

УДК 629.5.012  
К 51

# ЛОЦМАНСКИЕ КАТЕРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Я. А. Клева, ассистент;  
А. В. Бондаренко, доц., канд. техн. наук

*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

**Аннотация.** Проанализированы основные характеристики современных лоцманских катеров. Получены формулы для определения их главных размерений и приведены соответствующие графики.

**Ключевые слова.** лоцманские катера, скорость, главные размерения, мореходные обводы, пропульсивный комплекс.

**Анотація.** Проаналізовано основні проектні характеристики сучасних лоцманських катерів. Отримано формули для визначення головних розмірів лоцманських катерів та наведено відповідні графіки.

**Ключові слова.** лоцманські катери, швидкість, головні розміри, мореплавні обводи, пропульсивний комплекс.

**Abstract.** The principal characteristics of modern pilot boats are analyzed. Formulas for estimation of principal dimensions of pilot boats are received and corresponding diagrams are considered.

**Keywords.** pilot boats, speed, principal dimensions, seakeeping shapes, propulsion system.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Актуальная проблема мореплавания, которую приходится решать мировому сообществу, — обеспечение безопасности. По статистике, в год погибает в среднем 350–400 судов мирового флота. Наибольшее число аварий отмечено вблизи берегов: в портах — 50%; в узостях — 20%; на подходах к берегу и в открытом море — 30% [4]. Одним из путей уменьшения аварийности флота и повышения безопасности мореплавания является улучшение качества лоцманского обслуживания.

Традиционная лоцманская система, сложившаяся в морских странах, включает в себя лоцманские станции берегового или морского базирования и лоцманский флот. Современный лоцманский флот состоит из специализированных катеров, обеспечива-

ющих безопасное выполнение лоцманских операций в портовых акваториях и на внешних рейдах. Проведенный обзор современных лоцманских катеров (ЛК) позволяет отметить устойчивую тенденцию к обновлению состава лоцманского флота.

Лоцманский флот Украины также интенсивно обновляется. В конце 2009 г. началось строительство трех современных лоцманских катеров на отечественном судостроительном предприятии ОАО «Приморец». Первый катер планируется ввести в эксплуатацию в конце 2010 г., второй — в марте 2011 г., а третий — в июне 2011 г. В 2010 г. на эстонской судовой верфи «Baltic Workboats Shipyard» был построен для Одесского порта лоцманский катер «Скорый», по своим характеристикам отвечающий современным международным стандартам.

Учитывая возросший спрос на пополнение лоцманских флотов новыми, специализированными катерами, повышение требований к качеству лоцманского обслуживания и непрекращающийся инженерный поиск наилучших проектных решений, целесообразно выполнить анализ основных характеристик лоцманских катеров, определяемых на начальной стадии проектирования.

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Обзор научной литературы свидетельствует, что на данный момент опубликовано мало работ, посвященных вопросам выбора проектных характеристик лоцманских катеров. В русскоязычных источниках наиболее полно вопросы проектирования таких катеров освещены в работе [2]. Автор подробно описывает структуру лоцманского флота, анализирует реальные проекты, большое внимание уделяет выбору главных элементов и поиску оптимального варианта общего расположения лоцманских катеров. Некоторые вопросы выбора главных размерений, оптимальной формы корпуса для высокоскоростных судов, которые могут быть применены к лоцманским судам, рассмотрены в трудах [1, 4].

Необходимо отметить, что в зарубежных публикациях [5, 6] и в Интернете преобладают описательные данные и редко даются обобщающие рекомендации по выбору проектных параметров судов. Поэтому представляется целесообразным, используя статистические данные, провести анализ основных характеристик современных лоцманских катеров.

**ЦЕЛЮЮ СТАТЬИ** является статистический анализ основных характеристик современных лоцманских катеров.

## ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

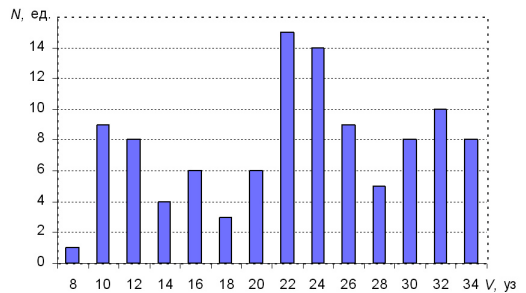
Наиболее важными основными характеристиками, оказывающими определяющее влияние на качественное выполнение функциональных задач ЛК, являются скорость хода, главные размерения, водоизмещение, дальность и автономность плавания, мощность главного двигателя, форма обводов корпуса.

Анализ характеристик судна в первую очередь следует начать с корпуса, поскольку его оптимальный дизайн должен гарантировать соблюдение ряда принципов: обеспечение необходимых мореходных качеств и безопасности при работе на различных скоростях (в глиссирующем и водоизмещающем режимах, на малых скоростях при швартовке к транспортным судам); сочетание небольших размеров с комфортным размещением жилых и служебных помещений; хорошие характеристики гидродинамического сопротивления [5].

Статистические данные дают возможность сделать вывод, что в большинстве случаев ЛК являются однокорпусными, хотя есть и двухкорпусные суда (катамараны, суда с малой площадью ватерлинии).

Выбор формы обводов корпуса лоцманского катера должен учитывать как основные режимы движения, так и ограничения, вызванные условиями эксплуатации. Поскольку режим движения судна связан с числом Фруда по длине или по водоизмещению, следует проанализировать такие характеристики, как скорость хода, длина и водоизмещение ЛК.

При выборе скорости лоцманского катера нужно учитывать, что, с одной стороны, катер должен быть скоростным, чтобы оперативно доставлять лоцманов к обслуживаемому судну, а с другой — достаточно мореходным и управляемым при работе на малых скоростях при швартовке к транспортным судам, при эксплуатации в условиях ограниченных акваторий портов. Анализ существующих судов (рис. 1) показывает, что скорость большинства современных лоцманских катеров составляет 22...25 уз,



**Рис. 1.** Распределение состава лоцманских катеров согласно их скорости

хотя устойчивой тенденцией в их проектировании является увеличение скорости до 30 уз. и более. Последние проекты лоцманских катеров для увеличения скорости хода до 40...42 уз снабжены транцевыми интерцепторами. Большинство рассмотренных ЛК работают в диапазоне относительной скорости  $0,6 < Fr_{\Delta} < 1,0$ .

При проектировании корпуса ЛК следует учитывать ряд особенностей компоновки общего расположения, отличающих их от других типов судов (рис. 2). Проектант сталкивается с необходимостью уменьшения размерений и водоизмещения ЛК, что накладывает отпечаток на общее расположение. Основной задачей является при этом создание компактного и комфортного интерьера, по возможности, без увеличения размеров и веса катера. Для достижения этих целей применяются различные архитектурно-конструктивные типы катеров с разными вариантами расположения рулевой рубки, машинного отделения, мест (кают) для лоцманов и разнообразные комбинации материалов для изготовления корпуса и надстройки. Все эти проектные решения призваны обеспечить заданные характеристики эксплуатационных и мореходных качеств лоцманского катера.

Аналізу подлежат также главные размерения и их соотношения.

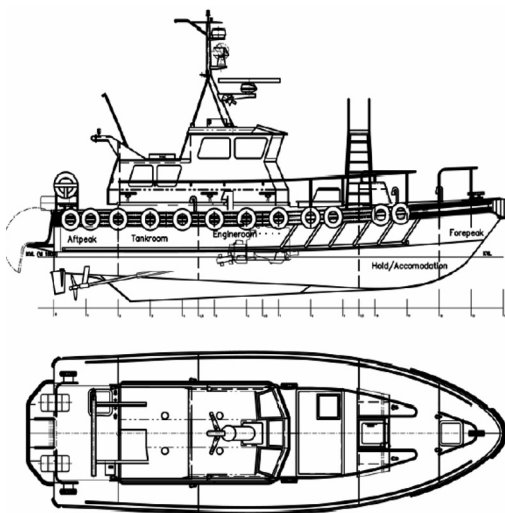


Рис. 2. Общая компоновка типичного современного лоцманского катера

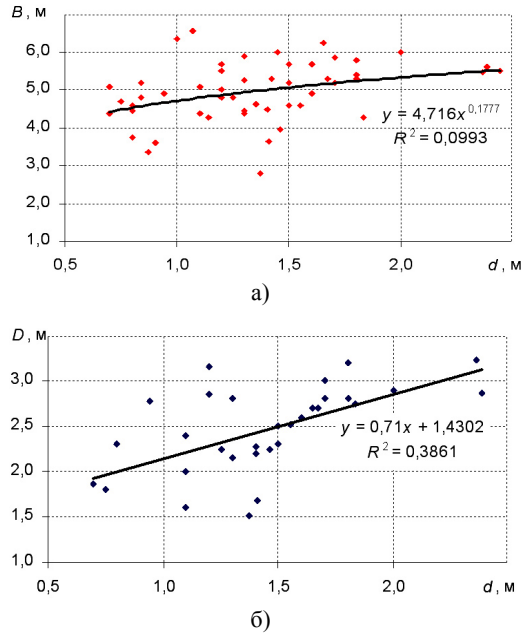
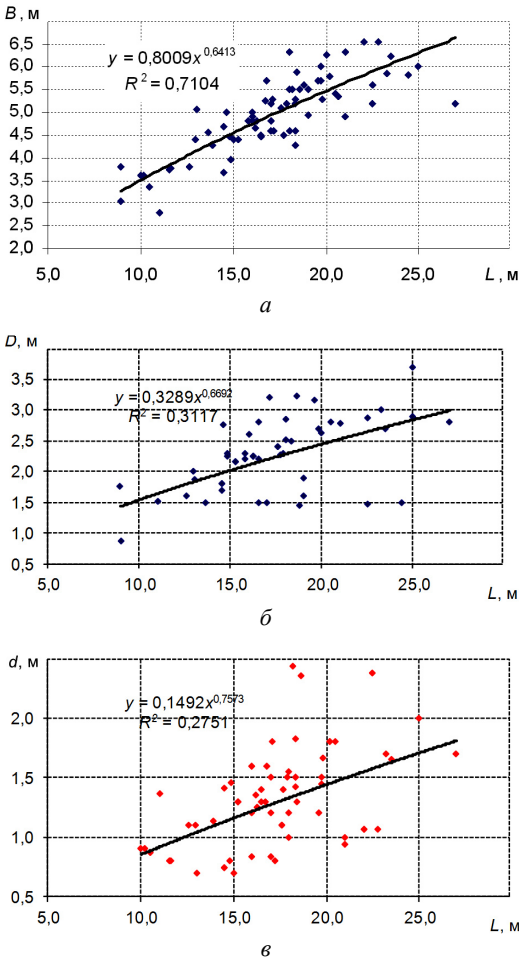


Рис. 3. Зависимость от осадки ширины (а) и высоты борта (б) судов

В результате статистической обработки данных по 100 современным лоцманским катерам были получены регрессионные зависимости для соотношений главных размерений, графики которых представлены на рис. 3, 4.

Отношение ширины лоцманских катеров к их осадке, которое определяет в известной мере их остойчивость, находится в диапазоне  $B/d = 2,5 \dots 3,2$ . У катеров с осадкой менее 1,0 м это отношение увеличивается до 4,0 и даже до 5,0, что объясняется не столько условиями остойчивости, сколько необходимостью размещения энергетической установки и судовых помещений (см. рис. 3).

У лоцманских катеров осадка обычно не превышает 2,0 м и отношения высоты борта к осадке  $D/d$  составляет  $1,5 \dots 1,6$  (это характерно для мореходных катеров подобных размерений) — см. рис. 3,б. Такое отношение определяется не только требованиями мореходности, но и условиями размещения машинного отделения и других судовых помещений достаточно большой высоты. У лоцманских катеров, имеющих осадку больше 2,0 м, отношение  $D/d$  уменьшается до  $1,2 \dots 1,3$ , а у катеров с осадкой менее 1,0 м оно растет до 2,5 и более.



**Рис. 4.** Зависимость от длины между перпендикулярами ширины (а), высоты борта (б) и осадки (в) судна

Соотношения главных размерений и форма корпуса мало влияют на остаточное сопротивление водоизмещающих судов с небольшим отношением  $L/B$  (в частности, лоцманских катеров). При малых  $L/B$ , характерных для рассматриваемых катеров, возможны изменения формы обводов, влияющих на характер волнообразования и сопротивление формы, которые в данном случае в основном зависят от соотношений  $L/B$  и  $B/d$  (см. рис. 4,а).

Анализ полученных зависимостей показывает, что некоторые характеристики плохо поддаются регрессионному анализу (достоверность аппроксимации), что свидетельствует о необходимости тщательного изучения предполагаемых условий эксплуа-

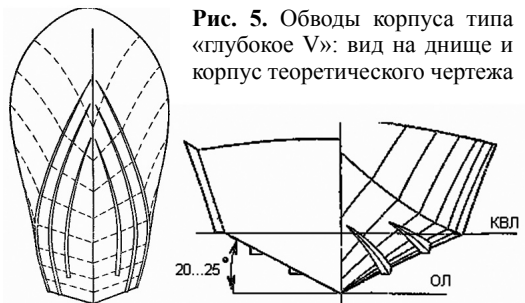
тации и применения методов оптимального проектирования.

Правильно выбранная скорость и главные размерения оказывают существенное влияние на мореходные качества скоростных катеров. Кроме того, нельзя недооценивать влияние на улучшение мореходности ЛК соответствующих обводов, увеличенной высоты надводного борта в носовой оконечности, развала носовых шпангоутов, а также комбинаций оптимальных значений динамической устойчивости, ходкости, ускорений, правильно выбранной формы носовой оконечности и шпангоутов в подводной части судна.

В подводной части рекомендуется форма корпуса «глубокое V» (рис. 5), которая представляет собой тип обводов глессирующего корпуса с повышенной килеватостью днища (более 20 град) от миделя до транца и продольными реданами.

«Глубокое V» применяется для высокоскоростных катеров и гарантирует превосходные характеристики, дающие лоцманскому катеру возможность осуществлять проводки на большом волнении, на высокой скорости и демонстрировать больше безопасности и комфорта, чем при любом другом дизайне корпуса.

Непременной деталью корпуса «глубокое V» являются продольные реданы. Главный эффект их заключается в отсечении от днища потоков воды, растекающихся от киля к бортам. В результате их действия уменьшается смоченная поверхность корпуса, на реданах создается дополнительная подъемная сила; в совокупности это повышает гидродинамическое качество корпуса. По прогнозу ведущих конструкторских бюро, обводы типа «глубокое V» на ближайшие годы будут доминировать благодаря удачной сово-



**Рис. 5.** Обводы корпуса типа «глубокое V»: вид на днище и корпус теоретического чертежа

купности эксплуатационных качеств в сочетании с простотой конструкции корпуса [3].

Как указывалось выше, для лоцманских катеров характерна высокая энерговооруженность, необходимая для обеспечения заданных параметров ходкости. Пропульсивная установка лоцманского катера обычно двухвальная двухдвигательная, что обеспечивает отличную маневренность и позволяет надежно удерживаться у борта обслуживаемого судна. На большинстве лоцманских катеров в качестве главных двигателей используют средне- и высокооборотные дизельные установки с агрегатной мощностью от 250 до 2000 кВт. Статистика проектных исследований свидетельствует, что для обеспечения скорости 10...15 уз применяются энергетические установки мощностью 260...500 кВт, для 15...25 уз характерна мощность от 450 до 1200 кВт, для обеспечения скоростей, превышающих 25...30 уз, требуются двигатели с диапазоном мощности 800...1900 кВт.

В качестве движителей на лоцманских катерах в одинаковой степени (в зависимости от условий эксплуатации и функциональных задач) получили распространение гребной винт, водомет, поворотнo-откидные колонки. Согласно рекомендациям английской проектной фирмы «Camarc Design Ltd.» для малых скоростей хода и скоростей 20...25 уз более эффективно применение гребных винтов, для высокоскоростных судов со скоростью 26...32 уз — водометов. Выбор наилучшего движителя обусловлен спецификой эксплуатации ЛК и необходимостью варьирования скоростью.

Выбору материала при проектировании лоцманских катеров уделяется большое внимание, поскольку от материала зависит не только масса корпуса, но и эксплуатационные характеристики судна, прочность, надежность и долговечность. Все эти характеристики определяют возможность эксплуатации лоцманских катеров 2500...3000 ч в год при всепогодных условиях. Наряду с традиционными стальными корпусами все чаще для изготовления корпусов лоцманских катеров применяются алюминийево-магниевые сплавы и стеклопластик.

Такие характеристики, как дальность плавания и автономность, устанавливаются в зависимости от местных условий эксплуатации и конкретных требований заказчика. Обычно лоцманские катера предназначены для обслуживания припортовых районов дальностью до 10 миль и не рассчитаны на длительное автономное плавание, что позволяет избежать увеличения водоизмещения вследствие роста массы снабжения и топлива.

## ВЫВОД

Анализ статистических данных показал, что основные проектные характеристики лоцманских катеров нового поколения требуют применения новых методических подходов по их определению, причем главными приоритетами являются небольшие размеры и водоизмещение, широкий диапазон скоростей, высокая энерговооруженность и мореходные обводы корпуса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ваганов, А. М. Проектирование скоростных судов [Текст] / А. М. Ваганов. — Л. : Судостроение, 1978. — 280 с.
- [2] Гурович, А. Н. Суда прибрежного плавания [Текст] / А. Н. Гурович, В. И. Асиновский. — Л. : Судостроение, 1978. — 184 с.
- [3] Рюмин, С. А. Обводы быстроходных катеров. История и перспективы [Текст] / С. А. Рюмин // Катера и яхты. — 2008. — № 4 (214). — С. 72–75.
- [4] Сидорченко, В. Ф. Суда-спасатели и их служба [Текст] / В. Ф. Сидорченко. — Л. : Судостроение, 1983. — 240 с.
- [5] Cameron, A. Hull Design for High Speed Working Craft [Text] / A. Cameron // Work boat world Asia. — 2001. — 20 and 22 February.
- [6] Individual boats for individual users [Text] // Ship & Boat International. — 2002. — March. — P. 10–12.