.

При розташуванні МВ у середній частині судна наявність двох пікових перебірок і двох машинних перебірок повністю задовольняють вимогам Правил Регістру, за якими 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 суднах, за виключенням пожежних катерів, буває не менше чотирьох перебірок. У суден з подовженим баком таранна перебірка повинна доводитися до пів бака.

Під час розробки схеми відсіків необхідно слідувати деяким загальним рекомендаціям з розташування цистерн для пального, водяних і баластних цистерн. Оптимальний випадок розташування цистерн для пального – розміщення їх поблизу МШ, шо дозволяє незмінне диферентування в разі витрати пального в процесі експлуатації. Як видно зі схем на рис. 2.19 і рис. 2.20, 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 й параметрів диферентування. Практика суднобудування підтверджує, що маса водяного баласту може складати до 10 % від водотоннажності судна.

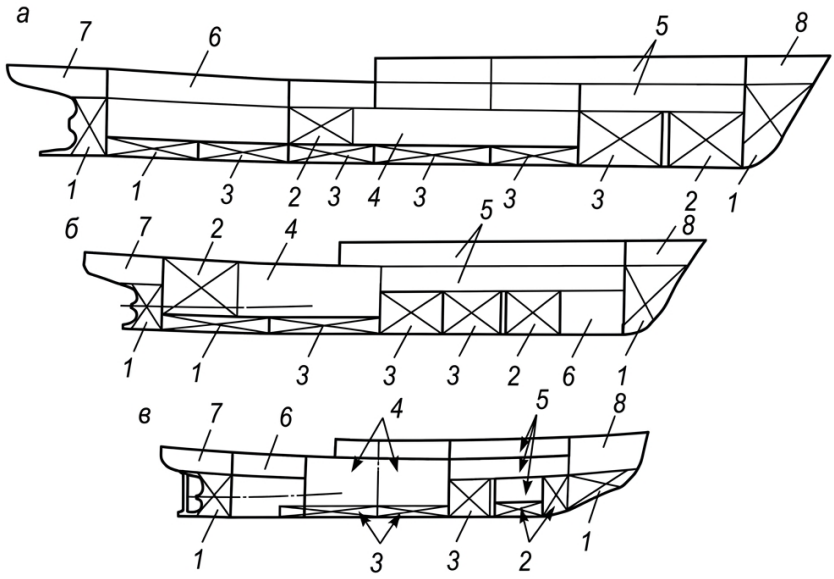

Рис. 2.19. Схеми відсіків рятувальних суден:
а – рятувальне судно; ***б*** – *рятувальний* буксир;
в – буксир з рятівним обладнанням;
1 – цистерна для водяного баласту; *2* – цистерна для прісної води;
3 – цистерна для пального; *4* – МВ; *5* – житлові та службові приміщення;
6 – трюм; *7* – румпельне відділення; *8* – шкіперська

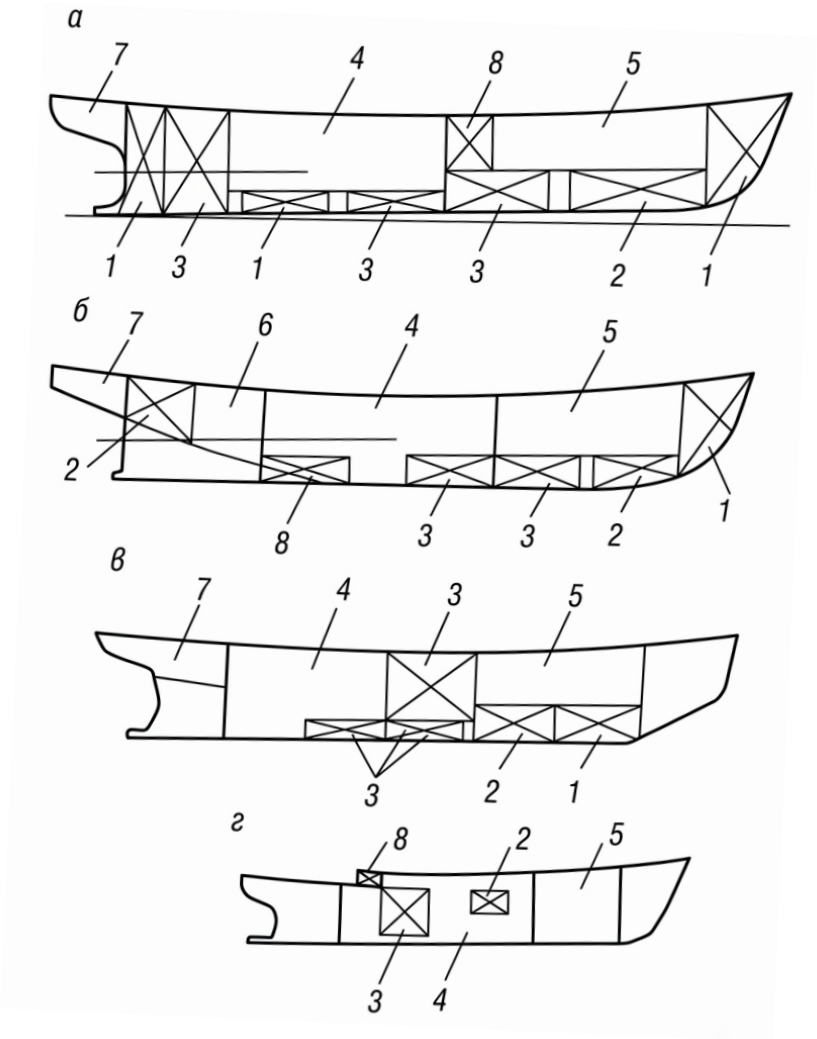

Рис. 2.20. Схеми відсіків пожежних суден:
а – пожежне судно; ***б*** – пожежний буксир; ***в*** – портовий буксир з протипожежним обладнанням; ***г*** – пожежний катер;
1 – цистерна для водяного баласту; *2* – цистерна для прісної води; *3* – цистерна для пального; *4* – МВ; *5* – житлові та службові приміщення; *6* – трюм; *7* – румпельне відділення; *8* – цистерна для піноутворювача

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

Площі та об'єми для розміщення житлових, громадських, санітарно-гігієнічних і службових приміщень визначаються за чинними 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 під час визначення на перших етапах головних розмірів та характеристик рятувальних 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. У чому причина призначення для буксирів-рятівників 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 та 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 під час визначення довжини пожежних суден виходити із загальної продуктивності пожежних насосів?

15. Описати алгоритм вибору основних елементів і характеристик пожежного судна на початкових стадіях проєктування в першому наближенні.

16. Які обмеження необхідно враховувати на етапі проєктного аналізу під час уточнення 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 й пожежні судна проєктують з конструктивним диферентом?

21. Яка найбільш важлива частина розробки проєкту, що визначає такі гарантійні характеристики судна, як водотоннажність, осадка тощо?

22. На які укрупнені групи проводиться розбивка навантаження мас?

23. Як установлюється 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 ураховувати під час визначення місця розташування машинного відділення?

28. Як установлюються перебірки форпіка і ахтерпіка на рятувальних і пожежних суднах?

29. Як визначаються площі й 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 дають можливість установити, що хоча 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 за відомою формулою Александера [14]:

$$C_b = 1{,}08 - 1{,}68 \cdot Fr. \qquad (3.1)$$

В області наведених вище чисел Фруда при значеннях $Fr = 0{,}30 \div 0{,}33$ приводять за формулою 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 [14]:

$$C_b = 0{,}20 - 0{,}1066/Fr. \qquad (3.2)$$

За формулою (3.2) коефіцієнти загальної повноти для наведених вище чисел Фруда беруть значення $C_b = 0{,}47 \div 0{,}56$, що краще узгоджується зі статистичними даними.

Призматичний коефіцієнт C_p для зменшення опору води рухові доцільно призначати відносно малим. Так у 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, використовуючи наведену на рис. 3.1 криву значень призматичного коефіцієнта C_p, отриманих по зарубіжним джерелам.

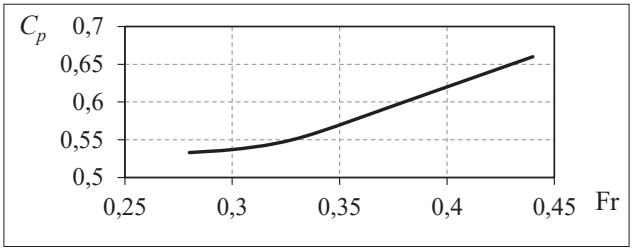

Рис. 3.1. Залежність призматичного коефіцієнта C_p від числа Фруда

Отримана аналітична залежність по кривій рис. 3.1 має наступний вигляд:

$$C_p = 2{,}9503 \cdot Fr^2 - 1{,}2927 \cdot Fr + 0{,}6605. \qquad (3.3)$$

Значення коефіцієнта повноти площі мідель – шпангоута, рекомендовані для більшості зарубіжних 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 значною мірою негативно впливає на опір форми, але цей вплив можна компенсувати зменшенням призматичного коефіцієнта C_p, що за невеликих значеннях коефіцієнта загальної повноти можна досягти збільшенням коефіцієнта C_m і загострення кінцевостей.

Коефіцієнт повноти площі ватерлінії C_w РС достатньо точно можна визначати за відкоригованою формулою Мунро – Сміта [14]:

$$C_w = C_b + (0{,}20 \div 0{,}22). \qquad (3.4)$$

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

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

ПС першої групи мають коефіцієнт загальної повноти C_b, що достатньо добре узгоджується з формулою Александера (3.1). Для ПС 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 [14]:

$$C_b = 0{,}556 \pm 0{,}055. \qquad (3.5)$$

Призматичний коефіцієнт C_p у випадку великих чисел Fr вибирається більшим, оскільки менша площа МШ при цьому забезпечить менше хвилеутворення під час руху. Для швидкохідних ПС 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 розглядаються, накладаються вимоги найменшого опору води рухові судна в найкращих умовах роботи рушія.

Систематичних серій моделей, які б повністю підходили за своїми характеристиками для сучасних РС і ПС немає. Тому опрацювання форми обводів цих суден проводиться зазвичай з використанням результатів модельних випробувань варіантів ТК.

На рис. 3.2 наведено ТК буксира-рятівника.

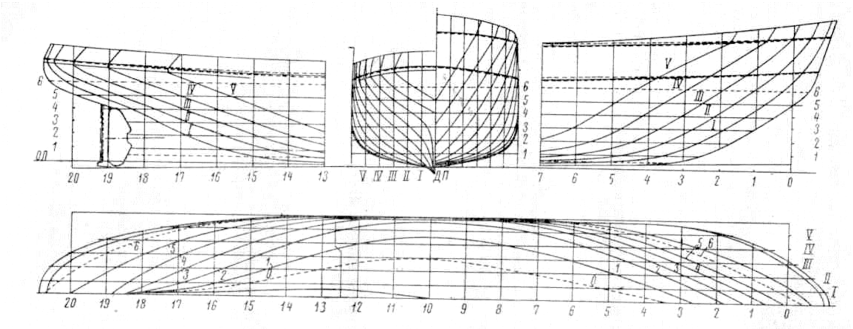

Рис. 3.2. ТК буксира-рятівника

У таблиці 3.1 наводяться відносні ординат ТК, отримані на основі рис. 3.2. Ці ординати можуть бути використані під час розробки ТК проєктованих суден подібних типів. Як приклад, з використанням відносних ординат табл. 3.1 у таблиці 3.2 розраховано ординати ТК буксира-рятівника «Atlant».

У таблиці 3.3 наводяться відносні ординат ТК, отримані на основі рис. 3.3. Ці ординати можуть бути використані під час розробки ТК проєктованих суден подібних типів. Як приклад, з використанням ординат табл. 3.3 у таблиці 3.4 розраховано ординати ТК буксира-рятівника «Yaguar».

Таблиця 3.1. **Відносні ординати ТК буксира-рятівника**

Шпангоут	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 «Atlant»** ($L_{пп}$ = 47,55 м; B = 11 м; D = 5,79 м; d = 4,5 м; V = 1125 м^3; C_m = 0,824; C_w = 0,731; C_b = 0,478)

Шпан-гоут	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 рятувального буксира «Yaguar». Його головні розміри й характеристики наведені в табл. 1.2.

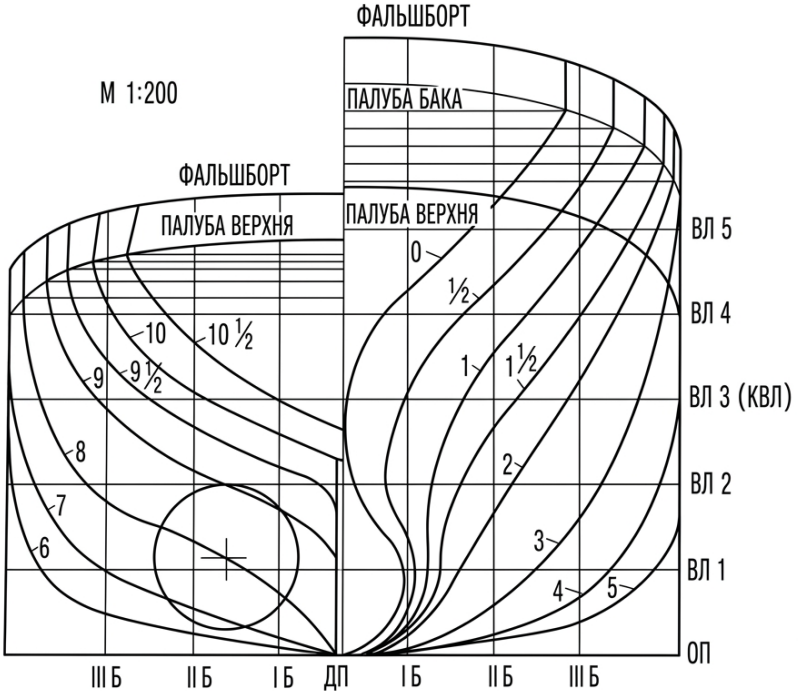

Рис. 3.3. Проєкція Корпус ТК океанського рятувального буксира «Yaguar»

На рис. 3.4 наведено ТК пожежного буксира.

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

Таблиця 3.3

Шпан-гоут	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	0,604	–	–	–	–

Таблиця 3.4

Шпан-гоут	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	4,99
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	–	–	–	–

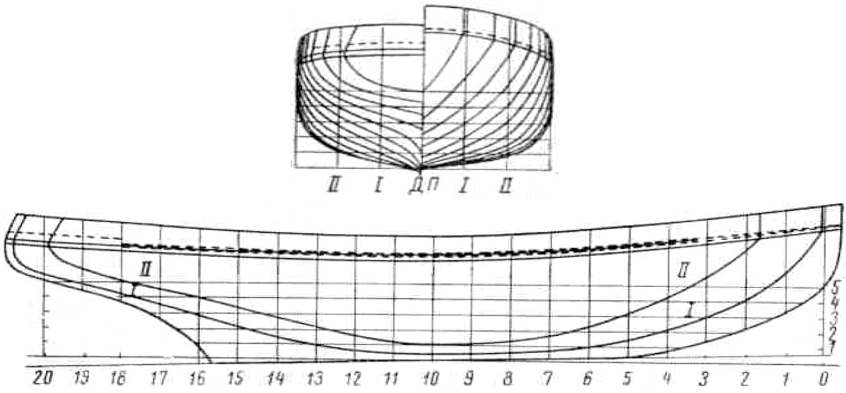

Рис. 3.4. ТК пожежного буксира

Таблиця 3.5. **Відносні ординати ТК пожежного буксира**

Шпан-гоут	Ватерлінії							
	0	1	2	3	4	5	6	ВП
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	–	–	–	–	–	0	0,0893	0,2857
1	–	–	–	0,000	0,107	0,2321	0,3214	0,5357
2	–	–	0,000	0,161	0,304	0,4286	0,5357	0,6964
3	–	0,000	0,125	0,321	0,482	0,6071	0,6964	0,8393
4	0	0,071	0,304	0,500	0,661	0,75	0,8036	0,8929
5	0	0,214	0,464	0,643	0,768	0,8571	0,9107	0,9643
6	0	0,321	0,643	0,768	0,857	0,9107	0,9643	1
7	0	0,482	0,750	0,857	0,929	0,9643	1	1
8	0	0,554	0,821	0,911	0,964	1	1	1
9	0	0,661	0,875	0,964	0,982	1	1	1
10	0	0,696	0,911	0,982	1,000	1	1	1
11	0	0,661	0,875	0,964	0,982	1	1	1
12	0	0,500	0,750	0,893	0,964	1	1	1
13	0	0,321	0,643	0,821	0,929	1	1	1
14	0	0,214	0,464	0,714	0,857	0,9643	1	1
15	0	0,071	0,304	0,571	0,786	0,9107	0,9643	1
16	0	0,000	0,107	0,393	0,679	0,8571	0,9107	0,9821
17	0	0,000	0,000	0,107	0,536	0,7857	0,8929	0,9464

Продовж. табл. 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	0	0,000	0,000	0,000	0,250	0,6607	0,8214	0,8929
19	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,4643	0,6964	0,8214
20	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,5	

Розраховані з використанням відносних ординат табл. 3.5 ординати ТК пожежного буксира ($L_{пп}$ = 26,7 м; B = 7,9 м; D = 4,1 м; d = 3,5 м; V = 326 м^3; C_m = 0,818; C_w = 0,77; C_b = 0,441) наводяться в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Шпан-гоут	Ватерлінії							
	0	1	2	3	4	5	6	ВП
0	0	0	0	0	0	0	0,353	1,129
1	0	0	0	0	0,423	0,917	1,270	2,116
2	0	0	0	0,635	1,199	1,693	2,116	2,8
3	0	0	0,494	1,27	1,904	2,398	2,751	3,315
4	0	0,282	1,199	1,975	2,480	2,963	3,230	3,6
5	0	0,835	1,834	2,539	2,98	3,386	3,597	3,83
6	0	1,370	2,5	3,033	3,386	3,67	3,809	3,95
7	0	1,904	2,963	3,386	3,668	3,87	3,950	3,95
8	0	2,3	3,3	3,65	3,809	3,950	3,950	3,95
9	0	2,650	3,5	3,809	3,879	3,950	3,950	3,95
10	0	2,751	3,597	3,879	3,95	3,950	3,950	3,95
11	0	2,610	3,456	3,809	3,879	3,950	3,950	3,95
12	0	1,975	3,1	3,527	3,809	3,950	3,950	3,95
13	0	1,270	2,539	3,245	3,668	3,950	3,950	3,95
14	0	0,75	1,834	2,821	3,4	3,809	3,950	3,95
15	0	0,282	1,199	2,257	3,104	3,597	3,860	3,95
16	0	0	0,5	1,552	2,680	3,386	3,700	3,879
17	0	0	0	0,67	2	3,104	3,527	3,738
18	0	0	0	0	0,988	2,61	3,245	3,527
19	0	0	0	0	0	1,734	2,751	3,1
20	0	0	0	0	0	0	1,975	2,4

Отримані ординати ТК рятувальних буксирів, пожежного буксира і поверхонь їх корпусів можуть бути використані під час створення моделей поверхонь корпусів цих суден з подальшим використанням у 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 дод.

Особливі вимоги висуваються до форми обводів корпусів рятувальних катерів, для яких характерні високі швидкості при малих розмірах. У першій половині минулого століття під час проєктування 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 та їх корпуси отримували сильні пошкодження.

У 60-х роках минулого століття з цього приводу в державах, які мали розгалужену систему берегових рятувальних станцій (США, Німеччина) були проведені довготривалі й 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 вузлів). Для великих рятувальних катерів з великою швидкістю задовільні результати досягаються у випадку використання обводів форми Майера. У носовій частині катера шпангоути мали трикутну форму нижче ватерлінії, а над нею – форму з розвалом. Це сприяло створенню додаткової плавучості

й попередженню заливаності носа катера. Кормова частина – еліптичної форми з пологими батоксами, що забезпечує хороше підтікання води до гребного гвинта.

Сучасні швидкохідні катери для несення патрульної і рятувальної служби зазвичай мають гостроскулі обводи з бризко-відбійниками уздовж усієї скули і з перерізом днища у формі «глибоке V» з кілеватістю біля транця 18–25°. Часто цей кут простягається протягом 35–50 % довжин корпусу від транця. На днищі звичайно два поздовжніх редани з кожного борту у сполученні з одним або, частіше, двома поперечними реданами за МШ. Катера мають зазвичай відносно вузькі корпуси із 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 у разі зустрічі глісируючого на великій швидкості корпусу із хвилею.

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 буксирів.
3. За якими залежностями можна визначати коефіцієнти загальної повноти?
4. Яким слід брати 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 максимальний поперечний переріз швидкохідних пожежних суден?

10. Яка швидкість (на буксируванні чи вільного ходу) є вирішальною характеристикою завдання на проєктування рятувальних і більшості пожежних суден?

11. Як проводиться опрацювання форми обводів проєктування рятувальних і пожежних суден?

12. У зв'язку з чим висуваються особливі вимоги до форми обводів корпусів рятувальних катерів?

13. Які форми обводів брались для рятувальних катерів невеликих розмірів з помірною швидкістю ходу, а які – для великих катерів з великою швидкістю?

14. Які обводи мають сучасні швидкохідні катери для несення патрульної і рятувальної служби?

4. ПРИНЦИПІАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ 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 ахтерпік, цистерни суднових запасів і баластні відсіки. Тому питання, пов'язані зі згаданими основними відсіками, нижче розглядаються лише у зв'язку із загальним компонуванням суден.

4.1. Рятувальні судна

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

Кількість людей, урятованих з аварійних суден, неможливо заздалегідь установити. Під час компонування сучасних РС застосовують два способи: на низці суден передбачають спеціальні запасні каюти (кубрики), а на деяких суднах (зазвичай у каютах екіпажу) – запасні місця, які можна використовувати для розміщення врятованих людей. Другий спосіб більш виправданий економічно, так як дозволяє зменшити капіталовкладення під час будівництва 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, у тому числі і в каютах екіпажу. Якщо дозволяють площі й обсяги за прийнятих розмірів, проєктувальники 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.

Рятувальні судна мають зазвичай 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 (рис. 4.1). Ці палуби, головна під півбаком і нижня, слугують для розміщення багатьох житлових, громадських, службових, господарських та санітарно-гігієнічних приміщень. Невелика частина суднових приміщень розміщується також у рубках на 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 чинними 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.

Таблиця 4.1. **Площі суднових приміщень на РС**

Найменування приміщення	Площа, м^2	Найменування приміщення	Площа, м^2
I. Житлові приміщення		V. Продовольчі комори	
Каюта капітана	15–24	Холодильні	16–24
Каюта старшого механіка	14–20	У 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
II. Громадські приміщення		Неохолоджувані сухих продуктів	16–24
Кают-компанія	1,8–2,3 на 1 люд.	VI. Господарчі приміщення	
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
III. Службові приміщення		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	VII. Душові загальні	
Радіоакумуляторна	3–5	Тамбур входу	1,2–1,5
Трансляційна	3–5	Роздягальна	3,5–5,0
Канцелярія суднова	4–6	Душова на 3–4 рожки	6–8
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 братися за Санітарними Правилами.

Ці рекомендації – орієнтовні. Вони перевищують санітарні норми й повинні уточнюватися по конкретних умовах проєктованого судна.

Характерною особливістю суден рятівного 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.

Комплекс медичних приміщень за статистичними даними зарубіжних суден має приблизно такі площі:

на універсальних РС – 40 м^2;

на рятувальних буксирах – 30 м^2;

на буксирах з рятівним обладнанням – 20 м^2.

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

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

Універсальні РС, м^3 250
Рятувальні буксири, м^3 180
Буксири з рятівним 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, у носовій і кормовій частинах судна.

На відміну від інших суден, на рятувальних обладнуються значно потужніші суднові 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 суднах, зазвичай розміщується суміжно (рідше поблизу) із 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 із зовнішніми роботами під час суднопідйому.

Правильне розміщення водолазного посту дуже важливе для зручності й безпеки виконання водолазних робіт, що здійснюються як в аварійних умовах, так і під час суднопіднімальних і підводно-технічних робіт. 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 майданчики підготовки водолазів до спускання. Між водолазним постом і цими робочими майданчиками передбачається мінімальна відстань. Одночасно водолазний пост повинен розташовуватися поблизу, а ще краще суміжно з приміщенням, у якому встановлюється декомпресійна камера. Бажано, щоб пост управління підводною телевізійною установкою також був розміщений поблизу або суміжно з водолазним постом.

Зазначені вимоги розміщення постів водолазної служби викликають значні труднощі під час компонування загального розташування РС. Блок згаданих приміщень, у силу тяжіння до відкритої частини ВП, зазвичай розташовують у кормовій частині подовженого півбака, тобто в місці, де зручніше за все розмістити буксирний пристрій (буксирну лебідку, буксирні гаки).

Слід зазначити ще кілька загальних особливостей розглянутих суден. Це насамперед 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. У цьому випадку радіорубки та їх допоміжні приміщення (радіолокаційна, радіоагрегатна, радіоакумуляторна) повинні бути розміщені на палубі, що лежить нижче, а кожух димової труби повинен прилягати до кормової перебірки рульової рубки на порівняно вузькій ділянці.

Можна виділити три напрямки у розв'язанні цього вузла компонування судна. Якщо блок водолазних приміщень розташовують на кормовій частині подовженого півбака, то буксирну лебідку встановлюють або в кормовій частині ВП, або під водолазним постом на палубі, що лежить нижче, з відповідним забезпеченням виведення буксирного троса на верхню палубу. Можливе й інше рішення, за якого буксирну лебідку встановлюють у кормовій частині подовженого півбака (рис. 4.1).

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

Достатньо вільні площі палуби необхідні також під час водолазних і суднопідіймальних робіт, при висадці на аварійні судна десантних сил рятувальних загонів, не кажучи вже про роботи під час гасіння пожеж.

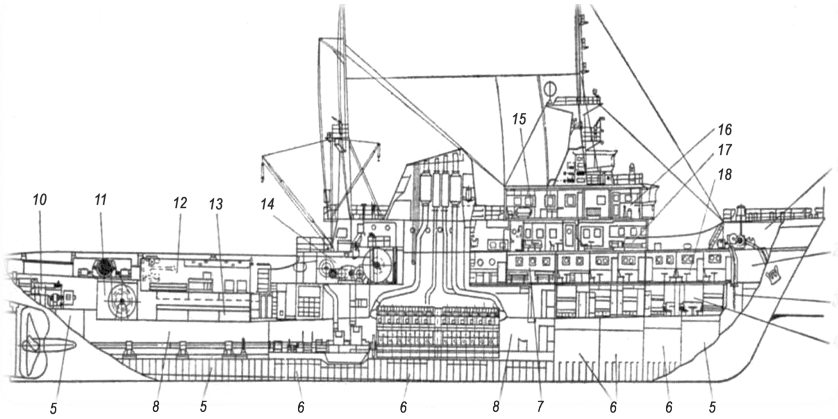

Рис. 4.1. Рятувальне судно «Зварте Зее» – поздовжній розріз:
1 – приміщення під навісною палубою; *2* – шкіперська; *3* – ланцюгової ящик; *4* – відсік житлових і службових приміщень; *5* – баластні цистерни; *6* – цистерни пального; *7* – їдальня команди; *8* – МВ; *9* – тунель гребного вала; *10* – румпельне відділення; *11* – тросова комора; *12* – аварійна майстерня і водолазний пост; *13* – трюм аварійно-рятівного майна; *14* – приміщення буксирної лебідки; *15* – приміщення капітана; *16* – рульова рубка; *17* – приміщення комскладу; *18* – приміщення команди

Деякі додаткові відомості про загальні розташування суден можуть бути почерпнуті з вказаних нижче описів суден рятівного класу.

Найбільш характерним універсальним рятувальними судном великої потужності є судно «Еліс Л. Моран», яке було побудовано в Японії за замовленням американської буксирувальної компанії на клас Американського бюро судноплавства. 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 вузлів. У 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 двовальну гвинто-рульову установку.

На цьому судні існують труднощі в розміщенні пального: незважаючи на те, що всі днищеві відсіки, крім фор- і ахтерпіка, 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, унаслідок чого, очевидно, проєктанти змушені були збільшувати 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. Усі каюти комскладу одномісні, команди – двомісні, просторі й 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, урятованих з аварійних суден.

Тросове й 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-рятівного 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 у штормову погоду, оскільки якірний пристрій розташований під навісною палубою.

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

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

На кормовій НП РС «Зварте Зее» є трюм для аварійно-рятівного 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 – у кормовій частині над трюмом у вигляді утопленого 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).

З наведеного короткого опису двох найбільших у світі РС можна зробити висновок, що вони є типовими суднами, призначеними тільки для виконання рятувальних та буксирувальних робіт. Прийом на судно людей, урятованих з аварійних суден, здійснюється в приміщення екіпажу.

Одним із 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 у 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 одновальне з ГФК. Привід на 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 носові диптанки, цистерни подвійного дна під МВ і два кормові диптанки, загальною ємністю на 299 т, що забезпечує автономність плавання 15 діб, тобто 6000 миль дальності плавання за швидкості ходу близько 16,5 вузлів. Невелика автономність плавання, яка пояснюється обмеженим районом експлуатації у східній частині Середземного моря, дозволила проєктантам 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, у тому числі і глибоководних. Передбачена декомпресійна камера, підводне освітлення і підводний телевізор, спеціальна майстерня для аварійно-рятувальних робіт. Водолазний пост розташований у глибині під палубою бака. Буксирна лебідка розміщена суміжно (за шахтою МВ).

Рятувальне судно «Клайд» (і однотипне «Ельба»), 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 в разі затоплення такого великого відсіку, як МВ, захаращує верхню кормову палубу (кап МВ займає найбільш зручну робочу площу палуби). Але до того ж скорочується довжина валопроводу та 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) слугують для зберігання рятувального обладнання та постачання, хоча їх розташування є не дуже зручним для вантаження

і вивантаження. Комори вміщують до 60 т стальних, манільських і нейлонових тросів, буксирних ланцюгів, водолазного постачання, переносних насосів та іншого аварійно-рятувального майна. Це РС не має засобів для глибоководних водолазних і суднопідіймальних робіт.

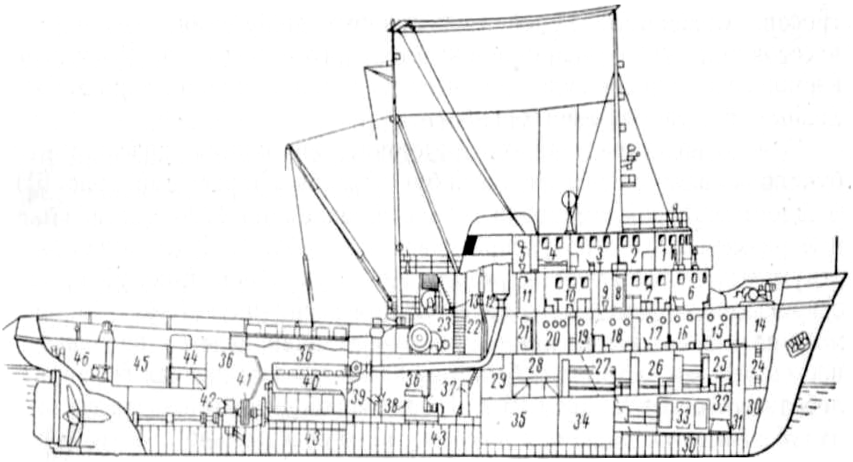

Рис. 4.2. Поздовжній розріз РС «Клайд»:
1 – рульова рубка; *2* – штурманська рубка; *3*, *4*, *5* – приміщення капітана; *6* – салон; *7* – каюта штурмана; *8* – комора; *9* – гальюн; *10*, *11* – приміщення старшого механіка; *12* – глушники; *13* – кондиціонер; *14* – шкіперська; *15–17* – приміщення 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* – ГРЩ; *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 рятівні буксири, довжина яких досягає довжини РС.

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

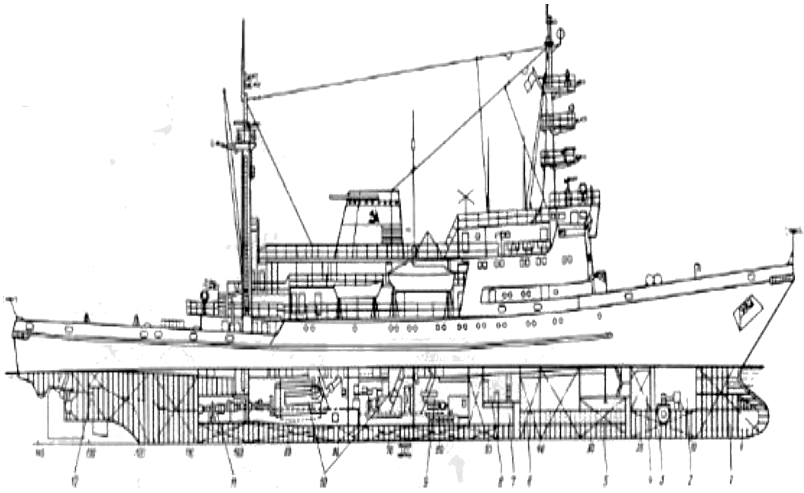

Рис. 4.3. Загальне компонування океанського рятівного буксира «Yaguar»:
1 – форпік; *2* – приміщення підрулюючого пристрою; *3, 4* – цистерни прісної води; *5* – баластна цистерна; *6* – цистерна дизельного пального; *7* – приміщення лага й ехолота; *8* – гіропост; 9 – приміщення допоміжних механізмів; *10* – машинне й котельне відділення; *11* – приміщення механізму керування кроком гвинта; *12* – ахтерпік

Цікавий за своїми проєктними 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/D = 7,7) відрізняються від характерних для РС подібної потужності. Це підтверджується і тим, що буксир «Бремен» має швидкість вільного ходу всього 15,25 вузлів, тобто меншу, ніж рятувальники аналогічної або близької потужності (наприклад, «Алемдар II» – потужність 5000 к. с., швидкість ходу – 16,5 вузлів).

Розміри й характеристики буксира «Бремен» були підпорядковані забезпеченню наступних вимог: отримання максимальної тяги на гаку, великої автономності плавання, хорошої стійкості на курсі й високої маневреності. Основну увагу під час створення 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 у поворотною напрямною насадкою), що дозволило за необхідної тяги зменшити потужність двигунів судна. Останнє приводить не тільки до зниження ваги ЕУ, але і при однаковій автономності – зменшення необхідних запасів палива й мастила. Граничними умовами зменшення водотоннажності за такого розрахунку є автономність і об'єми, необхідні для розміщення ЕУ і суднових приміщень.

Під час проєктування буксира «Бремен» було підраховано, що для вільного ходу у 18 вузлів потрібна була б довжина судна не менше 70 м, а за швидкості ходу в 15 вузлів 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, спроєктованим на режим роботи, середній між тяговим і швидкісним гвинтом (52 т).

Наведені міркування свідчать про те, що під час проєктування 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.

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. Усі об'єми нижче головної палуби від носа до корми зайняті цистернами суднових запасів, баласту і МВ.

Екіпаж судна (30 осіб) розміщений досить тісно – для команди зазвичай 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 захаращена: на ній установлена 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 $м^3$/год. Водолазного обладнання та устаткування для підводно-технічних робіт немає. Трюм для розміщення аварійно-рятувального майна малий – об'ємом близько 100 $м^3$.

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

До цікавих особливостей буксира «Бремен» відноситься форма носа й конструктивні льодові підсилення, що дозволяють використовувати його як криголам. Правда, наявність ПНН з великим незахищеним стабілізатором за необхідності поперемінних передніх і задніх ходів змушує сумніватися у його криголамних можливостях.

Ще одним представником криголамних буксирів з рятувальним обладнанням є «Гераклес», найпотужніший із 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 удалося досягти насамперед за рахунок різкого скорочення екіпажу, який становить усього 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 виявився достатнім не тільки для розміщення ємностей суднових запасів, але і для розміщення невеликого (100 м^3) трюму рятівного майна.

На судні є місткий лазарет, водолазна комора, майстерня з виходом на відкриту палубу і в МВ, потужний буксирний пристрій з буксирною лебідкою і 50-тонним буксирним гаком, два пожежні лафетні стволи. На відміну від багатьох рятувальників на «Гераклесі» установлено 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) призвели до обмежених 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 рятівного класу. Сказане відноситься не тільки до їх специфічних розмірів, а й до загального компонування. Ці катери широко використовуються на узбережжях європейських країн (Голландії, Англії, Норвегії та ін.) і США, де є розгалужена мережа берегових рятувальних станцій, призначених для порятунку людей із суден, що зазнали аварії поблизу від берегів. Рятувальні катери берегових станцій зазвичай 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.

До рятувальних катерів берегових станцій висуваються серйозні вимоги за морехідними якостями, мобільності й надійності. Це привело до створення особливої категорії катерів – невеликих за розмірами, але таких, що володіють можливістю виходити в море за будь-якої штормової погоди, практично непотоплюваних, здатних «самовипрямлятися» у разі перевертання їх у прибої, і таких, які зберігають працездатність за будь-яких несприятливих обставин плавання.

У процесі розвитку й удосконалення рятувальних катерів застосовувалися різні способи для гарантії їх «самовипрямлення» (у деяких джерелах таку властивість називають

«неперекиданням»). Це властивість досягається в результаті додання катеру високої остійності (кут закочування діаграми статичної остійності досягає 150–180°). 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 у разі перекидання катер виявився у 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 згаданих вище способів «самовипрямлення» рятувальних катерів.

Самовипрямлення англійського рятувального катера «Оклі» забезпечується автоматично при нахилі більше 110°. Це досягається за допомогою спеціальних баластних цистерн, розташованих побортно та з'єднаних пропускними трубами з клапанами, що автоматично спрацьовують залежно 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: форпік, носовий кокпіт, МВ, кормовий кокпіт та ахтерпік. Фор- і ахтерпік обладнані повітряними ящиками. Крім того, повітряні ящики розташовані по бортах інших відсіків. Управління катером розташовується в кормовому кокпіті, а з навісу кокпіта є водонепроникні двері в МВ, повністю ізольоване у 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. Усе необхідне рятувальне устаткування та обладнання розміщується у двох кокпітах. Наступні модифікації даного катера мають повністю закриту рубку від носа до корми, так що носовий кокпіт перетворюється в каюту команди, а кормовий – у рульову і навігаційну рубки. Усі три приміщення сполучаються за допомогою водонепроникних дверей. Два гребні гвинта розміщені у спеціальних нішах підводної частини корпусу, щоб уникнути їх пошкоджень під час викидання 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. Усі відсіки з'єднані між собою водонепроникними дверима, закриття яких має контрольну сигналізацію. Розвинений дейдвуд з конструктивним дифферентом до корми від МШ гарантує захист гребних гвинтів під час посадки катера на грунт.

Під час пошуків 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, утім, як і інших подібних катерів великих розмірів, наявність на своєму борті рятувального моторного бота й високої швидкості ходу (рис. 4.4).

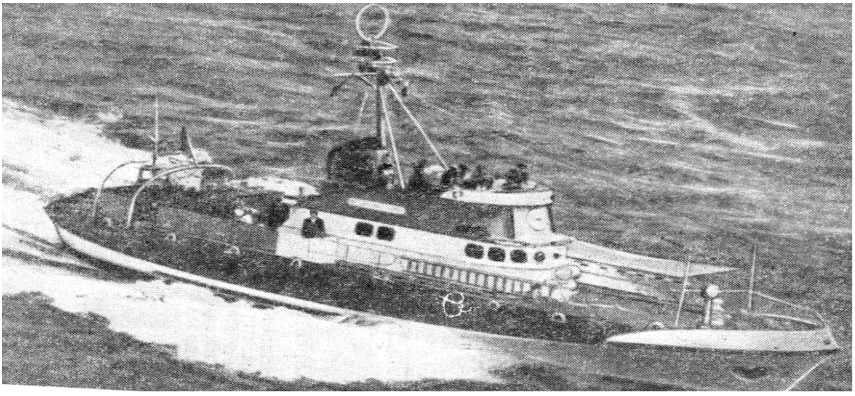

Рис. 4.4. Загальний вигляд німецького рятувального катера

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 у районі лиха, порятунок людей у районах узбережжя з пологим берегом у разі сильного прибою.

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 за температури близько 10° у рятувальному жилеті становить не більше 2 годин. Таким чином, залежно 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 вузлів.

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 за порівняно невеликого збільшення розмірів пояснюється тим, що криві опору катерів у діапазоні швидкостей від нуля до 10–12 вузлів пологі, потім переходять у різко зростаючу опуклу криву, яка за межею 17–18 вузлів знову набуває увігнутої форми. У зв'язку із цим на катері довжиною 15,2 стала достатньою потужність 665 к. с. для отримання швидкості 19,3 вузлів. На великих катерах силові установки складаються з трьох двигунів: при роботі двох бортових двигунів малої потужності (2×165 к. с. на катері 20,9 м і 2×525 к. с. на катері 24,20 м), швидкість ходу становить 11,3 і 14,6 вузлів відповідно, а за повної потужності – 20,7 і 24,2 вузлів [8].

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

Корпус рятувальних катерів розділений чотирма водонепроникними перебірками на п'ять відсіків: форпік, житлові приміщення, МВ, комору й 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, у 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.

Усі 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 установлений спеціальний рятувальний водовідливний 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 пів'ют. 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 та їдальня розміщені в рубці на ВП, що прилягає до півбаку. Поєднана рульова штурманська з круговим оглядом обладнана в рубці на палубі бака і має зверху відкритий другий пост управління з вітрозахисним обносом. Димова труба сполучена із сигнальною щоглою в кормовій частині рубки.

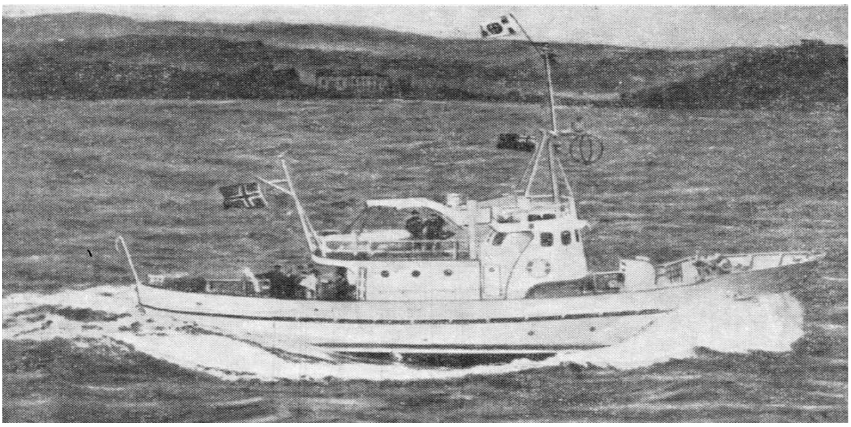

Рис. 4.5. Загальний вигляд норвезького рятувального катера

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

Корпус судна забезпечений підкріпленнями для плавання в льоду: шпапгоути посилені на 50 %, передбачені проміжні шпангоути, зовнішня обшивка льодового пояса – товщиною 12−15 мм, гвинт і руль мають протильодовий захист. Приміщення судна обладнані системою кондиціонування повітря. Потужність головного двигуна становить 730 к. с, передбачений один рятувально-пожежний насос продуктивністю 100 м^3/год. Гідронасос приводу палубних механізмів і рульової машини працює з відбором потужності від головного дизеля ЕУ.

4.4. Пожежні судна, буксири й 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 рятівного 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 у морі на значній віддалі від берега, виконувалося рятувальними суднами, які мають відповідні протипожежні засоби. Дискусія з цього питання виявила недоцільність створення комбінованих рятувально-пожежних суден морського плавання.

Архітектурний тип спеціалізованих ПС різноманітний. Спільним є лише те, що вони гладкопалубні з мінімальною сідлуватістю для гарантії зручності й безпеки робіт під час гасіння пожеж. Крім того, усі 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, двогвинтове пожежне судно «Ал. Гретхем», побудоване для роботи в порту Гонолулу (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: форпік, житловий відсік, насосне відділення, МВ, кормовий житловий відсік та ахтерпік. У двох палубних рубках розміщені службові та громадські приміщення. Запаси пального зберігаються в подвійному дні, а прісна вода – у диптанках біля носової перебірки насосного відділення і біля кормової перебірки МВ.

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 огородження і носова сигнальна щогла мають завалювальну конструкцію і прибираються під час роботи лафетних стволів. У двох'ярусній рубці на пожежній палубі розміщені комори й рульова рубка. На рубці змонтована телескопічна башта з лафетним стволом, що піднімається за потреби на висоту близько 17,0 м від ватерлінії. Ще один лафетний ствол розташований у кормовій частині пожежної палуби на піднятому майданчику. Телескопічна вежа лафетного ствола має електрогідравлічний привід і виготовлена з антикорозійного алюмінієвого сплаву. Усе 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 й дев'яти двомісних. Крім того, передбачені необхідні громадські приміщення і лазарет на два ліжка.

Головні двигуни судна мають потужність 800 к. с. Крім того, установлено три двигуни загальною потужністю 2000 к. с. приводу пожежних насосів. За потреби головні двигуни теж можуть працювати на пожежні насоси, але судно в цьому випадку не буде мати ходу.

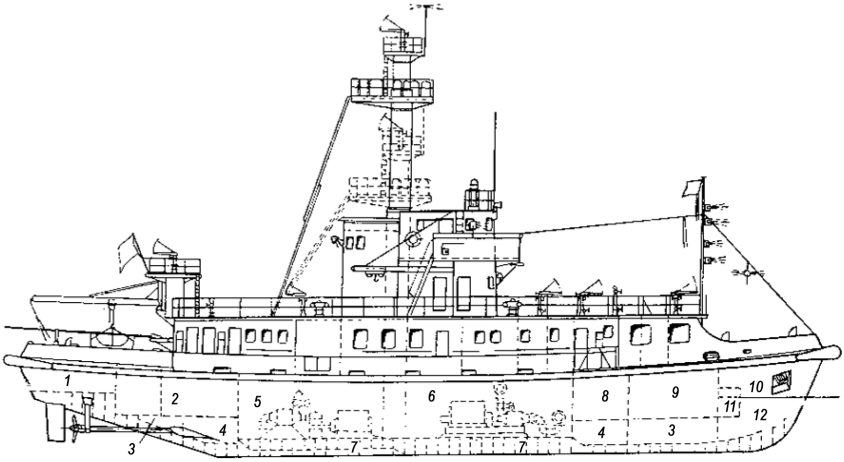

Рис. 4.6. Схема загального розташування ПС «Al. Grethem»:
1 – румпельне відділення; *2*, *8* – каюти команди; *3* – баластний відсік; *4* – цистерна прісної води; *5* – МВ; *6* – насосне відділення; *7* – цистерна дизельного пального; *9* – каюти командного складу; *10* – шкіперська; *11* – ланцюговий ящик; *12* – форпік

Специфічною для всіх ПС є необхідність розміщення спеціальних ємностей для зберігання піноутворюючої рідини. Такі цистерни більшої або меншої ємності залежно від продуктивності протипожежних засобів розміщують усередині корпусу, часто суміжно з МВ (для зменшення довжини трубопроводів). Під час проєктування схем відсіків ПС слід ураховувати додатково можливість розміщення таких ємностей.

Опис типового ПС показує, що за малих розмірів 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 буксирні. Одне з таких суден зображене на рис. 4.7.

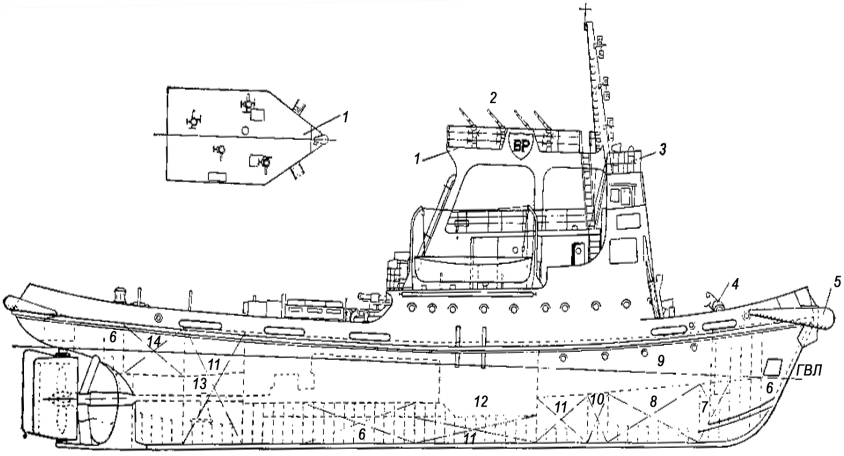

Рис. 4.7. Схема загального розташування ПС «Кокберн»:
1 – платформа для лафетних стволів; *2* – лафетні стволи; *3* – компас; *4* – брашпиль; *5* – кранець; *6* – цистерна водяного баласту; *7* – ланцюговий ящик; *8* – цистерна прісної води; *9* – приміщення команди; *10* – кофердам; *11* – цистерна дизельного пального; *12* – МВ; *13* – тунель гребного вала; *14* – трюм

Розподіл судна на відсіки, розміщення запасів палива і прісної води нагадує схему відсіків буксирних суден. Екстер'єр судна, який є зручним під час проведення протипожежних і буксирних операцій, вирішено оригінально. Від корми до МШ, де розташований буксирний гак, надводна частина судна має вигляд буксира, у той час як уся носова половина з архітектури нагадує пожежне судно. Достатньо вдала компоновка пожежної платформи з чотирма лафетними стволами, піднята на висоту близько 10 м над ватерлінією; традиційна димова труба відсутня; вихлопні труби головного й допоміжного двигунів умонтовані у 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, у надбудові й рубці 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 притаманна суднам пожежного та буксирного типів. Це рішення не можна визнати вдалим з точки зору безпеки підходу до аварійних суден і зручності виконання робіт під час гасіння пожеж. Таке рішення, очевидно, викликане нестачею площ для розміщення великої кількості суднових приміщень і небажанням збільшення розмірів судна у зв'язку з його експлуатацією в обмежених акваторіях.

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

Для пожежогасіння в МВ встановлено автономні дизельні насоси продуктивністю по 5,5 м^3/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 диптанках, піноутворювач у двох цистернах у 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 зі всіма агрегатами судна, забезпечує огляд усіх відкритих ділянок палуби і навколишнього простору. Чотири лафетні пожежні ствола розподілені так, щоб забезпечити найбільшу ефективність використання на всі 360° радіусу дії:

один лафетний ствол установлений 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 рулем.

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

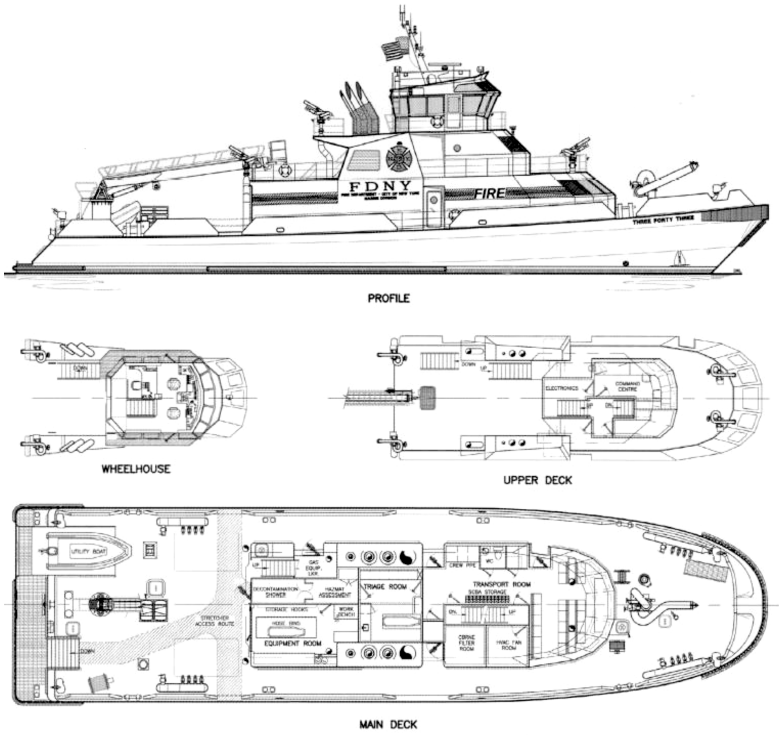

Рис. 4.8. Компонування ПС «Three Forty Three»

4.4.2. Пожежні буксири

Компонування і загальне розташування пожежних буксирів менш різнотипні, ніж у ПС, хоча й 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 як допоміжні протипожежні засоби (по 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 й обслуговують у порту транспортні й особливо нафтоналивні судна.

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 (рис. 4.9). Солідна щогла до корми від ходової рубки слугує для виведення газовихлопних труб. Вона несе на собі сигнальне й 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 й обладнанням. Дещо більш звичайного розвинена палубна рубка за рахунок обладнання на судні житлових приміщень

екіпажу (14 осіб) у зв'язку з бажанням судновласника використовувати буксир по можливості для морських переходів.

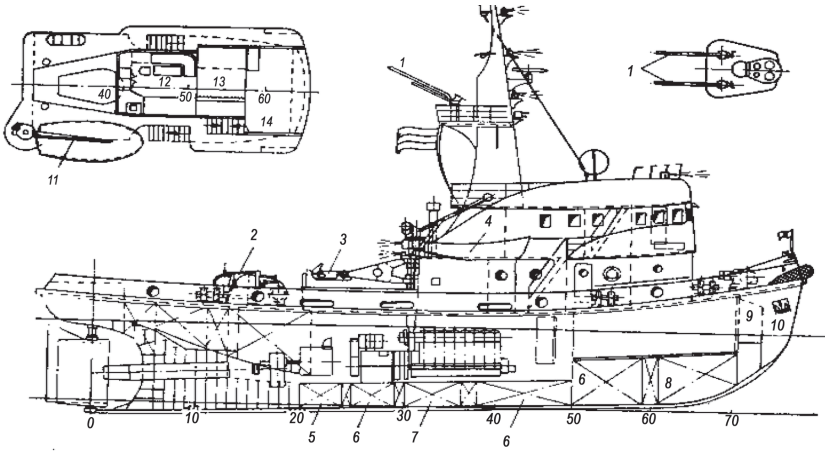

Рис. 4.9. Схема загального розташування пожежного буксира «Міхель Петерсен»:

1 – лафетні 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* – форпік; *11* – шлюпбалка; *12* – каюта капітана; *13* – штурманська; *14* – рульова рубка

Ємності для суднових запасів палива, прісної води й 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 м^3/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. Під час пожежогасіння або рятувальних робіт один з двох головних генераторів забезпечує електропостачання пожежних насосів. У разі роботи другого генератора отримують швидкість ходу судна до 11 вузлів і тягу на гаку до 15 т, що цілком достатньо для маневрування під час виконання протипожежних і аварійно-рятувальних операцій.

В іншому сенсі 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 лафетний ствол, цистерна з піноутворювачем (зазвичай вкладна в МВ) і невеликий насос для подачі піноутворювача. Робота протипожежної системи забезпечується судновими пожежними насосами, напір яких у необхідних випадках береться підвищеним.

Навіть малі портові буксири можуть забезпечуватися протипожежним обладнанням.

4.4.3. Пожежні катери

Компонування пожежних катерів специфічне через їх малі розміри. Схема відсіків проста, так як корпус катерів поділений зазвичай трьома поперечними перебірками на чотири відсіки: форпік, житловий відсік, МВ та ахтерпік.

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 сідлуватість у носовій частині; у кормовій частині рекомендується

не передбачати сідлуватість. Невелика рубка на ВП слугує для розміщення рульової й агрегатних приміщень. 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. Усього зазвичай установлюють від одного до чотирьох пожежних лафетних стволів.

Варіант компоновки пожежного катера зображений на рис. 4.10. Це досить простий тип портового пожежного засобу, який зберігає низку буксирувальних якостей, таких необхідних портовим суднам. Такий пожежний катер може бути створений як модифікації будь-якого портового буксира малої потужності (у діапазоні 150–350 к. с.). Розміри і потужність деяких подібних катерів ЕУ наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Судно	$L_{пп}$, м	B, м	D, м	d, м	$N_{ЕУ}$, 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: форпік з ланцюговим ящиком, каюту відпочинку екіпажу (вахтове приміщення), поєднане МВ і насосне відділення та ахтерпік. Катер має невисокий уступ у носовій частині, для того, щоб забезпечити нормальну висоту каюти відпочинку і дещо поліпшити морехідні якості під час роботи на рейдах. Палубна рубка призначена для рульової. Протипожежне обладнання: два лафетні стволи, 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 й обслуговуючих його механізмів, установлений пожежний дизель-насос. Унаслідок цього МВ видовжене більш ніж у 1,5 рази в порівнянні зі звичайним МВ аналогічних буксирів. На буксирі є піногенераторна установка й система водяної завіси.

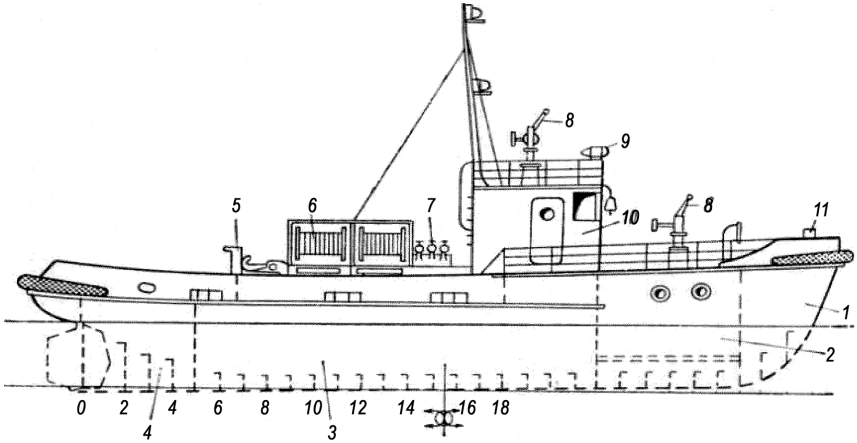

Рис. 4.10. Схема пожежного катера:
1 – форпік; *2* – житлове приміщення; *3* – МВ; *4* – ахтерпік; *5* – обмежувачі буксирного троса; *6* – в'юшки з пожежними шлангами; *7* – пожежні ріжки; *8* – лафетний ствол; *9* – прожектор; *10* – рульова рубка; *11* – буксирний бітенг

Серед нових сучасних проєктів універсальних катерів з протипожежними пристроями і засобами слід розглянути проєкт робочого катера для Каспійського моря, створений фахівцями Каспморніїпроєкту та Каспійського морського інженерного бюро (проєкт WSB01 (1547). Цей проєкт дозволить замінити існуючі морально та технічні застарілі судна [4].

Для роботи на азербайджанських нафтових промислах Азербайджанське Каспійське морське пароплавство сьогодні

використовує побудовані в 60–70-х роках минулого століття катери проєктів 1496, 1439, 376, 1415, 1459. Для їх заміни передбачається найближчими роками побудувати 40 нових суден проєкту WSB01 (1547) проєктів, а також ще 16 суден інших проєктів, у тому числі пасажирських, для доставки персоналу на платформи. Загалом у будівництві знаходиться 6 суден проєкту WSB01 (1547), 2 катери здані в експлуатацію та 2 спущені на воду [4].

Катер забезпечення проєкту WSB01 (1547) призначений для:

– буксирування несамохідних суден та плавучих споруд;
– проведення суден в акваторії портів та постановки на причал;
– участі у гасінні пожеж на об'єктах;
– перевезення промислового персоналу (12 осіб) на морські стаціонарні платформи;
– перевезення палубного вантажу вагою до 5 т.

Проєкт WSB01 (1547) був створений проєктним інститутом АКМП «Каспморнііпроєктом» та Каспійським морським інженерним бюро. Цикл проєктування включив у себе ескізний проєкт, проєктну документацію судна у будівництві, робочо-конструкторську, технологічну та плазову документацію. Це перший проєкт нового покоління, створений колективом інженерів у Баку. Проєкт виконано в одній із провідних у світі систем тривимірного проєктування Cadmatic.

Архітектурно-конструктивний тип катера – однопалубне судно з напівбаком і сідлуватістю, з МВ у кормовій частині судна, з рульовою рубкою кругового огляду, з вантажною палубою в кормі, з 5 поперечними перебірками, з кормовим буксирним комплексом. Судно має довжину найбільшу 26,0 м, ширину – 6,6 м, висоту борту – 3,0 м, осадку – 1,6 м (рис. 4.11).

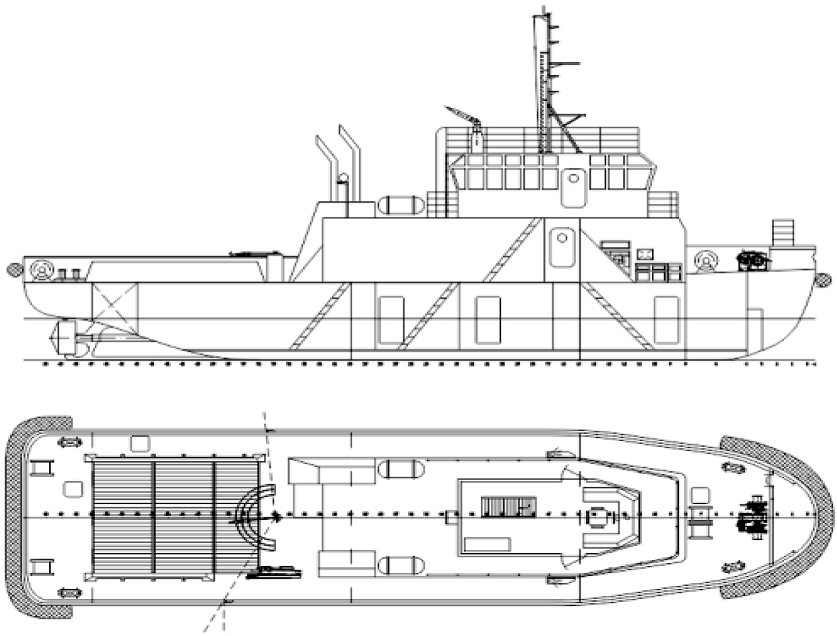

Рис. 4.11. Загальне розташування багатофункціонального катера проєкту WSB01

Пропульсивний комплекс забезпечує тягу не менше 5 т і складається з одного головного двигуна потужністю 313 кВт із допоміжними механізмами та одного гребного ГФК в поворотній насадці. Місткість цистерн основних суднових запасів: дизельне паливо – 6,0 м³, питна вода – 1,0 м³, технічна вода – 1,5 м³. Автономність плавання за судновими запасами не менше 3 діб. Дальність плавання за тривалою експлуатаційною швидкістю (10 вузлів) – близько 860 миль. Швидкість судна при осадці 1,6 м, при 313 кВт, при висоті хвилі 1,2 м, силі вітру 17 м/сек і обростанні корпусу склала приблизно 10 вузлів. Буксирувальні випробування моделі судна було здійснено у дослідному басейні Одеського національного

морського університету імені проф. О. О. Костюкова. Екіпаж катера складає 6 осіб, пасажирів – 12 осіб.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які житлові приміщення на суднах рятівного класу, крім житлових приміщень, необхідно передбачити?
2. Які палуби на рятувальних суднах слугують 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 рятівного класу?
6. Якими спеціальними приміщеннями обладнуються рятівні 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 компонування вузла водолазних приміщень і буксирної лебідки.
10. Наведіть особливості архітектурно-конструктивного типу європейських рятувальних суден.
11. Яке основне призначення, проєктні й конструктивні особливості рятувальних буксирів?
12. Чим відрізняються рятувальні катери берегових станцій від інших суден рятівного класу?
13. Навести особливості вирішення питання для забезпечення підвищеної остійності рятувальних катерів.

14. Які особливості конструкції корпусу й розташування приміщень рятувальних катерів?

15. Які фактори впливають на загальне компонування пожежних суден?

16. Що є спільним в архітектурному типі різноманітних спеціалізованих пожежних суден?

17. Навести розподіл 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?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Астахова А. О. Визначення головних елементів і характеристик рятувальних суден. *Сучасні технології проєктування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд* : матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв : НУК, 2023. С. 88–92.

2. Бондаренко О. В., Кротов О. І., Матвєєв Л. О., Прокудін С. О. Особливості проектування транспортних суден : навч. посіб. Миколаїв : УДМТУ, 2003. Ч. 1. 76 с.

3. Бондаренко О. В., Кротов О. І., Матвєєв Л. О., Прокудін С. О. Особливості проектування транспортних суден : навч. посіб. Миколаїв : НУК, 2004. Ч. 2. 80 с.

4. Єгоров О. Г., Абдуллаєв О. М. Досвід проєктування та будівництва багатофункціональних буксирних катерів проєкту WSB01 (1547). *Сучасні технології проєктування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд* : матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв : НУК, 2023. С. 6–8.

5. Каткевич В. Україна: Служби спасіння на морі. *Судноплавство*. 2003. № 3–4. С. 33–34.

6. Костров М. Проблеми пошуку і спасіння на водних об’єктах України. *Дзеркало тижня*. 2000. № 46 (319).

7. Кротов О. І., Голіков В. І., Єганов О. Ю., Бондаренко О. В. Проектування морських транспортних суден : навч. посіб. Миколаїв : УДМТУ, 2003. 156 с.

8. Кротов О. І., Голіков В. І., Єганов О. Ю., Бондаренко О. В. Проектування малотоннажних суден : навч. посіб. Миколаїв : УДМТУ, 2002. 158 с.

9. Ле Куанг Хунг. Визначення головних елементів рятівних суден : дис. на здобуття канд. техн. наук. Миколаїв : НУК, 2006.

10. Ле Куанг Хунг. Визначення показника ефективності виконання рятівним судном своїх функціональних операцій. *Зб. наук. праць НУК*. Миколаїв : НУК, 2005. № 5 (404). С. 20–28.

11. Ле Куанг Хунг. Вирішення оптимізаційної задачі визначення головних елементів рятівних суден. *Зб. наук. праць НУК*. Миколаїв : НУК, 2006. № 1 (406). С. 53–60.

12. Некрасов В. О., Ле Куанг Хунг. Задача дослідницького проектування рятівного судна. *Зб. наук. праць НУК*. Миколаїв : НУК, 2004. № 5 (398). С. 3–12.

13. Правила класифікації та побудови морських суден. Регістр судноплавства України. Т. 1–2. Київ, 2020.

14. H. Schneekluth and V. Bertram. Ship Design for Efficiency and Economy. Butterworth-Heinemann, 1998. 218 p.

15. Holtrop J. E. Statistical Re-Analisis of Resistance and Propulsion Data. *International Shipbuilding Progress*, V. 31, No. 363. 1984. P. 272–276.

16. Holtrop J., Mennen G. J. An approximate power prediction method. *International Shipbuilding Progress*, Vol. 29, July 1982. P. 166–170.

17. Oortmerssen G. van. A Power prediction method and its application to small ships. *International Shipbuilding Progress*, 1971, Vol. 18, No. 20. P. 397.

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	–	–	–

Продовж. табл. 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

Продовж. табл. Д2

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

Таблиця Д3. **Координати ТК океанського буксира-рятівника «Yaguar»**

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

Продовж. табл. Д3

X	*Y*	*Z*	*X*	*Y*	*Z*	*X*	*Y*	*Z*
32	7,531	4,833	48	0	7,733	72	6,736	8,34
32	7,7	5,8	56	0,254	0	72	0	8,34
32	7,7	6,766	56	1,525	0,483	76	0	3,633
32	7,7	7,733	56	3,134	0,97	76	0,424	3,866
32	7,7	8,7	56	5,413	1,933	76	2,626	4,833
32	7,7	9,666	56	6,514	2,9	76	3,85	5,8
32	7,7	10,633	56	7,107	3,966	76	5,498	6,766
32	7,7	10,65	56	7,446	4,833	76	6,091	7,733
32	0	10,65	56	7,7	5,8	76	6,345	8,7
40	1,525	0	56	7,7	6,766	76	0	8,7
40	4,058	0,483	56	7,7	7,733	80	0	4,04
40	5,713	0,97	56	0	7,733	80	0,762	4,833
40	7,022	1,933	64	0,254	0	80	2,88	5,8
40	7,577	2,9	64	0,508	0,483	80	4,481	6,766
40	7,7	3,966	64	0,97	0,97	80	5,159	7,733
40	7,7	4,833	64	2,118	1,933	80	5,629	8,7
40	7,7	5,8	64	4,027	2,9	80	5,73	8,93
40	7,7	6,766	64	5,921	3,966	80	0	8,93
40	7,7	7,733	64	6,599	4,833	84	0	5,17
40	7,7	8,7	64	7,107	5,8	84	1,355	5,8
40	7,7	9,666	64	7,531	6,766	84	2,88	6,766
40	7,7	10,633	64	7,7	7,733	84	3,935	7,733
40	7,7	10,633	64	0	7,733	84	4,651	8,7
40	0	10,633	72	0	0	84	4,97	9,22
48	0,254	0	72	0,254	0,483	84	0	9,22
48	4,058	0,483	72	0,254	0,97	86	0	6,766
48	5,498	0,97	72	0,254	1,933	86	1,350	7,733
48	6,938	1,933	72	0,254	2,9	86	2,19	8,7
48	7,531	2,9	72	0,762	3,966	86	2,65	9,666
48	7,7	3,966	72	2,241	4,833	86	0	9,666
48	7,7	4,833	72	4,397	5,8	86,5	0	9,72
48	7,7	5,8	72	5,583	6,766	–	–	–
48	7,7	6,766	72	6,26	7,733	–	–	–
48	7,7	7,733	72	6,684	7,733	–	–	–

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

БОНДАРЕНКО Олександр Валентинович
КРОТОВ Олександр Іванович
АСТАХОВА Аліна Олегівна
МИРОНОВ Олександр Григорович

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ І ПОЖЕЖНИХ СУДЕН

Навчальний посібник

Комп'ютерна правка й коректура *О. Г. Костенко*
Комп'ютерне верстання *Ю. С. Семенченко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 8,72. Вид. № 23. Зам. № 1307-70.
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА