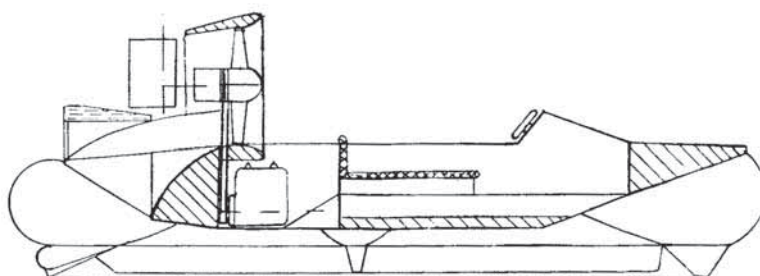


Владислав Кличко

# Амфибийный катер на воздушной подушке

## «ТИГРУША»



Малый амфибийный катер на воздушной подушке «Тигруша» был разработан в начале 90-х гг. коллективом сотрудников ФГУП ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова в составе Юрия Леопольдовича Яковлева, Владимира Владиславовича Кличко и Евгения Борисовича Ануфриева под моим как начальника сектора руководством. При разработке проекта катера было проанализировано большинство проектов построенных в нашей стране и за рубежом катеров-аналогов, выявлены их основные недостатки. В основном это были катера с так называемой совмещенной схемой подъемно-двигательного комплекса (ПДК), приводимого одним двигателем. Схема ПДК в этом случае достаточно проста – это воздушный винт в насадке, часть диска винта при этом используется для нагнетания воздуха в гибкий или жесткий ресивер либо непосредственно в воздушную подушку катера. Как на любом СВП, основной частью несущего комплекса КВП, определяющей практически все их основные качества – остойчивость, ходкость, мореходность, амфибийность и во многом управляемость – является гибкое ограждение воздушной подушки. В результате анализа было установлено следующее.

1. Использование совмещенного ПДК на самых малых КВП оправдывается простотой конструкции, однако практически на всех катерах недостаточно проработаны аэродинамические компоненты комплекса, включая воз-

душный тракт отбора воздуха из насадки. В результате КПД и вентиляторной части комплекса ( $\eta_{п.к.} = QP_p/75N$ , где  $Q$  – расход воздуха в подушку, м<sup>3</sup>/с;  $P_p$  – давление в гибком ресивере, кг/м<sup>2</sup>;  $N$  – мощность, затрачиваемая на поддержание СВП, л.с.), и его двигательной части ( $\eta_{д.к.} = Rv/75N$ , где  $R$  – сопротивление движению или тяга движителя, кг;  $v$  – скорость СВП, м/с) оказываются ниже 0.3, что делает такие катера неэкономичными.

2. Наиболее, неудачной частью несущего комплекса этих катеров, как правило, является гибкое ограждение (ГО) воздушной подушки. Скорее всего, это объясняется стремлением предельно упростить конструкцию и технологию изготовления ГО, а также отсутствием у создателей малых КВП представлений о принципах работы ограждения и основных приемах воплощения этих принципов в его конструкции, достаточно хорошо известных разработчикам более крупных СВП. Самая распространенная ошибка здесь – использование бескилевой схемы ГО. Основные причины такого решения – объективные трудности обеспечения подачи воздуха в гибкие кили, секционирующие воздушную подушку, и существующие в практике эксплуатации крупных амфибийных СВП представления о малой живучести и сложностях обслуживания и ремонта на них ограждений внутреннего контура. Но даже на крупных СВП эти проблемы в последнее время успешно решаются, а для малых КВП с корпусом

### Основные данные

#### макета

Длина ВП, м	3.66
Ширина ВП, м	2.14
Площадь ВП, м	7.52
Высота ГО, м	0.3
Грузоподъемность, кг	160
Мощность двигателя, л.с.	27
Расчетная скорость, км/ч	45
Полный вес, кг	450

весом 200–300 кг сложностей с обслуживанием ГО не возникает, так как для доступа к ним на днище катер можно легко опрокинуть на борт. Однако следует учитывать, что требования к ГО как средству обеспечения остойчивости малых КВП должны быть более жесткими, так как их центр тяжести всегда расположен выше, чем на крупных СВП, а относительная максимальная скорость движения (число Фруда  $Fr = v/\sqrt{gL_{п}}$ , где  $L_{п}$  – длина ВП) больше, да и выполняемые при эксплуатации маневры значительно резче. В силу указанных причин высоту ограждения на малых катерах приходится выбирать в пределах 0.20–0.25 м, что существенно ограничивает их мореходные и амфибийные качества.

3. На многих малых катерах рулевое устройство состоит из одного или двух профилей, помещенных за движительным комплексом. Такое устройство оказывается неэффективным на малых скоростях движения катера,

например, при его выходе на берег, при маневрировании в узкостях, когда требуется резко изменять траекторию движения.

С целью решения перечисленных проблем в институте был разработан, построен и испытан самоходный макет малого двухместного амфибийного КВП «Тигруша», корпус которого выполнен из дерева и фанеры.

На макете установлен совмещенный ПДК, состоящий из пятилопастного рабочего колеса диаметром 0.7 м и «нейтральной» насадки (не создающей на расчетном режиме силы). Расчеты ПДК выполнены известным специалистом по двигателям Ф. Ф. Болотовым. На макете установлен конвертированный двигатель от подвесного лодочного мотора «Вихрь-30». Отбор воздуха на поддержание макета осуществляется с помощью горизонтальной заслонки в нижней части насадки за рабочим колесом; отделяемая заслонкой для подачи воздуха в ГО относительная площадь диска винта составляет 0.278.

Гибкое ограждение – двухъярусное, с монолитным элементом в верхнем ярусе и съемными элементами в нижнем. Развитый до уровня палубы монолитный элемент позволяет обеспечить необходимый «рессорный» эффект работы ГО при относительно высоких съемных элементах – 0.67 высоты ограждения, увеличить поперечное сечение гибкого ресивера, что снижает потери в воздушном тракте, и обеспечить существенное приращение подъемной силы, реализуемое при наклонениях, что обуславливает высокую остойчивость КВП. Для этой же цели ВП секционирована по схеме «крест» продольным и поперечным гибкими киями, также состоящими из двух ярусов по высоте.

Рулевое устройство макета состоит из четырех рулей, установленных сразу за насадкой, размеры рулей и шаг решетки из них выбирались таким образом, чтобы обеспечить эффективный поворот вытекающей из насадки струи воздуха в возможно большем диапазоне углов перекладки рулей. Благодаря этому удалось добиться управления макетом фактически за счет отклонения вектора тяги движителя, что на малых скоростях намного эффективнее, чем использование обычного рулевого устройства.

Кренование макета над твердым экраном показало, что поперечная метацентрическая высота  $h_0 = 0.50$ . Это значительно выше, чем у всех аналогичных малых КВП, для которых, несмотря на более низкие ГО, обычно этот важнейший параметр в пределах 0.20–0.30.

Дифферентование макета над твердым экраном позволило установить, что продольная метacentрическая высота при дифферентовании на нос  $H_{\psi} = 1.0$ , а на корму  $H_{\psi} = 0.53$ . Такое соотношение величин продольной метацентрической высоты при дифферентовании на нос и на корму близко к оптимальному, необходимому в первую очередь для предотвращения «затягивания» носового ограждения при движении КВП с близкими к нулю углами дифферента и для обеспечения высоких мореходных качеств, особенно на попутном волнении.

В целом результаты исследования поперечной и продольной остойчивости макета свидетельствуют, что одна

из главных задач, поставленных при разработке аэрогидродинамической схемы малого КВП – обеспечение остойчивости такого катера необходимо для его безопасной эксплуатации во всех возможных режимах – решена за счет выбора оптимальных значений геометрических параметров ГО.

Ходовые и мореходные испытания макета подтвердили расчетные характеристики его ПДК. При этом вентиляторный КПД подъемной части ПДК составил 0.33, а движительной части – 0.35. Для совмещенного ПДК это достаточно высокие величины, хотя и уступающие значениям КПД для отдельных подъемного и движительного комплексов при оптимальном выборе их параметров. Поэтому отработанные

на макете совмещенный ПДК и ГО были взяты за основу при разработке опытного образца малого КВП «Тигруша». Корпус этого катера был выполнен с использованием трехслойной стеклопластиковой оболочки методом формования на специально изготовленных болванах верхней и нижней частей катера. На нем установлен австрийский двигатель с воздушным охлаждением «Rotax-503UL» мощностью 45 л.с.

Для этого двигателя параметры рабочего колеса и насадки были соответственно изменены, схема отбора воздуха для подачи в ГО также отличается от макета – он осуществляется через кольцевой сектор в нижней части насадки. ГО на опытном образце КВП и геометрические параметры ВП полностью соответствуют принятым на макете катера. Из-за отсутствия необходимых условий для вакуумного формования трехслойных стеклопластиковых конструкций корпус катера выклеивался вручную, и его вес оказался заметно больше, чем расчетный. Тем не менее испытания опытного образца КВП «Тигруша» подтвердили полученные на самоходном макете характеристики, при этом максимальная скорость движения оказалась выше 50 км/ч. Таким образом, можно рекомендовать отработанный вариант малого двухместного амфибийного катера на воздушной подушке для организации его серийного производства как высокоэффективного и безопасного в эксплуатации.

