

**П**рименяемые проектные методики ориентированы, как правило, на создание крупных судов с учетом наиболее частых направлений их функционального использования [1]. При проектировании судов конкретного назначения учет их особенностей приводит к необходимости выявления новых технологических тенденций и проектных взаимосвязей. В этом плане интересными особенностями характеризуются быстроходные рыболовные шхуны японской постройки [2, 3]. Их анализ может быть использован в отечественной судостроительной практике.

Состояние промыслового флота России в большинстве бассейнов таково, что в течение ближайших лет предстоит почти полная его замена. Например, из имеющихся в Мурманской области 280 промысловых судов при списании по нормативу в ближайшее время останется лишь 23%. На Дальнем Востоке малотоннажные суда, составляющие 32% общей численности добывающего флота Приморья и являющиеся основой прибрежного рыболовства, также быстро устаревают. При нормативном списании этого флота в ближайшее время может остаться только 8 судов подобного типа, так как сейчас уже 76% таких судов имеют более чем 15-летний срок службы и соответствующие износы [4].

Рыболовная отрасль России может совершить качественный скачок в своем развитии, только изучая и применяя опыт современного рыболовства зарубежных стран. Проектирование конкурентоспособных современных промысловых судов невозможно без исследования технических особенностей экономически эффективных судов-прототипов. Такие исследования должны вестись в комплексе с изучением существующих в рыболовной отрасли этих стран тенденций к изменению способов и методов лова с учетом бассейновой и региональной специфики рыболовства.

В соответствии с современной концепцией развития рыболовного промысла в России необходимо строить, в первую очередь, суда многоцелевого использования, оснащенные пассивными орудиями лова.

Предполагается, что развитие рыболовного флота в России будет осуществляться в том числе за счет постройки новых судов более экономичного



Рис. 1. Японская рыболовная шхуна из композитных материалов, оснащенная приспособлениями для ярусного лова

# ЗАДАЧИ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЫБОЛОВНЫХ СУДОВ С ПОВЫШЕННОЙ СКОРОСТЬЮ

*М.Э. Францев, канд. техн. наук, СПбГМТУ, контакт. тел. 8 9037173125*

малотоннажного флота, занятого в прибрежном промысле. Этот вид промысла рассматривается в качестве одного из основных видов, где используются такие современные способы лова, как ловушечный, ярусный (рис. 1), лов на электрический свет [4].

Эффективную эксплуатацию рыболовных судов и, как следствие, экономические преимущества обеспечивают такие их промысловые характеристики, как мореходность, достаточная вместимость трюмов, универсальность видов лова, высокая экономичность судовой энергетической установки, возможно меньшая численность экипажа [5].

Решающим фактором, позволяющим достичь наилучшей цены продукции, является качество ее сохранности при доставке потребителю. Альтернатива заморозки рыбной продукции – доставка охлажденной рыбы в живорыбных трюмах [2]. Для реализации этой задачи промысловое судно должно иметь высокие скоростные качества (рис.2). Обеспечение высоких характеристик ходкости достигается рациональным соотношением характеристик мощности и полной массы судна, в том числе снижением массы корпуса благодаря применению композитов или легких сплавов.

Состав флота прибрежного лова для конкретного бассейна и региона формируется с учетом условий географического размещения береговых рыбодобывающих и перерабатывающих предприятий, пространственного и сезонного распределения промысловых биоресурсов и ряда других факторов. В качестве примера можно привести суда флота прибрежного промысла, предлагаемые различными программами для использования в морских бассейнах Приморья:

- основу этого флота составляют суда, оборудованные морозильными установками длиной 25–34 м, объемом трюмов до 130 м<sup>3</sup> с экипажем в 10–15 чел. По видам лова они подразделяются на: траулеры – снюрреводники, траулер –

сейнеры, ярусоловы – снюрреводники, ярусоловы-ловушечники;

- суда-рефрижераторы длиной 18–25 м с объемом трюмов до 80 м<sup>3</sup> и экипажем 7–10 чел. Виды лова – те же;

- малотоннажные суда-морозильщики, рефрижераторы, сырьевики длиной до 18 м с экипажем 4-6 чел. Виды лова те же;

- суда москитного флота длиной до 10 м с экипажем 2–3 чел. для доставки свежей рыбы. Подразделяются по видам лова: для ставного неводного, ловушечного, сетного, ярусного лова, водолазного и других.

Ориентировочная потребность только Приморского края в судах подобных типов оценивается более чем в 600 ед. [4].



Рис. 2. Канадское быстроходное рыболовное судно с корпусом из легких сплавов

Федеральной целевой программой «Национальная технологическая база» на 2007–2011 гг. предусмотрено создание новых типов автоматизированных промысловых судов (в том числе, малых) для добычи и переработки рыбы и биологических ресурсов. При этом целевыми показателями разрабатываемых технологий постройки судов следующего поколения являются:

- снижение затрат в процессе эксплуатации судна на 15–25%;
- повышение коэффициента безопасности эксплуатации судов в 2,5 раза;
- снижение издержек производства (сокращение трудоемкости работ и сроков постройки судов в 1,5–2 раза) [6].

При создании этих новых типов судов для ускорения освоения природных и биологических ресурсов морей северных и восточных регионов России предлагается использовать новые передовые технологии, в том числе для изготовления конструкций из композиционных материалов (рис.3).



Рис.3. Промысловые суда из композитов производства Японии

Использование новых технологий позволит снизить массу конструкций морской техники на 25–30% при снижении стоимости элементов конструкций на 30–40% [6]. Корпуса судов перечисленных типов могут быть выполнены из композиционных материалов. Для северных районов (в соответствии с канадским опытом) можно рекомендовать применение легких сплавов.

В настоящее время большую часть зарубежного малотоннажного флота составляют уже суда, имеющие корпуса из неметаллических композиционных материалов. Судостроительные производства, строящие малые промысловые суда из композитов, много лет существуют в Японии, создаются также в Китае (рис. 4)



Рис. 4. Китайская рыболовная шхуна длиной 31,8 и 29 м

и в странах Юго-Восточной Азии, в частности, в Таиланде.

В целях изучения проектных особенностей современных японских промысловых судов, имеющих корпуса из композиционных материалов, выполнен анализ их проектных характеристик. База данных составляет более 30 различных проектов промысловых судов длиной от 8 до 24 м, предназначенных для различных способов лова (см. рис. 1, 3, 5–7) [3].

По архитектурно-конструктивному типу большинство рассматриваемых судов имеют кормовое расположение надстройки и МО под ней, а также открытую палубу, обнесенную фальшбортом, и достаточно объемный палубный колодец. Однако и срединно-носовое положение надстройки находит применение (см. рис. 5)



Рис. 5. Японская рыболовная шхуна из композитов на слипе

Общая особенность всех рассмотренных японских судов – повышенные характеристики ходкости, обусловленные необходимостью максимально быстрой доставки рыбы и морепродуктов от места промысла на береговые базы. С целью получения максимального дохода, так как цена продукции рыболовства прямо пропорциональна ее свежести, т.е. сроку, прошедшему от момента вылова до момента реализации потребителю.

Достаточно большое количество промысловых судов прибрежного лова из композитов оборудовано живорыбными трюмами, в которых продукция перевозится в морской воде при температурах близких к 4°C.



Рис. 6. Носовая часть обводов быстроходного промыслового судна японской постройки

Оптимизация проектных характеристик скоростного рыболовного флота аналогична оптимизации типичных быстроходных судов [7].

**Их обводы выполнены остроскулыми для получения необходимой подъемной силы глиссирования на плоских участках корпуса.**

В носовой части корпуса форма корпуса напоминает обводы типа «глубокое V», характеризуемые опущенной скулой для повышения начальной остойчивости судна при ведении промысла. На днищевой части корпуса могут располагаться продольные реданы. Обводы характеризуются изменяющимся по длине углом килеватости, при этом к кормовой оконечности угол килеватости уменьшается для улучшения характеристик глиссирования, повышения технологичности и экономичности.

В качестве движителей применяются гребные винты, расположенные в ДП судна на расстоянии примерно 20 – 25 % длины от кормового перпендикуляра (для уменьшения влияния на движитель продольной качки при движении на волне). Для более скоростных судов (например, для тунцеловов) применяются поворотные угловые колонки.

Вид обводов судна подобного типа приведен на рис. 6. Характерные особенности высоко поднятого и динамичного носа, формы подводной части корпуса и винто-рулевого комплекса показаны также на рис. 5.

О высоких мореходных качествах рассматриваемых судов на значительном волнении свидетельствует рис. 7.

В качестве характеристики режима быстроходности рассматриваемых скоростных моторных шхун можно принять число Фруда по водоизмещению

$$Fr_D = v / (g \cdot D^{0,33})^{0,5}, \quad (1)$$

где  $v$  – скорость, м/с;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $D$  – полная масса, т (для пресной воды это численно соответствует значению в кубических метрах).

Анализ зависимости числа Фруда по водоизмещению от полной массы  $D$  рассматриваемых судов (рис. 8) позволяет сделать вывод, что суда, имеющие полную массу не более 12 т являются глиссирующими ( $Fr_D \geq 2,5$ ), а суда большего водоизмещения движутся в переходном режиме с большой долей сил динамического поддержания.



Рис. 7. Японская рыболовная шхуна в штормовом море

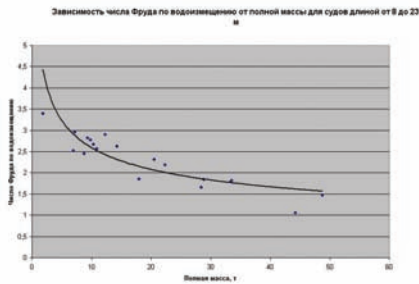


Рис. 8. Изменение числа Фруда (по водоизмещению) по интервалу изменения полной массы

Рассматриваемые суда характеризуются отношением длины корпуса к ширине  $L/B$  в диапазоне от 3,5 до 5 для улучшения характеристик мореходности и соответствующей формой носовой оконечности корпуса, обеспечивающей улучшенную всхожесть на волну.

На рис. 9 представлена зависимость удлинения  $L/B$  от габаритной длины корпуса  $L_{габ}$ . Характер изменения длины корпуса к ширине по интервалу габаритной длины может быть описан выражением

$$L/B = 5,8 L_{габ}^{-0,15}. \quad (2)$$

Рассматриваемые суда имеют повышенные характеристики ходкости, что, в свою очередь, отражается на их характеристиках энерговооруженности (отношения мощности к полной массе). На рис. 10 и 11 показаны изменения энерговооруженности промысловых судов, имеющих корпуса из композиционных материалов, в интервалах изменения полной массы  $D$  и числа Фруда по водоизмещению  $Fr_D$ .

Зависимость изменения энерговооруженности  $N/D$  в интервале изменения полной массы  $D$  по (рис. 10) может быть представлена выражением

$$N/D = 96,9 D^{-0,5}. \quad (3)$$

Это показывает, что сама мощность  $N$  в среднем пропорциональна полной массе  $D$  в степени одна вторая, что еще раз подтверждает справедливость для рыболовных судов «флотской» формулы Ашика-Царева-Челпанова, где как

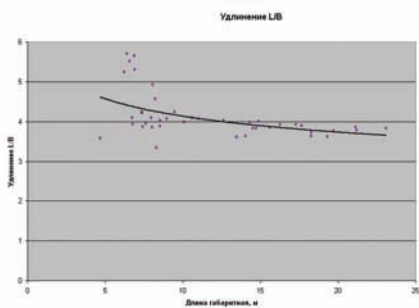


Рис. 9. Изменение отношения длины корпуса к ширине по интервалу изменения габаритной длины

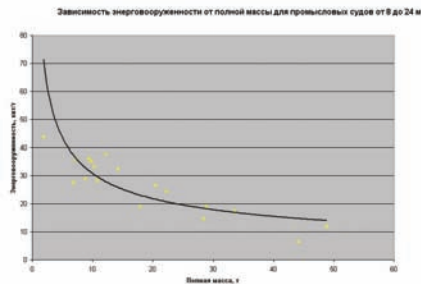


Рис. 10. Изменение энерговооруженности судов длиной 8–24 м по интервалу изменения полной массы

раз принята такая степень. Разброс же точек на рис. 10 отражает влияние разных скоростей у соответствующих судов.

На основании графика рис. 11 нетрудно установить, что зависимость изменения энерговооруженности судна  $N/D$  в интервале чисел Фруда по водоизмещению  $Fr_D$ , может быть описана выражением

$$N/D = 6,57 Fr_D^{1,63}. \quad (4)$$

Если преобразовать выражение (4), то зависимость абсолютной мощности от абсолютной скорости будет иной, чем во

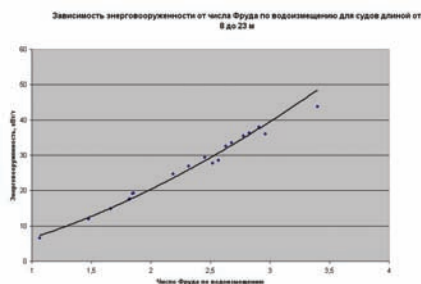


Рис. 11. Изменение энерговооруженности судов по интервалу числа Фруда по водоизмещению

«флотской» формуле. Так и должно быть, поскольку в данном случае часть судов работает в переходном режиме и даже глиссирует.

Высокие характеристики энерговооруженности и связанные с ними скоростные характеристики судна достигаются за счет достаточно низкой доли массы корпуса в полной массе судна. Это обусловлено применением композиционных материалов для корпусных конструкций и для верхних строений рассмотренных судов.

Описанные выше зависимости и взаимосвязи проектных характеристик промысловых судна из композитов выявляют их проектные и технико-экономические особенности, определяющие их основное назначение – доставку добытой рыбы и морепродуктов в сжатые сроки от места промысла потребителю. При этом скорость доставки определяет цену продукции и, соответственно, экономическую эффективность работы судна. С этим связано почти трехкратное превышение скорости полного хода рассматриваемых судов по отно-

шению к скорости традиционных отечественных промысловых судов: 27–28 уз против 9–10 уз.

Таким образом на базе судов рассматриваемого типа может быть разработано нескольких типоразмеров отечественных промысловых судов для прибрежного лова с повышенными характеристиками ходкости, имеющих корпуса из композиционных материалов, и использующих современные виды лова. При этом должны быть учтены бассейновая и региональная специфики рыболовства в России.

Разработка проектов судов подобного типа позволит в короткие сроки наладить выпуск достаточно большой серии судов на отечественных предприятиях. Постройка судов из композитов отличается высокой производительностью и экономической эффективностью. Например, на одном из судостроительных производств маломерных промысловых судов из композитов в Японии строится до 100 судов различного тоннажа в год. Оно включает собой цех, размерами 60 40 8 м, а также склад для сырья площадью 150 м<sup>2</sup>. Численность его сотрудников – ок. 120 чел., из них производственных рабочих – 110 чел. [3].

Создание экономически эффективных промысловых судов и производств для их постройки может стать одним из направлений возрождения отечественного рыболовства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашик В.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985.
2. Вельмина О.И. Динамика продукции рыболовства и рыбоводства в Японии за период 2002–2004 г. – Тр. ВНИИЭРХ, 2007, вып. 12.
3. Она же. Стеклопластиковые рыболовные суда японской фирмы Yamaha Motor – Тр. ВНИИЭРХ, 2008, вып. 15.
4. О важнейших составляющих отечественного промышленного рыболовства и его месте в мировом рыболовстве // Промышленное рыболовство и флот. – 2002. – Вып. 1.
5. Раков А.И., Севастьянов Н.Б. Проектирование промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1978.
6. Федеральная целевая программа «Национальная технологическая база на 2007–2011 годы» / Утвержд. Постановлением правительства № 54 от 29.01.2007 г.
7. Царев Б.А. Оптимизационное проектирование скоростных судов. – Л.: Изд. ЛКИ, 1988. ■

Рецензент:

Б.А. Царев, д-р техн. наук, проф.