

УДК 629.5.012

В.В. Жибоедов, ст. преподаватель,

А.В. Кузьмина, ст. преподаватель,

А.И. Раков, д-р техн. наук, профессор

Севастопольский национальный технический университет

Ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ МАЛЫХ МОРСКИХ СУДОВ С ПОЗИЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ

Рассматривается задача определения скорости хода малых морских судов с точки зрения безопасности плавания и их манёвренности в штормовую погоду.

Постановка задачи. Наиболее жесткие требования по безопасности плавания к малым морским судам предъявляют при плавании в прибрежной морской зоне. Для малых морских судов необходимо предусматривать такую скорость хода с точки зрения безопасности плавания, чтобы обеспечить манёвренность судов на мелководье и в штормовую погоду.

С позиции безопасности плавания известно, что большие морские суда в тяжелейших штормовых условиях ведут себя намного лучше, по сравнению с малыми судами. Особенно тяжело переносят штормовые условия, по определению Российского морского Регистра судоходства, суда "малых размерений" [1]. Соответственно в эту группу Морской Регистр выделяет суда длиной менее 24 метров между перпендикулярами. Для этих судов должны быть установлены и указаны в информации для капитана ограничения по району и условиям плавания: судам менее 15 метров и пассажирским судам менее 24 м может быть установлен ограниченный район плавания III; судам длиной от 15 до 20 м, за исключением пассажирских, может быть установлен район плавания не выше ограниченного II; судам длиной от 20 до 24 м, за исключением пассажирских, может быть установлен район плавания не выше ограниченного I; непассажирским судам длиной менее 15 м разрешается выход и нахождение в море при интенсивности волнения не более 4 баллов, судам длиной от 15 до 20 – не более 5 баллов, судам длиной от 20 до 24 – не более 6 баллов; пассажирским судам длиной менее 20 м разрешается выход и нахождение в море при интенсивности волнения не более 3 баллов, судам длиной от 20 до 24 м – не более 4 баллов; морские буксирные суда длиной менее 24 м.

Цель статьи является получение зависимости между скоростью хода малого морского судна и его длиной.

Существующие методы определения скорости хода малого судна в задачах проектирования в основном сводятся к определению типа пропульсивного комплекса. В математическом смысле задачи такого рода относятся к задачам дискретной оптимизации основных параметров (основных элементов и характеристик) судна, либо в качестве отдельной самостоятельной задачи.

Основное содержание. Особенности эксплуатации, ограничение районов плавания и автономности плавания, малые размеры наиболее многочисленной группы малых судов прибрежного плавания в значительной степени предопределяют особый подход к проектированию этих судов по сравнению с морскими судами неограниченного района плавания. Прибрежная морская зона изменяется по ширине от нескольких десятков метров до нескольких километров. На местоположение и динамику прибрежной морской зоны влияет ряд факторов: течения, волнение, климат, наличие рек. По определению Российского Морского Регистра судоходства к зонам особого режима волнения относятся: зоны прибойного (разрушающего) волнения, зоны местного резкого увеличения высоты и крутизны волн (боры в устьях рек, волнения, именуемое "толчеёй" и т.д.), зоны особых режимов волнения устанавливаются по данным местных гидрометеорологических и гидрографических учреждений [1].

По сравнению с глубокой водой на мелководье, являющимся основным местом эксплуатации малых морских судов, резко ухудшаются эксплуатационные характеристики судна, в том числе и скорость хода. При движении на мелководье основное влияние на его инерционно-тормозные характеристики оказывают три фактора: увеличение сопротивления воды, увеличение присоединённых масс и моментов инерции, изменение коэффициента влияния корпуса на движитель.

Увеличение сопротивления воды приводит не только к уменьшению инерционности судна, но и к снижению его скорости при неизменной частоте вращения винта. Во время сильного штормового волнения это приводит к дополнительному уменьшению скорости, а иногда и к полной её потере при этом судно становится неуправляемым.

Из вышесказанного следует, что определение скорости хода малых морских судов является одним из приоритетных направлений при проектировании уже на ранних стадиях. Одновременно с этим возникает необходимость выбора оптимального варианта движителя. На этой стадии еще не проводятся

модельные испытания. Поэтому при практических расчетах широко используют различные графические зависимости, основанные на результатах модельных испытаний отдельных типов судов или статистических данных. Для поиска оптимального варианта с использованием математических моделей эти зависимости необходимо преобразовывать к удобному для реализации виду – в форме полиномов либо таблиц [2, 3].

Используя, для аппроксимации данных, метод наименьших квадратов выполнен статистический анализ скорости малых морских судов в зависимости от их длины, которая в свою очередь может сильно влиять на скорость судна. Вся совокупность выборки судов включала в себя следующие типы: портовые рабочие буксиры, малые пассажирские суда, малые рыболовные суда.

На рисунке 1 показаны статистические данные по скорости малых морских судов различного назначения. Полученная линейная зависимость $v_s = f(L)$ показывает, что при одинаковой длине малые пассажирские суда имеют несколько повышенную скорость, чем буксиры и рыболовные в тоже время рыболовные имеют самую низкую скорость.

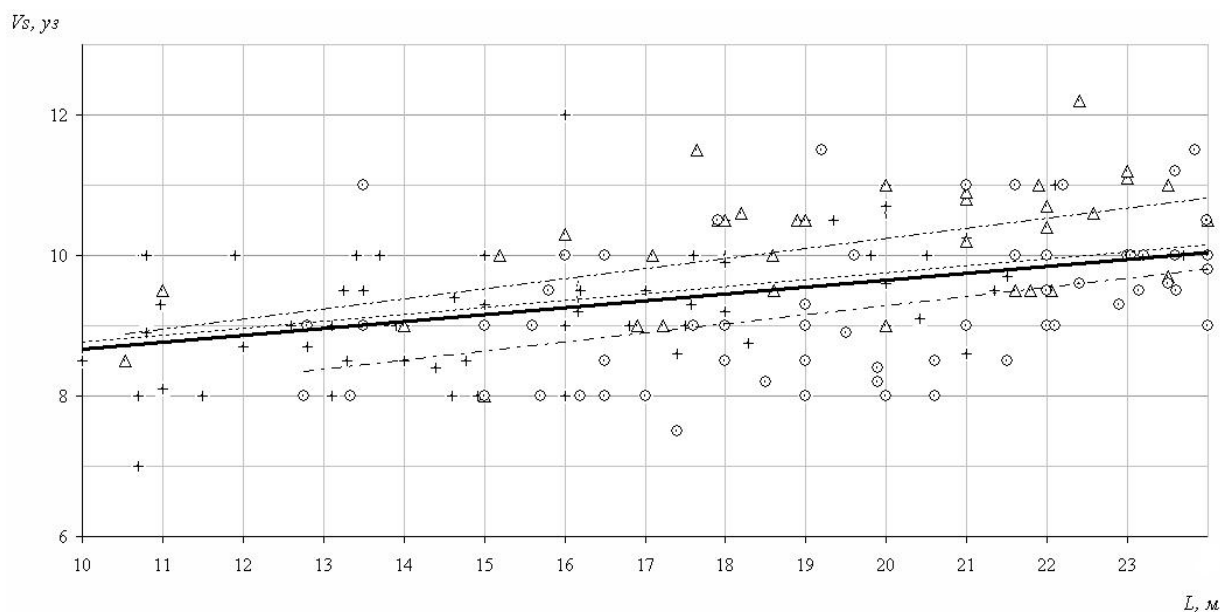


Рисунок 1 – Скорость хода малых морских судов : + – ПРБ; Δ – МПС; $\circ$ – МРС;
 - - - - - – ПРБ; - · - · - · - – МПС; · - · - · - · - – МРС; ————— – МРС

Для данной выборки построены линейные функции по каждому типу судов и общая средняя для всей выборки данных, при этом все прямые являются практически параллельными, а уравнение средней линии имеет вид

$$v_s = 7,56 + 0,11 \cdot L, \text{ уз}$$

при этом коэффициент корреляции равен $r = 0,42$.

На графике виден достаточно широкий разброс скоростей от 7...7,7 до 12 узлов. Это обусловлено тем, что некоторые суда имеют специализированное назначение. Верхнюю границу составляют следующие суда: Морской полимерный бот, ПРБ "Батуми", лоцманский катер "Докос", "Cape-on-Prins" (траулер-сейнер), МПС "Радуга II". Нижнюю границу составляют: ПРБ "Гаветек", Астраханский сейнер, рыболовный бот "Скулте", Буксир-пароход. Основная масса значений всё же расположена вдоль средней линии.

Выводы. Исходя из условий обеспечения безопасности плавания для малых морских судов необходимо предусматривать минимальную скорость хода не менее 8 узлов, которая позволит осуществлять маневрирование судна во время штормовой погоды, а также использовать полученную зависимость для определения скорости хода на начальных стадиях проектирования.

Известно, что целью проекторочного расчета является выбор элементов гребного винта и обеспечение наивысших пропульсивных качеств движительного комплекса судна. Поэтому наряду с исследованиями геометрических характеристик корпуса судна, и характеристик энергетической установки малого судна необходимо установить зависимость сопротивления судна от скорости хода, что составит предмет дальнейших исследований в данном направлении.

Библиографический список

1. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. — СПб: Российский морской регистр судоходства, 2005. — Т. 1. — 482 с.
2. Антоненко С.В. Некоторые аспекты проектирования движительных комплексов судов с несколькими режимами движения / С.В. Антоненко, М.В. Китаев [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные(158760 bytes). — Сахалин: WEB-сервера “Наука” СКБ САМИ ДВО РАН, 2007. — Режим доступа: <http://www.science.sakhalin.ru/Ship/Paper/01/Index.html> Четверг 21 февраля 2008 12:35:15.
3. Алферьев М.Я. Ходкость и управляемость судов / М.Я. Алферьев. — М.: Транспорт, 1967. — 344 с.

Поступила в редакцию 21.01.2008 г.