

Францев М. Э., К.Т.Н.
Тел: +7-903-717-31-25
gepard629@yandex.ru

Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом

Часть 3. Швеция, Норвегия и Дания

Список литературы

1. www.naval-technology.com/projects/landsort/
2. en.wikipedia.org/wiki/Landsort-class_mine_countermeasures_vessel
3. www.naval-technology.com/projects/styrso-classmine/attachment/styrso-classmine4/
4. zonwar.ru/news2/news_373_Smyge.html
5. topwar.ru/85342-korvety-proekta-visby-shveciya.html
6. hazegray.org/features/nato/norway/oksoy/
7. www.naval-technology.com/projects/skjold/
8. [www.navalhistory.dk/English/TheShips/Classes/Holm_Class\(2006\).htm](http://www.navalhistory.dk/English/TheShips/Classes/Holm_Class(2006).htm)

Окончание обзора применения композитных материалов в мировом военном кораблестроении. Начало читайте в журналах «Композитный мир» № 1 (88) и № 2 (89) 2020 года.

Швеция

Швеция включилась в процесс постройки противоминных кораблей из композиционных материалов несколько позже Великобритании, но примерно в те же сроки, что и другие континентальные европейские страны. Первая серия противоминных кораблей (HMS) класса Landsort в количестве семи единиц была построена верфью Karlskronavarvet AB (впоследствии Kockums AB) в 1984–1992 годах. В период с 1993 по 1995 годы этой верфью были построены четыре противоминных корабля (RSS) класса Bedok для ВМС Сингапура (рисунки 1 и 2).

Серия противоминных кораблей класса Landsort для ВМС Швеции включает: HMS Landsort (M71), HMS Arholma (M72), HMS Koster (M73), HMS Kullen (M74), HMS Vinga (M75), HMS Ven (M76), HMS Ulvön (M77).

Серия противоминных кораблей класса Bedok для ВМС Сингапура включает: RSS Bedok (M105), RSS Kallang (M106), RSS Katong (M107), RSS Punggol (M108).

Обе серии имеют достаточно близкие проектные характеристики и главные размерения (в скобках указаны значения для противоминных судов класса Bedok):

- водоизмещение полное — 360 т (380 т);
- водоизмещение стандартное — 270 т (360 т);
- длина — 47,5 м;
- ширина — 9,6 м;
- осадка — 2,3 м;
- скорость полного хода — 15 узлов;
- дальность действия — 2000 миль;
- экипаж 33 человека, в том числе 5 офицеров.

Судовая энергетическая установка представляет собой четыре дизельных двигателя марки Saab-Scania DSI 14 мощностью 1440 л.с. каждый и три дизель-генератора. Два имеют установленную мощность 225 кВт и один аварийный — 135 кВт. В качестве движительного комплекса применены два крыльчатых движителя Фойта — Шнайдера (Voith Schneider Propeller).

В качестве вооружения использована 40 мм артиллерийская установка Vofors (заменена на 25 мм автомат M242 Bushmaster Mk 38 Mod 2 со стабилизированной прицельной системой «Тайфун» после модернизации в 2009 году), а также четыре пулемета калибра 12,7 мм.

В качестве противоминного вооружения используются обычный механический трал, а также магнитный и акустический тралы. Корабль способен как обезвреживать мины, так и выставлять минное заграждение.

Архитектурно-компоновочная схема противоминных судов из композиционных материалов достаточно обычная для кораблей этого типа. Корабль имеет бак длиной чуть больше ¼ длины корпуса и развитую надстройку в его средней части. Ходовая рубка расположена практически за миделем. Не-



Рисунок 1. Противоминный корабль класса Landsort [1]



Рисунок 2. Четыре противоминных корабля (RSS) класса Bedok для ВМС Сингапура [2]

посредственно за ходовой рубкой на надстройке расположена башенноподобная мачта, объединенная с дымовыми трубами. Кормовая часть корпуса, огороженная фальшбортом, предназначена для размещения противоминного вооружения.

Корпус корабля изготовлен из композиционного материала на основе стеклянных волокон для снижения уровня физических полей и повышения ударной стойкости от подводных взрывов. В связующее добавлены противопожарные присадки. Композит корпуса имеет высокую трещиностойкость и ремонтпригодность. Защита от воздействия его окружающей среды обеспечивается его окрашиванием. При постройке корпусов кораблей использовался метод контактного формования.

Противоминные корабли Kullen (M74) и Ven (M76) были модернизированы компанией Kockums AB для участия в международных миротворческих миссиях. Модернизация включала новую боевую систему и СЭУ. Работы были завершены в 2003 году.

В декабре 2004 года ВМС Швеции заключили с Kockums AB контракт на модернизацию противоминных кораблей класса Landsort (за исключением HMS Landsort и HMS Arholma). Модернизация включала новую систему противоминной защиты, адаптированную для проведения международных операций, а также новые системы противовоздушной обороны. Модернизированным кораблям был присвоен новый класс Koster.



Рисунок 3. Противоминный корабль класса Styrso [3]

Противоминный корабль из композиционных материалов класса Styrso (рисунок 3) близок по своим размерам к отечественным рейдовым тральщикам. Корабли класса Styrso построены судостроительной верфью Kockums AB небольшой серией из четырех единиц в 1996-1998 годах. Корабли получили названия в честь различных островов архипелагов Швеции: HMS Styrso, HMS Spårö, HMS Skaftö, HMS Sturkö. Они предназначены для противоминных операций в прибрежных водах.

Эти противоминные корабли являются, по данным из открытых источников, одними из наиболее современных и совершенных кораблей своего назначения в мире. Возможно, поэтому в открытых источниках по этим кораблям мало данных. По своей архитектурно-компоновочной схеме они представляют собой



Рисунок 4. Опытный ракетный катер Smyge [4]



Рисунок 5. Опытный ракетный катер Smyge [4]

гладкопалубный корабль (без бака и юта) с развитой надстройкой в средней части корпуса. Ходовая рубка расположена на миделе. Дымовая труба отнесена к кормовой части надстройки. Мачта расположена на надстройке. Кормовая площадка предназначена для размещения противоминного вооружения, а также бортового плавсредства.

Противоминные корабли класса Styrso имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:

- водоизмещение — 205 т;
- длина — 36,0 м;
- ширина — 7,9 м;
- осадка — 2,2 м;
- скорость полного хода — 13 узлов;
- экипаж — 18 человек, в том числе 10 офицеров.

Данных по судовой энергетической установке не приводится, кроме того, что в ней используются дизельные двигатели. По имеющейся информации в качестве движителей на корабле применены гребные винты. Движительно-рулевой комплекс обеспечивает кораблю высокую маневренность.

В качестве вооружения на корабле используются акустический, магнитный и механический тралы, а также подводные аппараты. Артиллерийской установки на борту нет, но имеется два пулемета калибра 12,7 мм.

Считаю важным отметить, что противоминные корабли класса Styrso построены исключительно с использованием гражданских технологий. Все материалы и комплектующие для этих кораблей (естественно, кроме собственно вооружения) были приобретены на гражданском рынке. Это обеспечило высокую рентабельность постройки кораблей, а также упростило обновление их систем и устройств.

Корпус, надстройка и другие конструкции кораблей класса Styrso изготовлены из композиционных материалов на основе стекловолокна методом вакуумной инфузии.

В 2004 году HMS Spårö и HMS Sturkö прошли модернизацию, в ходе которой было уменьшено их противоминное вооружение, но взамен этого на них расположено водолазное оборудование.

Говорят: «Мал золотник, да дорог!». Без упоминания об этом небольшом катере из композиционных материалов, построенного в Швеции, трудно понять логику дальнейшего развития военного кораблестроения из композитов скандинавских стран. Мы вступаем в область судов с динамическими принципами поддержания (СДПП).

Можно предположить, что на создание скегового ракетного катера на воздушной подушке Smyge (рисунки 4 и 5) шведов вдохновила информация, полученная вероятным противником в годы перестройки. Речь идет о советском малом ракетном корабле проекта 1239 «Сивуч», введенном в строй в 1987 году.

Как бы то ни было, как раз в 1987 году в Швеции была инициирована программа постройки экспериментального скегового катера на воздушной подушке

(КВП) Smuge для отработки инженерных решений и оценки возможности реализации концепции Stealth на небольших надводных кораблях. Опытный катер был спущен на воду со стапеля верфи Karlskronavarvet AB 14 марта 1991 года. Скеговый КВП Smuge был передан флоту в 1993 году. Его испытания продолжались до 1996 года.

Ракетный скеговый КВП имел следующие проектные характеристики и главные размерения:

- водоизмещение полное — 140 т;
- длина — 30,4 м;
- ширина — 11,4 м;
- осадка в водоизмещающем положении — 1,9 м;
- осадка при ходе на воздушной подушке — 0,7 м;
- экипаж (в зависимости от вооружения) — 6 человек;
- скорость — 50 узлов.

Судовая энергетическая установка представляла собой два дизеля марки MTU 16V396TB94 мощностью по 2130 кВт, работающих на два водометных движителя типа КаМеВа ZF BU 755D. Для создания воздушной подушки использовались два нагнетателя мощностью по 585 кВт.

Скеговый КВП Smuge был вооружён 40-мм пушкой, причем орудийная башня располагалась в кормовой части корабля. Остальные вооружения были съемно-модульными. В зависимости от решаемых задач на катере могли быть установлены либо контейнеры ПУ крылатых противокорабельных ракет, либо ЗРК, либо торпедные аппараты и бомбометы ПЛО, либо мины заграждения. Кроме того, предусмотрена установка минных рельсов, тралов и гидроакустической аппаратуры.

Все вооружения, кроме артиллерийского орудия, располагались внутри корпуса. Большая часть оборудования (включая палубные механизмы) и вооружение могли выдвигаться (контейнеры с ПКР, антенны РЛС и связи, мачта).

Шведские специалисты впервые применили технологию Stealth в кораблестроении в ходе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию экспериментального ракетного КВП Smuge скегового типа. С целью снижения отражающей радиолокационной поверхности КВП имеет низкий сглаженный силуэт, заваленные борта и стенки надстройки. В центре грузовой палубы находится шахта гидроакустической станции. Ходовая рубка расположена впереди нее, ближе к носовой части над жилыми помещениями.

Корпус катера имеет трехслойную конструкцию с легким наполнителем. Внешние слои обшивки выполнены из композита на основе армирующих стекломатериалов на полиэфирном и винилэфирном связующих с добавлением в элементы корпуса, работающих на растяжение, арамидных волокон (кевлар). Инфракрасное излучение катера уменьшается за счет трехслойной конструкции обшивки корпуса, обеспечивающей хорошую теплоизоляцию в слое наполнителя. Артиллерийская установка заключена в защитный колпак со скошенными стен-

ками. Поверхности корпуса и надстройки, а также все воздухозаборники покрыты радиопоглощающим материалом. На воздухозаборниках, кроме того, установлена противорадарная сетка.

Для снижения уровня физических полей в шпангоуты, двери, люки и системы трубопроводов включены гальванические прерыватели со специальными резиновыми соединениями. Выхлопные трубы изготовлены из нержавеющей стали. В качестве эксперимента один из двух гребных валов от двигателя до водомета выполнен композитным на основе стекловолокна. Он изготовлен методом намотки.

Несмотря на малые размеры опытного КВП, он послужил полноценным прототипом для боевых кораблей скандинавских стран. При его проектировании и строительстве был приобретён ценный опыт, а также отработан ряд важных конструкторских решений (оружие, скрытое в корпусе, использование водометов в качестве движителей, применение новых радиопоглощающих конструкционных материалов, принципиально новая корабельная архитектура). Были отработаны технологии изготовления основных узлов надводного корабля, обеспечивающих его наибольшую скрытность. Были проведены испытания нового оружия и радиоэлектронного оборудования.

Наш обзор подошел к рассмотрению самого известного военного корабля наступившего века — шведского корвета класса Visby (рисунок 6). Этот проект явился, с одной стороны, детищем компромисса, связанного с недостатком бюджетного финансирования перспективных разработок ВМС Швеции, а с другой стороны, результатом стремления применить все самые передовые решения военной (и не только военной) морской техники.

Разработка перспективных боевых кораблей в интересах ВМС Швеции началась в первой половине девяностых годов. Изначально командование флота заказало создание двух новых проектов боевых кораблей под условными обозначениями YSM (Ytstridsfartyg Mindre — «Малый боевой корабль») и YSS (Ytstridsfartyg Större — «Большой боевой корабль»). Однако бюджетные ограничения привели к объединению двух программ. В результате разработчики постарались объединить проектные решения, предназначенные для двух типоразмеров кораблей в одном корвете. И специалистами фирмы Kockums AB при содействии



Рисунок 6. Корвет из композиционных материалов класса Visby [5]



Рисунок 7. Корвет класса Visby. Вид сбоку [5]

военно-морского флота и Королевского технологического института был разработан проект YS2000 (Ytstridsfartyg 2000 — «Боевой корабль 2000 года»).

Главной особенностью спроектированного боевого корабля оказался чрезвычайно широкий спектр задач, который он должен решать. Корвет должен уничтожать надводные и береговые цели, искать и уничтожать подлодки, вести поиск морских мин,

сопровождать конвои и так далее. (рисунки 7–11).

Решение о строительстве новых корветов проекта YS2000 было принято в 1995 году. В середине октября этого года компания Kockums AB получила заказ на первые два корабля серии. В соответствии с контрактом верфь должна была построить и передать флоту два корабля: головной Visby (K31) и второй Helsingborg (K32). В декабре 1996 года ВМС Швеции разместили на верфи заказ еще на два корабля: Härnösand (K33) и Nyköping (K34). В августе 1999 года был заключен контракт на постройку еще двух кораблей проекта YS2000, но из-за бюджетных ограничений он был сокращен в два раза. В результате по третьему контракту был заказан корвет Karlstad (K35). Необходимо отметить, что командование ВМС Швеции не сразу приняло решение об окончательном сокращении серии. В октябре 2001 года было принято лишь предварительное решение. Военные оставляли за собой право вновь заказать корвет до осени 2003 года, но так и не воспользовались этим правом. Общая стоимость программы строительства пяти боевых кораблей составила, по различным оценкам, сумму около 0,9 млрд. долларов США.

Головной корабль Visby был заложен на верфи Kockums AB в Карлскруне в феврале 1995 года. Его строительство затянулось на несколько лет. Попытка объединить в одном проекте функциональные задачи, присущие кораблям различных типов и размеров, его излишняя универсальность привели к существенным проблемам в постройке, а также в оснащении различным оборудованием и вооружением. Стремление использовать при постройке корвета массу новых технологий только усугубило ситуацию. В результате корабль был спущен на воду только в середине 2000 года. Дальнейшая достройка также сопровождалась серьезными трудностями. На испытания корабль вышел не полностью укомплектованным. В 2008 году в



Рисунок 8. Корвет из композиционных материалов класса Visby [5]

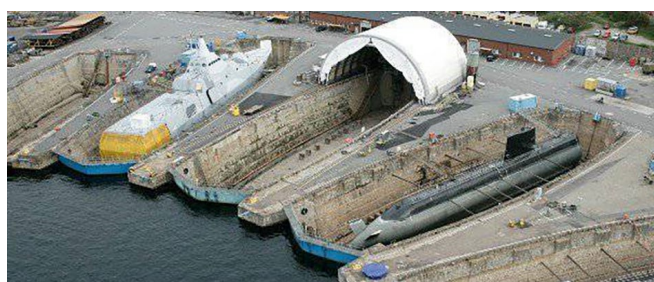


Рисунок 9. КДостройка корвета класса Visby на верфи [5]



Рисунок 10. Корветы из композиционных материалов класса Visby [5]



Рисунок 11. Водоводы водометов корвета класса Visby [5]

шведских СМИ сообщалось, что корвет Visby все еще не получил все необходимое вооружение и оснащен только артиллерийской установкой.

Второй корвет Helsingborg и третий корвет Härnösand этого проекта были заложены соответственно летом 1997 года и зимой 1997–1998 годов. В середине 1998 года началось строительство корвета Nyköping, а последний корвет Karlstad заложили в самом конце 1999 года. Закладка шестого корвета не производилась, хотя часть оборудования для него была заказана. Впоследствии оно было использовано для берегового тренажера, предназначенного для обучения экипажей.

Уточнения, вносимые в проект YS2000 по результатам испытаний головного корабля, привели к существенной разнице в комплектации остальных кораблей серии оборудованием и вооружением. Это обусловило существование внутри проекта проектных модификаций, по терминологии строителей корвета — версий. В середине декабря 2009 года компания подрядчик Kockums AB сдала флоту два первых корабля серии: Helsingborg и Härnösand. Из установленной комплектации кораблей испытания прошла только артиллерийская установка. Эти корабли были отнесены к версии 4.

Кроме того, длительные сроки строительства головного корабля серии и не менее длительных его испытаний привели к устареванию ряда первоначальных проектных решений. Поэтому головной корвет Visby непосредственно после окончания испытаний вернулся на верфь для модернизации до версии 5, включавшей обновленный состав оборудования и вооружений, в том числе противоминного и ракет класса корабль-корабль. Четвертый и пятый корабли серии были сданы флоту только 16 сентября 2015 года. Таким образом, строительство серии корветов класса Visby растянулось на целых двадцать лет.

Многоцелевые корветы класса Visby имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:

- полное водоизмещение — 640 т;
- длина — 72,7 м;
- ширина — 10,4 м;
- осадка — 2,4 м;
- скорость полного хода — 35 узлов;
- скорость экономического хода — 15 узлов;
- дальность плавания экономическим ходом — 2500 миль.

СЭУ корабля включает два дизельных двигателя MTU Friedrichshafen 16V2000 N90 мощностью по 1,3 МВт каждый и четыре газовых турбины Honeywell TF50A мощностью по 4 МВт каждая. В состав СЭУ входят три дизель генератора мощностью 270 кВт каждый. Дизельные двигатели используются для экономического хода. Газовые турбины — для полного хода. В качестве движителей используются водометы KaMeWa. Манёвренность корабля на малых ходах (например, при швартовке к причалу) обеспечивается благодаря наличию в носовой части подруливающего устройства HRP 200-65 мощностью 125 кВт производства фирмы Holland Roer Propelle. Привод водометов осуществ-

ляется при помощи гребных валов, с которыми через редукторы соединены дизельные двигатели и газовые турбины. Такая схема СЭУ является для военных кораблей достаточно традиционной. Ток для бортовых потребителей вырабатывают три генератора общей производительностью 870 кВт. Один дизель-генератор расположен в носовой части корабля, два других находятся в машинном отделении и отделении водометов.

В качестве вооружения корвета применена 57-мм орудийная башенная установка Bofors и два опускаемых в подпалубное пространство 127-мм реактивных бомбомета. На первых четырёх кораблях класса Visby артиллерийская установка составляет основу противовоздушной и противоракетной обороны. За надстройкой находятся пусковые установки противокорабельных ракет Saab Bofors RBS-15 Mk 2. Боекомплект корвета включает восемь таких ракет. При помощи этого оружия корабль может уничтожать надводные цели на дальностях до 250 км.

Обводы корпуса корвета выполнены по типу «глубокое V». Обводы этого типа обеспечивают кораблю хорошую управляемость и более высокие мореходные качества, чем у круглоскулых кораблей. Для обеспечения оптимального ходового дифферента в кормовой оконечности применены управляемые транцевые плиты. Утверждается, что применение транцевых плит позволяет обеспечить экономию топлива на 4–6%. Все эти решения в течение многих лет применяются в скоростном судостроении. В отечественном военно-морском флоте вместо транцевых плит применяются интерцепторы.

Архитектурно-компоновочная схема корабля представляет собой моноблок с интегрированной надстройкой, расположенной в районе мидель-шпангоута. Необходимо отметить, что формы надводной части корвета класса Visby проектировались для использования технологий малой радио-заметности Stealth. В рамках этой концепции оборудование и вооружение располагаются внутри корпуса, сформированного множеством ровных панелей. Вся надводная часть корпуса выполнена в виде комбинации больших плоских поверхностей, расположенных под различными углами, что также способствует рассеиванию электромагнитной энергии. Также для уменьшения заметности сокращена надстройка, представляющая собой блок, состоящий из двух основных частей. В передней части надстройки, имеющей форму усеченной пирамиды, располагается мостик. Артиллерийская установка расположена перед надстройкой в композитной башне из радиопоглощающего материала. За надстройкой расположена открытая площадка, занимающая около 35% длины корпуса, с пусковыми установками ракет, которая может использоваться как вертолетная площадка.

Корпус корвета выполнен из трехслойного композиционного материала в виде сэндвича (sandwich construction) — поливинилхлоридного среднего слоя и наружных слоёв из углепластика на винилэфирном связующем. Применение в конструкции корпуса полимерного трехслойного композита позволило



Рисунок 12. Противоминный скеговый КВП из композитов класса Alta [6]



Рисунок 13. Противоминный скеговый КВП из композитов класса Oksoy поднимается на воздушную подушку [6]



Рисунок 14. Противоминный скеговый КВП из композитов класса Alta [6]

значительно снизить массу корпуса. По утверждениям проектантов корпус корвета Visby на 50% легче, чем корпус аналогичных размеров, выполненный из традиционных материалов. Технология изготовления судовых конструкций из полимерных композиционных материалов была разработана на верфи Kockums AB. Отработка технологии до уровня получения необходимого количества панелей стандартного качества заняла несколько лет.

К настоящему времени все пять корветов класса Visby переданы флоту и несут полноценную службу. За последние несколько лет все корабли были модернизированы до версии 5 и по результатам этого обновления официально приняты в состав военно-морских сил Швеции.

За несколько лет службы корветы класса Visby несколько раз принимали участие в различных учениях, в ходе которых решали задачи противолодочной обороны, искали мины и выполняли иные миссии. По понятным причинам такие корабли еще ни разу не участвовали в реальных боевых действиях. Из-за этого оценивать их эффективность можно только по результатам учебных мероприятий, но не эксплуатации в условиях реального конфликта.

Ранее появлялась информация о желании компании Kockums AB предложить корветы класса Visby зарубежным заказчикам. Для этого даже были разработаны несколько новых вариантов проекта, отличающихся от базовой версии размерами, составом оборудования и

другими характеристиками. Насколько известно, пока ни один зарубежный заказчик не проявил интереса к этим предложениям. Вряд ли следует ожидать, что список владельцев таких корветов пополнится в ближайшем будущем.

Несмотря на малое количество построенных кораблей, проект Visby представляет большой интерес. Шведским судостроителям удалось решить ряд важных проблем, касающихся расширения круга выполняемых задач, обеспечения минимальной заметности для средств обнаружения противника и так далее. Результатом этого стало появление кораблей с нестандартным внешним видом и многообещающими характеристиками.

Норвегия

Мы плавно переместились из области водоизмещающих кораблей и судов, к которой, безусловно, относится большинство тральщиков и искателей мин, в область судов с динамическими принципами поддержания. Это связано с использованием кораблей на воздушной подушке в качестве противоминных судов.

В ноябре 1989 года норвежской компании Kværner Båtservice в коммуне Мандал (позднее Kværner Mandal) был дан заказ от ВМС Норвегии на проектирование и постройку серии противоминных кораблей на воздушной подушке (далее КВП) с корпусами из стеклопластика. А в 1990 году была начата постройка головного корабля. Норвежские противоминные КВП были скеговыми. Они имели корпуса катамаранной формы с двумя скегами, изготовленные из композиционных материалов, а также гибкое ограждение воздушной подушки в носу и в корме между скегами.

Норвежские противоминные КВП строились по двум похожим проектам. Они относятся к классам Oksoy и Alta. Противоминные КВП класса Oksoy являются искателями мин, а противоминные КВП класса Alta — тральщиками. Четыре корабля класса Oksoy вошли в состав флота в 1994–1995 годах, а пять кораблей класса Alta — в 1996–1997 годах (рисунки 12–14).

Норвежские противоминные КВП классов Oksoy и Alta различаются только составом противоминного вооружения и другого оборудования. При этом они имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:

- водоизмещение полное — 375 т;
- длина — 55,2 м;
- ширина — 13,6 м;
- высота до несъемных частей — 21 м;
- осадка в водоизмещающем положении — 2,6 м;
- осадка при движении на ВП — 0,9 м;
- экипаж — 32 человека;
- скорость — 20 узлов;
- дальность действия — 1500 морских миль при скорости 20 узлов.

Корабль имеет две идентичных СЭУ по одной в каждом из скегов. СЭУ включает дизельный двигатель MTU мощностью 1950 л. с., один нагнетатель и один движитель — водомет «Эврика». Передача вращения на нагнетатель от двигателя — прямая.

В качестве вооружения используются две пусковые установки для зенитных управляемых ракет «Мистраль», одна 20-мм артиллерийская установка и два 12,7-мм пулемета. В состав противоминного вооружения входят тралы Oropesa (механический), Agate (акустический) и Elma (магнитный). Цена за один корабль составила 450 миллионов норвежских крон.

Корпусы КВП классов Oksoy и Alta изготовлены из стеклопластика. По имеющейся информации в качестве связующего применялись полиэфирные смолы, а в качестве технологии изготовления — контактное формование.

Получение заказа на девять противоминных КВП из композитов компании Kværner Båtservice, расположенной в коммуне Мандал с высоким уровнем безработицы, обещало создание сотен рабочих мест. Поэтому компания предложила цену за корабль существенно ниже, чем конкуренты.

Но старая верфь компании в Вестнесе имела определенные ограничения как по ширине, так и по глубине. Поэтому было начато строительство новой верфи в Гисмеройе сразу после подписания контракта на постройку кораблей. Компания параллельно вела инженерные проработки на старой верфи в Вестнесе и строительство новой верфи.

С самого начала стало очевидно, что инженерные задачи недооценены, а проектирование и постройка займут больше времени, чем ожидалось. В процессе проектирования и изготовления опытных образцов выявились существенные недостатки подъемного комплекса. Стремление минимизировать уровень физических полей корабля обусловило первоначальное изготовление его нагнетателей полностью композитными. Это привело к тому, что ресурс их использования оказался ограниченным, а поломки — частыми. Со временем проектировщикам удалось решить эту проблему.

Новая верфь была открыта в декабре 1990 года министром обороны Йоханом Йоргеном Холстом. В 1991 году компания после ряда слияний и поглощений стала называться Kværner Mandal. Сотни работающих сотрудников компании ожидали, когда окончательные чертежи поступят в производство, однако проектные решения задерживались. Это привело к тому, что уже в 1993 году реализация проекта отставала от графика

постройки на 18 месяцев. И ВМС Норвегии пригрозили приостановить платежи. Кроме того, образовалась существенная разница между контрактной ценой кораблей и фактическими затратами компании на их проектирование и постройку. Но было принято политическое решение, после чего государству и компании удалось договориться о разделении убытков. Был разработан измененный план финансирования и измененный график поставок. В течение последующих нескольких лет компания Kværner Mandal производила в среднем два корабля в год.

Головной корабль Oksoy был спущен 24 марта 1994 года. Крестной матерью этого корабля была сама королева Норвегии. Девятый и последний корабль был поставлен ВМС Норвегии 8 августа 1997 года. Качество постройки кораблей было признано очень хорошим.

Однако корабли оказались очень дорогими в эксплуатации. Кроме того, их преследовали поломки. В 2002 году сгорел один из противоминных кораблей класса Alta — Orkla. Головной корабль Oksoy и корабль класса Alta, имеющий название Glomma, имели по 10–12 дней эксплуатации до выведения их в резерв в 1999 году. В 2003 году было принято решение об исключении их из списков флота, которое произошло после 2007 года. Оборудование и запасные части с них были сняты для поддержания в строю оставшихся шести кораблей. Предполагалась продажа этих корпусов для гражданских целей в порты Стокгольма и Копенгагена, но контракты не состоялись. Корпус корабля Glomma в 2009 году был продан на слом.

Таким образом, в составе ВМС Норвегии находятся шесть противоминных КВП из композитов: три класса Oksoy и три класса Alta.

Один из тральщиков класса Alta должен быть переоборудован в учебный корабль для обучения минеров-водолазов. Ожидается, что оставшиеся корабли будут исключены из списков флота до 2027 года.

Располагая опытом экспериментальных испытаний ракетного катера Smuge и учитывая опыт создания противоминных кораблей класса Oksoy и Alta, компания Kværner Mandal 30 августа 1996 года получила от ВМС Норвегии заказ на создание проекта SMP 6081 ракетного катера (в Норвегии этим кораблям присвоили класс — корвет) из композиционных материалов Skjold (рисунок 15). Головной корабль



Рисунок 15. Корвет из композиционных материалов Skjold [7]



Рисунок 16. Корвет из композиционных материалов Skjold [7]

класса Skjold (P960) был спущен на воду 22 сентября 1998 года и был передан ВМС Норвегии 17 апреля 1999 года. Наученные горьким опытом заказа кораблей у компании Kværner Mandal (которая в 1996 году получила наименование Umoe Mandal после очередных преобразований) и опытом эксплуатации противоминных кораблей класса Oksøy и Alta, ВМС Норвегии провели всестороннюю опытную эксплуатацию головного корабля класса Skjold. Были определены дополнительные требования к проекту. Лишь в июне 2002 года норвежское правительство одобрило приобретение еще пяти кораблей класса Skjold. Переговоры по контракту продолжались около года и были завершены в июле 2003 года.

Можно предположить, что на заказ серии кораблей класса Skjold норвежское правительство, кроме прочего, подвигли союзники — США. Дело в том, что в течение тринадцати месяцев, с лета 2001 года до сентября 2002 года, головной корабль класса Skjold на условиях аренды находился в США. Там были проведены его всесторонние испытания, которые были необходимы ВМС США и Береговой охране для изучения этого корабля. Корабль участвовал в ряде морских учений и ряде тестов, а так же в программах научно-исследовательских учреждений NAVSEA и Управления военно-морских исследований. Это явилось результатом двустороннего соглашения, по которому ВМС США рассматривали корабль класса Skjold в качестве основы для строительства своих кораблей класса LCS.

В сентябре 2003 года головной корабль Skjold был временно выведен из эксплуатации и вернулся на верфь-строитель для модернизации СЭУ. После чего корабль начал новые ходовые испытания в ноябре 2006 года. В середине 2008 года головной корабль Skjold был переведен в разряд экспериментальных судов для проведения различных военно-морских исследований (рисунок 16).

Как бы то ни было, была построена серия из пяти кораблей, которые получили названия: Storm (P961), Skudd (P962), Steil (P963), Glimt (P964), Gnist (P965). Они были спущены на воду в ноябре 2006 года и начали ходовые испытания в январе 2008 года.

Проектные характеристики и главные размерения корветов класса Skjold:

- водоизмещение полное — 260 т;

- длина — 46,9 м;
- ширина — 13,5 м;
- осадка в водоизмещающем положении — 2,3 м;
- осадка при ходе на воздушной подушке — 0,8 м;
- скорость полного хода — 55 узлов;
- дальность плавания — 800 миль;
- экипаж — 15 человек.

СЭУ корабля состоит из двух газотурбинных двигателей Rolls-Royce Allison 571KF мощностью по 6000 кВт (8160 л. с.) каждый и двух вспомогательных двигателей MTU 6R 183 TE52 мощностью 275 кВт каждый. Подъемный комплекс состоит из двух нагнетателей. Можно предположить, что в этой части используются решения, отработанные при создании ракетного катера Smuge и противоминных кораблей класса Oksoy. В качестве движителей на корабле используются два водомета KaMeWa. Система управления кораблем включает управление давлением в воздушной подушке для стабилизации положения корабля при подъеме на подушку и на ходу. Все жизненно важные системы корабля продублированы.

В качестве вооружения на корабле установлен ударный противокорабельный комплекс в составе восьми противокорабельных ракет Kongsberg NSM. Ракеты NSM оснащены GPS навигаторами и имеют дальность стрельбы до 150 км. Серийное производство NSM началось в июне 2007 года. В качестве ракет ПВО ближнего радиуса действия используются ракеты с инфракрасным наведением MBDA Mistral. Ракеты размещаются в двух счетверенных пусковых установках в корпусе в кормовой части судна. В носовой части корабля расположена одна 76-мм автоматическая артиллерийская установка с дальностью стрельбы 12 км и 12,7 мм пулемет.

В качестве материала корпуса и надстройки используются композиционные материалы, сочетающие стеклянные и углеродные волокна. Из композиционных материалов, армированных углеродными волокнами, в основном изготовлены элементы корпуса, работающие на растяжение. При постройке корпуса широко применялась вакуумная инфузия. В связующее добавлены присадки, повышающие огнестойкость готовых конструкций.

Поверхности корпуса и надстройки спроектированы по технологии Stealth. На больших поверхностях корпуса установлены радиопоглощающие панели. Разработчики полагали важнейшим качеством корветов класса Skjold их скрытность в прибрежной зоне, особенно в условиях Норвегии с ее островами и фьордами, что позволит им осуществлять наблюдение и наносить удары с близкого расстояния, оставаясь при этом незамеченными.

Прибрежные корветы класса Skjold оснащены многофункциональными радарными, способными вести радиолокационный контроль воздушной и морской обстановки, средствами радиоэлектронной борьбы и подавления, а также электронно-оптическими сенсорами. На кораблях класса Skjold установлены системы связи стандарта Link 11 и Link 16, которые позволяют экипажу корабля обмениваться инфор-

мацией с другими военными подразделениями, находясь в составе ВМС НАТО.

Дания

Датский противоминный корабль из композиционных материалов класса Holm близок по своим размерам к отечественным рейдовым тральщикам. Корабли класса Holm построены по проекту, разработанному совместно Hauschildt Marine в сотрудничестве с Danish Defence Acquisition and Logistics Organization/Naval Material Comman в Копенгагене, а также судостроительной верфью Danish Yacht в Скагене небольшой серией из шести единиц в 2005–2008 годах. Корабли получили названия: A 541 Birkholm, A542 Fyrholm, A543 Ertholm, A544 Alholm и MSD5 Hirsholm, MSD6 Saltholm. Два корабля (A541 и A542) используются в качестве геодезических судов. Корабли A543 и A544 являются учебными судами. Последние два (MSD5 и MSD6) введены в эксплуатацию в качестве дронов с дистанционным управлением для разминирования и в случае необходимости в качестве вспомогательных судов.

По своей архитектурно-компоновочной схеме корабли класса Holm имеют бак, простирающийся от носа почти до миделя. В кормовой части бака расположена надстройка, объединенная в один блок с ходовой рубкой. У кораблей A541–A544 и MSD5–MSD6 дымовые трубы расположены в кормовой части корпуса на палубе. Мачта расположена непосредственно за надстройкой.

Противоминные корабли класса Holm имеют следующие проектные характеристики и главные размеры:

- водоизмещение — 98 т;
- длина — 28,9 м;
- ширина — 6,3 м;
- осадка — 1,74 м;
- скорость полного хода — 13 узлов;
- дальность действия — 600 миль при скорости 10 узлов;
- экипаж — 3 человека, могут размещаться 10 кадет.

В качестве главных двигателей используются двигатели Scania DC16 мощностью 375 кВт каждый. В качестве движителей на корабле применены винто-рулевые колонки, обеспечивающие кораблю высокую маневренность. Кроме колонок на миделе расположено подруливающее устройство HRP411, обеспечивающее кораблю возможность движения лагом.

Пушечно-пулеметного вооружения корабли класса Holm не имеют. Архитектурно-компоновочные решения обеспечивают многофункциональность корабля, в том числе и реализацию противоминных функций. Данных о противоминном вооружении кораблей класса Holm в открытых источниках нет.

Важно отметить, что противоминные корабли класса Holm также построены исключительно с использованием гражданских технологий. Все материалы и



Рисунок 17. Противоминный корабль класса Holm [8]

комплектующие для этих кораблей были приобретены на гражданском рынке. Это обеспечило высокую рентабельность постройки кораблей, а также упростило обеспечение их многофункциональности.

Корпус, надстройка и другие конструкции кораблей класса Holm изготовлены из композиционных материалов на основе стекловолокна методом вакуумной инфузии. Обшивка корпуса выполнена в виде сэндвича.

Заключение

В настоящем обзоре (опубликованном в журналах «Композитный мир» № 1 (88), № 2 (89) и № 3 (90) 2020 года), посвященном применению композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом, рассмотрены военные корабли, изготовленные из композиционных материалов в период с 1972 по 2015 год. Эти корабли созданы в таких высокоразвитых в судостроительном отношении странах как Великобритания, США, Франция, Италия, Бельгия, Нидерланды, Швеция, Норвегия, Австралия.

В результате анализа информации, изложенной в данном обзоре, необходимо отметить следующее. Композитное кораблестроение (то есть постройка военных кораблей из композиционных материалов) является высокотехнологичной, очень сложной в инженерном отношении отраслью судостроительной промышленности. В самых развитых судостроительных державах имеется ограниченное количество компаний, способных создавать военные корабли из композитов. К числу таких компаний можно отнести Vosper Thornycroft (теперь VT Group) Великобритании, Kværner Mandal (теперь Umoe Mandal) Норвегия, Kockums AB Швеция, Intermarine Италия и еще несколько подобных верфей. Радует, что среди этих центров компетенций вровень стоит отечественный Средне-Невский судостроительный завод совместно с ЦМКБ «Алмаз».

Известно, что проектирование крупной судовой корпусной конструкции из композитов представляет собой триединую задачу. Это проектирование собственно конструкции, проектирование технологии ее изготовления, а также проектирование композиционного материала для этой конструкции на базе определенных исходных материалов, выбор

которых определяется технической и экономической целесообразностью.

Поэтому одной из целей обзора было рассмотрение изменения принципов проектирования военных кораблей одного и того же назначения на протяжении десятилетий. Рассматривая построенные корабли, необходимо сравнить их внешний вид, а также архитектурно-компоновочные решения, заложенные в проекты кораблей как находящихся в строю с 1980 годов, так и построенных в начале нового века.

На протяжении этого периода произошла эволюция применения композиционных материалов от стеклопластиковых конструкций, воспроизводящих корпуса достаточно тихоходных кораблей, до легких высокопрочных комбинаций, сочетающих композиты на основе стеклянных, арамидных и углеродных волокон, лежащих в основе конструкций корпусов скоростных кораблей, спроектированных по технологии Stealth.

Еще одним революционным техническим решением при постройке военных кораблей из композиционных материалов стала замена классической технологии контактного формования, по которой было построено большинство корпусов рассматриваемых кораблей, технологией вакуумной инфузии. Это позволило существенно уменьшить количество сотрудников, занятых непосредственно формовкой корпуса на стапеле, и одновременно повысить качество и механические характеристики судовых корпусных конструкций из композитов. Переход к технологии

вакуумной инфузии также потребовал применения новых исходных материалов для композита корпуса. Радует, что наша страна в этой области находится на передовых рубежах в мире, продолжая серийную постройку корпусов противоминных кораблей проекта 12700 «Александрит» методом вакуумной инфузии.

Нельзя обойти вниманием те возможности, которые дает применение композиционных материалов для кораблей, использующих динамические принципы поддержания, а также других скоростных кораблей. Применение современных композитов для корпусных конструкций позволяет существенно повысить тактико-технические данные корабля в части скорости и маневренности. Кроме того, применение композитов позволяет существенно повысить полезную нагрузку, которую несет корабль. Применительно к рассмотренным военным кораблям это повышение полезной нагрузки обеспечило применение новых более современных видов вооружений, расширило функциональные возможности кораблей.

Несмотря на то, что в обзоре рассмотрена лишь небольшая часть направлений развития и совершенствования конструкции военных кораблей из композиционных материалов зарубежной постройки, хочется надеяться, что данный обзор будет интересен не только специалистам, занимающимся проектированием военных кораблей из композиционных материалов, но и всем, кто интересуется морской техникой. **КМ**