

## **Эффективный и недорогой патрульный корабль с вертолетом и беспилотными аппаратами**

*В. А. Дубровский<sup>1</sup>*

Для патрульного корабля важнейшим эксплуатационным требованием является скорость реагирования на происшествия в территориальных водах и в морской экономической зоне Дальнего Востока России. Для этого необходимо достаточно длительное пребывание в море при поддержании работоспособности экипажа и систем судна в возможно более широком диапазоне погодных условий, а также максимальная быстрота доставки необходимого наряда сил в заданную точку акватории. Вторая задача наиболее эффективно решается с помощью вертолета и/или беспилотных летательных аппаратов. Как возможность поддержания работоспособности судна как сложной системы в условиях волнения, так и, особенно, использование вертолета требуют максимально высокой мореходности. Предлагаемое патрульное судно с малой площадью ватерлинии, как и все суда этого типа, отличается высокой мореходностью при небольшом водоизмещении, что позволит обеспечить высокую экономическую эффективность.

### **Effective and inexpensive patrol ship with helicopters and unmanned vehicles.**

*Viktor A. Dubrovsky, Saint-Petersburg.*

The possibility of action in severe sea is the main task of a patrol vessel. A principal operational demand of a patrol vessel is speedy reaction on events in territorial waters and the economic zone of Russia Far East. It means a need for fairly long presence at sea with a permanent support of the operability of crew and the systems of vessel in maximally wide range of weather conditions, as well as the maximal speed of carrying of the necessary attire of forces in given point of sea. Second task is decided most effectively with the help of helicopter and-or unmanned aircrafts. Possibility of the ship (as a complex system) excitement as well as, especial, using of helicopter require maximally high seaworthiness. The proposed patrol vessel with small water-plane area, SWA ship, just like of all court of this type, differs by high seaworthiness even at small displacement that will allow will provide high economic efficiency.

### **Постановка задачи**

Периодически в мире появляются публикации о том, что та или иная страна нуждается в эффективных патрульных судах (ПС) минимального водоизмещения, но отличающихся высокой мореходностью. Это требование, очевидно, обусловлено тем, что суда такого назначения должны находиться в

---

<sup>1</sup> Дубровский Виктор Анатольевич – независимый исследователь, доктор технических наук, г. Санкт-Петербург.

море и выполнять свои функции максимально долго и, по возможности, при максимально суровых погодных условиях. Требование минимального водоизмещения, что также очевидно, вызвано необходимостью минимальной стоимости постройки и эксплуатации.

Понятно, что эти требования противоречивы: как правило, чем меньше водоизмещение, тем труднее – а чаще невозможно – обеспечить достаточно высокую мореходность. Причем характеристики мореходности меняются с ростом водоизмещения достаточно медленно: приблизительно пропорционально кубическому корню из водоизмещения.

Представляется, что для максимально широкого охвата патрулируемых акваторий патрульное судно с вертолетом на борту будет оптимальным вариантом. Кроме того, современный уровень развития техники позволяет дополнить авиационное вооружение ПС несколькими беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) для расширения возможностей наблюдения и целеуказания. Однако несение авиационного вооружения делает задачу повышения мореходности ПС тем более важной.

Представляется, что наиболее эффективным типом ПС при указанных основных условиях – минимальном водоизмещении и высокой мореходности – является судно с малой площадью ватерлинии (СМПВ). Возможность обеспечения высокой мореходности при проектировании СМПВ доказана не только множеством модельных и полунатурных испытаний и расчетов, но и опытом эксплуатации около 70 построенных к сегодняшнему дню судов этого типа [1, 2].

## **Выбор летательных аппаратов, определение характеристик судна**

Представляется, что наиболее эффективно сможет выполнять свои задачи ПС с ударным вертолетом. Но это означает достаточно большую массу, около 15–16 т, расположенную на верхней палубе (ВП), что требует обеспечения достаточно высокой начальной остойчивости, а также достаточной прочности – и веса – конструкции полетной палубы для обеспечения местной прочности при возможных нештатных посадках. Эти требования могут быть выполнены достаточно просто при использовании СМПВ.

Достаточно большой диаметр несущих винтов ударных вертолетов, около 15–16 м, означает и большую – для малотоннажного судна – ширину: не менее 17–18 м.

Очевидно, что эффективное применение невозможно без ангара для обслуживания и ремонта вертолета. Как правило, ангары для вертолетов на судах и кораблях размещаются на одном уровне с взлетно-посадочной полосой (ВПП), что упрощает перемещение перед и после полета. Поскольку длина свободной ВПП должна быть не менее суммы длины вертолета и половины диаметра винта, а длина ангара – не менее длины вертолета со сложенными лопастями несущего винта, это означает длину комплекса «ВПП-ангар» не

менее 45 м, что сильно влияет на длину судна, а длина является самым «дорогим» габаритным размером, т. е. в наибольшей мере влияет на стоимость постройки судна. Поэтому для минимизации размеров судна представляется целесообразным размещение ангара внутри соединяющей корпуса СМПВ платформы, т. е. ярусом ниже. В этом случае длина по ВП будет около 30 м, что соответственно уменьшает длину судна.

Следует отметить, что наличие на борту вертолета, тем более – с системой наблюдения с помощью БПЛА, позволяет снизить требования к скорости полного хода судна, т. к. самому судну не нужно будет догонять суданарушители для досмотра или остановки. Поэтому представляется, что скорость полного хода рассматриваемого ПС может быть около 20 узлов.

При постройке единичного рассматриваемого объекта, очевидно, придется применить какие-либо серийные БПЛА. Но при проектировании и постройке серии судов представляется возможным создание специализированного БПЛА для использования на небольшом судне. Тип, количество и размеры БПЛА очевидно, являются оптимизируемыми характеристиками судна. Понятно, что первой общей задачей является выбор или создание системы фиксирующей и передающей аппаратуры для БПЛА. Уже существующая сегодня статистика, например, характеристик самолетных БПЛА позволяет приближенно оценить взлетный вес и размах крыла по весу полезной нагрузки. Их габаритные размеры продиктуют необходимую площадь ангара и ВПП для БПЛА. Далее проблема может быть решена различными способами.

БПЛА самолетного типа отличаются большей дальностью полета (при обычно ограниченном запасе топлива) и более простой конструкцией. Взлет небольших БПЛА самолетного типа может быть обеспечен относительно небольшими катапультами. Более крупные аппараты могут взлетать с разбегом, но это уже приводит к достаточно существенному увеличению размеров судна, а потому для малотоннажного патрульного судна представляется нецелесообразным. Посадка самолетных БПЛА может осуществляться в воду или на палубу судна. Первый вариант достаточно неудобен и связан с возможными погодными ограничениями, потому также представляется нецелесообразным. При посадке на палубу длина пробега может быть ограничена различными финишерами, например, сетью или тросами. Однако все же для судна минимального водоизмещения необходимость совмещения полетной палубы БПЛА и вертолета является недостатком самолетной схемы БПЛА.

Вертолетная схема БПЛА также достаточно освоена и обладает важной особенностью вертикального взлета/посадки и зависания над требуемой точкой на маршруте. Однако недостатком вертолетной схемы, как и пилотируемых вертолетов, является большая энергонапряженность аппаратов и сниженная дальность полета.

В качестве альтернативного варианта БПЛА может быть рассмотрен так называемый «конвертоплан»: самолет с двумя винтами на крыле, при

этом двигатели – или крыло в целом – могут поворачиваться относительно горизонтальной оси, перпендикулярной к фюзеляжу. В пилотируемом варианте такая схема реализована достаточно давно (см. рис. 1).



Рис. 1. Реализованный конвертоплан (Южная Корея)

Может быть, большой опыт отечественных авиастроителей поможет создать БПЛА такого типа, обладающий достоинствами как самолетной, так и вертолетной схемы. Тем более, что в беспилотном варианте можно существенно упростить конструкцию такого аппарата. Например, можно разместить топливо только в крыле, а также предусмотреть ручное складывание лопастей винтов и крыла при подготовке к хранению в ангаре.

Понятно, что полетная палуба БПЛА с вертикальной посадкой может совмещаться с такой же палубой вертолета, или быть расположена ярусом выше, что представляется более удобным. Эти аппараты могут храниться и обслуживаться как в ангаре вертолета, так и в отдельных помещениях. Например, на рис. 2 показано расположение летательного аппарата (ЛА) в ангаре одного из проектируемых за рубежом кораблей.

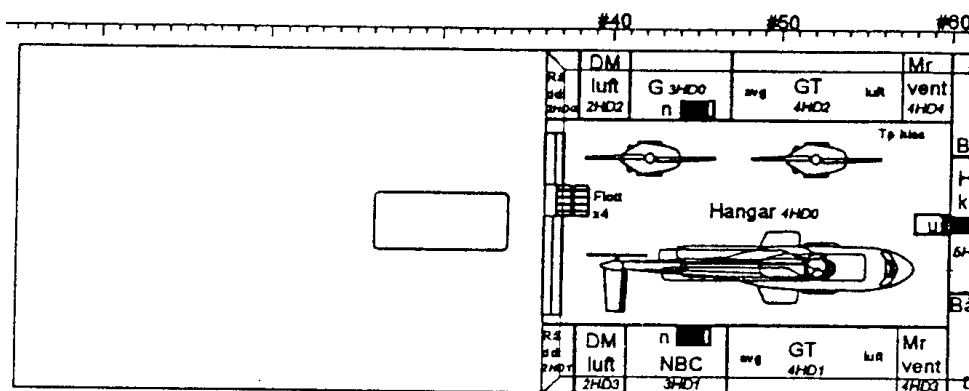


Рис. 2. Расположение ЛА в ангаре одного из проектируемых за рубежом кораблей

Полетная палуба аппаратов с горизонтальной посадкой должна иметь достаточную длину, что на малотоннажном судне заставляет совмещать ее с палубой вертолета, однако это сужает возможности его применения, а потому нежелательно.

Таким образом, для судна минимального водоизмещения предпочтительны БПЛА с вертикальной посадкой.

## **Общие требования и варианты судна**

Одним из основных требований, определяющим размерения рассматриваемого судна, будет площадь палуб, необходимая для размещения постов, жилых, вспомогательных и служебных помещений. Существенным преимуществом предложенного типа судна является возможность размещения всех помещений с постоянным пребыванием людей в надводной части, что особенно важно при длительном пребывании в море. При этом очень желательно размещение главных машин и электростанции в подводных гондолах – при обеспечении возможности замены агрегатов через стойки, т. е. без докования судна. Это означает определенную связь между габаритами агрегатов, в основном – ширины, а тем самым – мощности их главных силовых установок, и минимальной ширины стоек.

Требование о минимальной стоимости постройки и эксплуатации рассматриваемого ПС заставляет предпочесть сталь в качестве корпусного материала. Отмеченная выше возможность эффективной работы ПС с вертолетом позволяет принять дизели в качестве главных двигателей.

Те же – относительно невысокие – требования к скорости полного хода позволяют проектировать обводы гондол и стоек предлагаемого СМПВ из комбинации достаточно простых поверхностей: плоских, цилиндрических, конических. А надводная часть, как у большинства многокорпусных судов, обычно легко «собирается» из плоских панелей. Суммарно это позволяет считать, что корпусные конструкции рассматриваемого ПС будут иметь минимальную трудоемкость постройки.

Следует отметить также, что на рассматриваемом ПС возможно применение различного авиационного вооружения, включая его замену в процессе модернизации.

В зависимости от требования заказчика к условиям эксплуатации и стоимости судна могут быть применены как пассивные, так и активные устройства для умерения качки, в основном – в случае попадания в резонанс с волнением. Как все СМПВ, судно также может быть спроектировано для обеспечения минимальной осадки в порту и на мелкой воде – с приемом водяного балласта при плавании на волнении для обеспечения высокой мореходности.

Небольшой объем балласта обеспечит существенное изменение осадки, поскольку должен соответствовать небольшому объему стоек в районе пере-

менной ватерлинии. Этот же балласт может быть использован в активных успокоительных цистернах для умерения качки на малых ходах и на стоянке.

### Принятые исходные данные

При разработке концепт-проекта для примера были приняты следующие исходные данные и ограничения главных размерений:

- 1) тип СМПВ – дуплус, т. е. двухкорпусное судно с одной длинной стойкой на каждой гондоле [1];
- 2) площадь внутренних помещений в соединяющей корпуса платформе около 2 тыс. кв. м, включая ангар на двух уровнях;
- 3) предполагается применение вертолета со взлетным весом 15 т и диаметром несущего винта 16,4 м;
- 4) расстояние между днищем платформы и внутренней палубой 3 м, между последней и верхней – 2,5 м;
- 5) внутренняя палуба платформы является палубой переборок;
- 6) ходовая рубка и надстройка на ВП должны иметь минимальные размеры;
- 7) ангар вертолета размещен в платформе, его подъемник имеет механический привод с аварийным ручным дублированием; ангар имеет сдвижное закрытие; БПЛА размещается в отдельном(ых) ангаре(ах);
- 8) материал корпусных конструкций – судостроительная сталь;
- 9) главные двигатели судна с небольшой скоростью – высокооборотные дизели; при необходимости обеспечения более высокой скорости в качестве главных двигателей используются газовые турбины – при той же ширине стоек и поперечных размерах гондол;
- 10) как и МО, судовая электростанция размещается в гондолах, ширина которых обеспечивает монтаж и демонтаж агрегатов без докования судна;
- 11) осадка при полном водоизмещении не более 3,5 м;
- 12) габаритная ширина по ВП не менее 18,5 м;
- 13) начальная поперечная остойчивость должна выбираться по условию обеспечения на стоянке лагом к ветру крена не более десяти градусов при скорости ветра 50 узлов для ограниченного района плавания или 100 узлов для неограниченного района – в зависимости от пожеланий заказчика.

### Размерения судна и варианты его характеристик

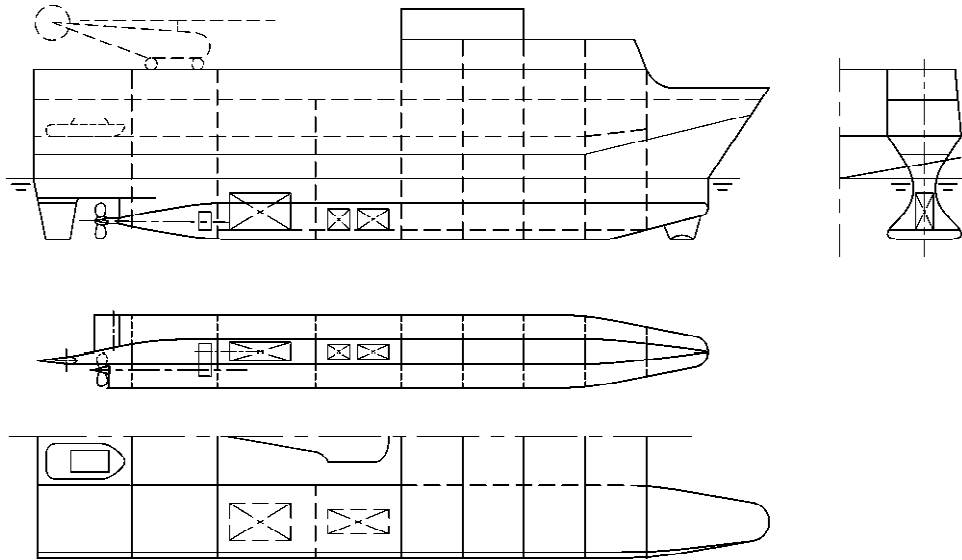
При перечисленных условиях получены следующие главные размерения и основные характеристики судна:

- длина по расчетной ватерлинии – 50 м, габаритная длина – около 55 м;
- габаритная ширина – 20 м;
- ширина стоек – 2 м при расчетной скорости ветра 50 узлов;
- расчетный вертикальный клиренс – расстояние от днища платформы до расчетной ватерлинии – 3,5 м;

*Эффективный и недорогой патрульный корабль с вертолетом и беспилотными аппаратами*

- осадка при полном водоизмещении – 3,5 м, в море – 5 м;
- высота борта до полетной палубы – 14,5 м;
- полное водоизмещение около 1000 т, около 1200 т при приеме балласта в море для повышения мореходности;
  - дедвейт около 350 т, в том числе полезная нагрузка около 100 т;
  - скорость полного хода в море при двух дизелях номинальной мощностью по 6 МВ – около 22 узлов, при двух турбинах мощностью по 8,8 МВ – около 26 узлов;
  - дальность плавания в море при скорости 17–16 узлов – 2500–3000 миль, соответственно, при этом для оптимизации нагрузки на главные двигатели может использоваться один из них.

Схема общего расположения – с положением переборок – показана на рис. 3.



**Рис. 3.** Схема общего расположения патрульного дуплуса с вертолетом и БПЛА

Показанные на схеме горизонтальные рули – носовые под гондолами, кормовые – на гондолах – могут быть как пассивными, так и активными. В первом случае их установочные углы атаки выбираются по оптимуму буксировочного сопротивления. При использовании управляемых рулей их размеры выбираются при проектировании системы умерения качки. Понятно, что эффективность активных рулей будет выше при увеличенной скорости хода.

Имеющиеся данные позволяют предположить, что судно с пассивными рулями-успокоителями обеспечит возможность работы вертолета без ограничения скорости хода судна на волнении четыре балла при всех курсовых углах, и пять баллов – при выборе безопасного курса и скорости на волнении.

При активных рулях интенсивность волнения, при которой сможет работать вертолет, ожидается порядка пяти баллов без ограничения курсовых углов и скорости, и до шести баллов – в ограниченном диапазоне курсовых углов относительно волнения.

Дополнительные возможности умерения качки могут быть обеспечены при использовании принимаемого на волнении водяного балласта в активизированных воздухом успокоительных танках. При этом может умеряться качка на малых ходах и без хода, что практически недоступно рулям-успокоителям. Однако проектирование активных танков и системы управления уровнем воды в них при помощи воздуха, вероятно, потребует дополнительных расчетов и испытаний.

Показанные размерения и характеристики, очевидно, будут уточняться в процессе согласования требований заказчиков.

### **Выводы, рекомендации**

1. Представляется, что показанные характеристики относительно дешевого патрульного судна с ударным вертолетом и беспилотными аппаратами могут быть обеспечены только применением относительно нового типа судна: двухкорпусного судна с малой площадью ватерлинии.

2. В настоящее время судна такого назначения с такими характеристиками нет на мировом рынке, хотя периодически появляются сообщения о заинтересованности различных стран в таких судах.

3. Поэтому дальнейшее проектирование описанного судна одним из отечественных КБ и освоение постройки таких судов одной из верфей могло бы открыть, кроме улучшения характеристик отечественного флота, перспективу выхода на мировой рынок с уникальным продуктом отечественного судостроения.

### **Литература**

1. Dubrovsky, V., Lyakhovitsky, A., 2001, “Multi- Hull Ships”, Backbone Publishing Co., ISBN 0–9644311–2–2, USA, 495 p.
2. Dubrovsky, V., Matveev, K., Sutulo, S., 2007, “Small Water-Plane Area Ships”, Backbone Publishing Co., ISBN–13978–09742019–3–1, USA, 256 p.