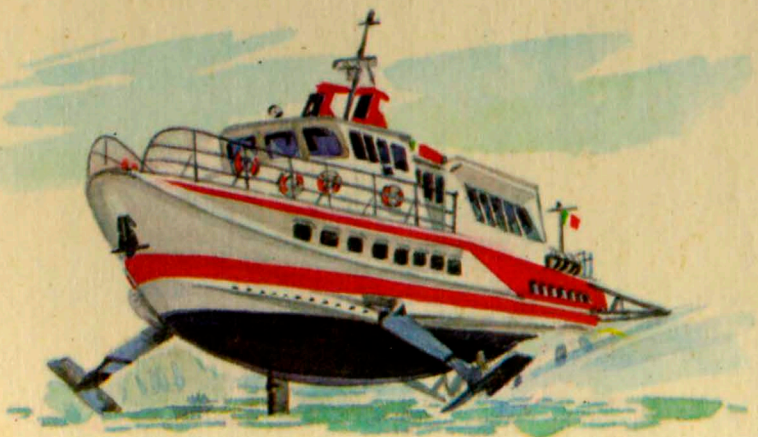
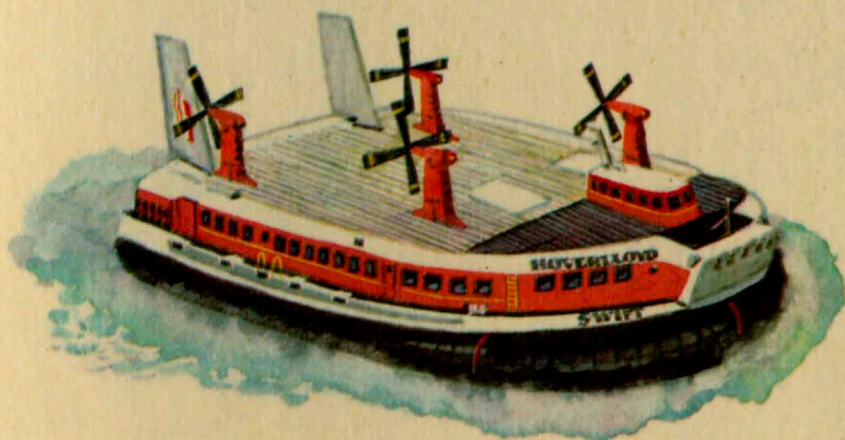


*Рой
Макливи*

Суда на подводных крыльях и воздушной подушке



*Roy
McLeavy*

Hovercraft and Hydrofoils

Illustrated by
John W. Wood
E. Bruce
B. Hiley
J. Pelling

BLANDFORD
PRESS
Poole

Dorset

*Рой
Макливи*

Суда на подводных крыльях и воздушной подушке

*Перевод
с английского
Н. И. Слижевского*



ЛЕНИНГРАД
„СУДОСТРОЕНИЕ“
1981

ББК 39.427

М15

УДК 629.124.9.039 + 629.124.9 : 533.693

Научный редактор С. П. СМИГЕЛЬСКИЙ

Макливи Рой

М15 Суда на подводных крыльях и воздушной подушке:
Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1981, 208 с.

Показано развитие высокоскоростных пассажирских и грузовых судов с динамическими принципами поддержаний с момента их появления до наших дней. Приведена широкая панорама судов различных типов, выпускаемых в разных странах, включая СССР, прослежены наиболее важные этапы создания и использования судов с новыми принципами поддержания.

Книга предназначена для широкого круга читателей и в первую очередь для молодежи, стоящей на пороге выбора профессии. Она будет также интересна и специалистам, связанным с проектированием и постройкой быстроходных судов.

М $\frac{31805 - 001}{048 (01) - 81}$ 4-81

3605030000

39.427

© 1976 Blandford Press Ltd. All rights reserved.

© Перевод на русский яз., издательство „Судостроение”, 1981 г.

Издавна воды Земного шара бороздили суда, державшиеся на плаву благодаря действию принципа водоизмещения, сформулированного еще Архимедом: предмет, погруженный в воду, выталкивается из нее с силой, равной весу вытесненной жидкости.

Искусство постройки судов до недавнего времени совершенствовалось исключительно медленно. Правда, водоизмещающие суда прочны, устойчивы и хорошо держатся на плаву, но из-за сопротивления, которое приходится преодолевать корпусу при движении, их можно отнести к наименее эффективным из всех известных транспортных средств.

В наши дни, когда роль науки, техники и экономики все более возрастает, водный транспорт переживает бурный процесс второго рождения. Судовладельцы в своем стремлении добиться более высоких технико-экономических показателей и высокой надежности, изыскать простые способы технического обслуживания судов, сократить численность экипажа и получить более высокие прибыли пришли, наконец, к объективной оценке достоинств судов, построенных как бы вопреки закону Архимеда, т. е. судов, в конструкции которых использованы принципы воздушной подушки Кристофера Кокерелла и динамической подъемной силы Даниэля Бернулли.

Новому поколению пассажирских и грузовых транспортных средств, парящих над морями и сушей, не касаясь их поверхности, и посвящена эта книга. Из нее читатель узнает о наиболее важных исследованиях в процессе эволюции парящих аппаратов, о том, кто, когда и где создавал различные проекты СПК и СВП, о сложном оборудовании и системах, которые приводят их в движение. Автор сочтет свою задачу выполненной, если молодой читатель, прочтя эту книгу, укрепит в своем желании посвятить себя нелегкой, но мужественной профессии моряка.

Старые морские „волки”, скорбящие об утерянной романтике парусных судов, вряд ли нашли бы доводы, оспаривающие надежность и легкость конструкций новых скоростных судов с „нулевой” осадкой, компактность их систем управления и приборов, а также степень комфорта в каютах и пассажирских салонах. Не стали бы они жаловаться и на условия работы, и на зарплату.

Кроме того, они не нашли бы ни одного изъяна в очертаниях новых судов. Любое из них, будь то ВН.7, SR.N6, SHS160, „Комета”, PTS75, РНМ, „Джетфойл”, MVPP-15 и даже угловатое SR.N4, отличается изящными плавными линиями корпуса, гордо устремленного в полет. А на кого не произведет впечатление паром, который перевозит грузы массой более 80 т по основным трассам со скоростью, превышающей 70 уз?

Эта книга адресована также и тем, кого интересует будущее водного транспорта. Немало ее страниц посвящено описанию новейшей „парящей” техники, использованию принципа воздушной подушки не только на СВП, но и при разработке проектов междугородных поездов, скорость которых достигнет 300 миль в час, а также в конструкциях трейлеров и гигантских платформ, созданных для преодоления заболоченных и скованных льдом участков земной поверхности. На основе системы гибкого ограждения СВП разработана широкая система гибких ограждений, используемая во всем мире для перемещения различных тяжелых грузов, в том числе крупнейших резервуаров нефтехранилищ.

Читатель узнает из этой книги не только о скоростных летающих лодках на воздушной подушке типа „Аэрофойл” и экранопланах, но и о новом поколении тяжелых транспортных самолетов на воздушной подушке, что позволит эксплуатировать их как на воде, так и на суше.

Если бы старый морской „волк” стал свидетелем огромных усилий, направленных на то, чтобы нашими спутниками в морском путешествии стали скорость и комфорт, он, безусловно, признал бы новые суда, так же как, надеемся, это сделают его потомки. Революция на море только начинается. Все, что описано в этой книге, — лишь прелюдия к будущим событиям. СВП и СПК первого поколения подтвердили правильность определенных технических идей и указали направление, в котором следует продолжать поиски. Благодаря им мы уже сейчас можем увидеть очертания фантастически стремительных транспортных судов и боевых кораблей завтрашнего дня.

Рой Макливи

МИР ПАРЯЩИХ СУДОВ

С древнейших времен мореплаватели мечтали нестись по волнам со скоростью ветра и с безмятежной грацией чаек. Прошедшие века были ознаменованы многочисленными изобретениями, однако до недавнего времени возможность воплотить эту мечту в жизнь неизменно ускользала от них. Оказалось, что гораздо проще совершать сверхзвуковые полеты, покорить ядерную энергию и даже осуществить посадку на Луну, нежели создать конструкцию аппарата, способного поддерживать высокую скорость движения среди яростных волн морей и океанов.

В течение многих лет судовладельцы беспомощно наблюдали за тем, как все более безнадежно отставала скорость движения судов по сравнению с конкурирующими с ними транспортными средствами. Нет ничего удивительного в том, что в судостроении властвуют консерватизм и недоверие по отношению к новым концепциям постройки судов. Действительно, если в течение 5000 лет истории мореплавания никому не удалось сконструировать судно, способное прийти на смену обычному водоизмещающему, то стоит ли надеяться, что такое судно будет создано в наши дни?

Каковы же эксплуатационные качества обычных водоизмещающих судов по сравнению с другими транспортными средствами? Скорость движения поездов, автомашин и гражданских авиалайнеров со временем возросла в десятки раз. К моменту открытия в 1825 г. железнодорожной линии Дарлингтон — Стоктон скорость поездов составляла 10 миль* в час, а сейчас превысила 100 миль в час. Первая автомашина двигалась со скоростью не более 12 миль в час, скорость современной автомашины

* 1 морская миля равна 1,87 км, 1 английская, или уставная, миля — 1,6 км.

120 миль в час. Еще более быстрыми темпами возрастала скорость самолетов: от 60—75 до 600 миль в час, а с началом эксплуатации самолета „Конкорд“ она увеличится в 20 раз по сравнению с первоначальной цифрой. В противоположность этому с 1858 г., когда скорость крупнейшего корабля того времени „Грейт Истерн“ достигла 14,5 уз, скорость судов возросла менее чем втрое. Сегодня один из самых быстрых пассажирских лайнеров „Куин Элизабет II“ движется со скоростью 30 уз, т.е. всего в два раза быстрее. На европейских озерах и реках самые современные водоизмещающие суда движутся со скоростью лишь в два раза больше той, какую развивали их предшественники 100 лет тому назад. Но еще более удивительным выглядит замедленное развитие судостроения на фоне того обстоятельства, что прошедшее столетие в техническом смысле почти во всех областях человеческой деятельности оказалось наиболее плодотворным периодом.

В течение столетий две главные проблемы, стоящие перед создателем судна в его стремлении к совершенствованию технических характеристик, оставались неизменными: 1) основные свойства среды, в которой движется корабль; 2) широкий диапазон изменения состояния моря. Поскольку плотность воды в 815 раз больше чем воздуха, при движении судна возникает значительное сопротивление. Кроме того, сопротивление воды, или сила торможения, увеличивается в геометрической прогрессии по отношению к скорости судна, а это означает, что для обеспечения даже незначительного улучшения эксплуатационных характеристик требуется существенно увеличить мощность двигателя. И еще одно препятствие: чем выше скорость водоизмещающего судна при волнении моря, тем большие неудобства испытывают его пассажиры и тем больше вероятность того, что либо судну, либо грузу будет причинен ущерб.

Вначале создатели судов были убеждены в невозможности улучшить общую форму корпуса судна и считали, что единственным путем, ведущим к сокращению сопротивления воды движению, является уменьшение размеров погруженной в воду части корпуса. Первый шаг вперед в этом направлении связан с созданием целого ряда судов с плоскими мелкосидящими V-образными обводами днища, у которых по мере возрастания скорости под действием гидродинамической подъемной силы большая часть корпуса приподнималась над водой. Многие из проектов оказались неудачными, так как эти суда не могли достичь требуемой скорости. На судах же, развивающих необходимую скорость, путешествовать по бурному морю было крайне

неприятно, поскольку находящиеся на борту пассажиры и команда испытывали перегрузки, вызываемые вертикальными ускорениями, до $6g$ и больше. Если команды морских судов и спортивных катеров и смогли бы переносить в течение непродолжительного времени такие значительные неудобства, то для пассажиров подобная дискомфортность была абсолютно неприемлемой. Кроме того, вскоре обнаружился еще один недостаток. При движении по рекам на высокой скорости суда с V-образными обводами корпуса создавали за собой мощную кильватерную волну, которая не только угрожала безопасности движения других судов, но и существенно разрушала речные берега.

Во второй половине XIX века некоторые дальновидные изобретатели пришли к заключению, что для обеспечения одновременно и скорости, и комфорта необходимо, во-первых, полностью приподнять корпус судна над водой и, во-вторых, „отделить” его от соприкосновения с волнами. Это привело к созданию двух новых видов судов: на воздушной подушке (СВП) и подводных крыльях (СПК). И те, и другие были спроектированы так, чтобы путем поднятия корпуса над поверхностью воды исключить ее тормозящее действие и по возможности уменьшить влияние водной поверхности. Для этого одни суда приподнимаются над водой на статической или динамической воздушной подушке, а другие — с помощью гидродинамической подъемной силы, возникающей при движении вперед подводных крыльев. Известно, что обе технические концепции заключают в себе большие возможности для возрастания скорости движения по воде по крайней мере до 100 уз. Скорость крупных аппаратов, скользящих подобно низко летящему самолету на динамической воздушной подушке, может быть увеличена еще почти вдвое.

Активная поддержка и щедрое финансирование со стороны как частных лиц, так и правительственных организаций способствовали созданию в последние два десятилетия многочисленных судов обоих типов. Во всем мире растет число малых судов на воздушной подушке и подводных крыльях, используемых на внутренних водоемах и в прибрежных морских районах. Лишь некоторые суда имеют массу более 200 т, немногие из них спроектированы с учетом возможности выхода в открытое море. Но в наше время большинство проблем уже разрешено, разрабатываются гораздо более крупные корабли, которые найдут себе применение не только в открытом море, но и для связи между континентами.

За последние 15 лет удалось увеличить скорость судов с динамическими принципами поддержания в два и даже в три раза по сравнению с присущей водоизмещающим судам и тем самым ознаменовать новый этап в истории мореплавания. Можно ожидать, что в ближайшие 20 лет передвижение с помощью парящих судов станет более обыденным, чем полет на самолете.

МЧАЩИЕСЯ ПО ВОЗДУХУ

Первая в истории попытка сконструировать аппарат на воздушной подушке относится к 1716 г., когда шведский изобретатель и философ Еммануэль Сведенборг предложил проект судна, напоминающего приподнятый над водой ялик с кокпитом посередине. Сквозь расположенные по бокам щели управлявший лодкой мог поднимать и опускать пару похожих на весла совков, которые при ударах о воду загоняли сжатый воздух под корпус, приподнимая его тем самым над поверхностью. Замысел не был реализован, так как вскоре Сведенборг убедился, что работа на таком аппарате не по силам одному находящемуся в лодке человеку.

Поначалу значительная часть усилий исследователей была направлена на уменьшение сопротивления воды движению путем „смазки” основания корпуса тонким слоем сжатого воздуха, поскольку было обнаружено, что сжатый воздух, взаимодействуя с поверхностью воды, заставляет судно не двигаться сквозь водную среду, а скользить по ней. Предположения на этот счет высказывались еще в 60-х годах XIX века. В записях Британского патентного бюро зарегистрировано, что в 1874 г. лорд Торникрофт начал опыты с воздушной смазкой корпусов судов, а в 1875 г. состоялся письменный обмен мнениями между конструкторами Адмиралтейства в Великобритании и проектировщиками в Нидерландах по вопросу о практическом применении изобретения. В последующие 25 лет над этой идеей упорно работали сотни британских, американских и шведских изобретателей, но никому из них не удалось создать действующий образец. Однако в 1897 г. в Соединенных Штатах некто мистер Кутбертсон получил патент на изобретение судна, в котором с удивительной точностью предугадал очертания современного СВП с бортовыми стенками (скегами). Система подъема была охарактеризована следующим образом: „Воздушные компрессоры гонят воздух через отсеки, таким

образом обеспечивая малое соприкосновение воды с корпусом и тем самым уменьшая трение. Он (воздух) следует далее к корме и создает подушку, проникающую между корпусом и водой”.

Шведский инженер Ханс Динесон в 1909 г. завершил работу над детальным проектом СВП со скегами, на котором предлагалось расположить от носа до кормы гибкие резиновые перемычки для удержания воздушной подушки. А в 1916 г. австрийский инженер Дагоберт Мюллер фон Томамхул спроектировал и построил для австрийского флота торпедный катер на воздушной подушке со скегами. Описаний деталей устройства катера не сохранилось, но остались рисунки и одна фотография. Согласно отчетам того времени, катер развивал скорость до 40 уз и, насколько известно, стал первым в мире удачным воплощением на практике идеи создания судна на воздушной подушке. Дальнейшие исследования в этой области были прерваны в связи с событиями первой мировой войны, в результате которых Австро-Венгерская империя перестала существовать.

В последующие сорок лет многие изобретатели зачастую безуспешно пытались заинтересовать этой идеей как частных лиц, так и правительства. И по мере того, как их фонды истощались, очередной проект отправлялся на полку. Тем не менее по крайней мере трем из пионеров в области изобретения СВП удалось произвести сенсацию. Это были австралиец А. В. Олкок, построивший в период с 1912 по 1939 гг. целую серию действующих моделей и назвавший свой новый вид транспорта „парящей тягой”, американец Дуглас Кент Уорнер, показавший в 1930 г. на Миддлтонских гонках на реке Коннектикут одну из своих первых спортивных лодок со скегами, и, наконец, финн Т. И. Каарио, занимающийся экспериментами с СВП по сей день. В 1935 г. Товио Каарио — сотрудник авиакомпании „Валмет” на одноместном экраноплане с корпусом в виде крыла развил над поверхностью льда скорость в 12 уз. Но международное признание суда на воздушной подушке получили только в 1959 г., когда мировая пресса сообщила о достижениях Кристофера Кокерелла.

Кокерелл, подобно многим первым изобретателям в области СВП, начал с изучения вопросов использования воздушной смазки для уменьшения сопротивления трения при движении судна. В качестве испытательного судна послужила плоскодонка, а затем списанный с флота катер, имеющий скорость 20 уз. Ограниченность такого подхода к проблеме скоро стала очевидной. Кокереллу запретили заниматься работами в этой области,

дискредитировав его смелую идею заменить тонкий слой воздушной смазки глубокой воздушной подушкой, которая поднимет аппарат над поверхностью воды и позволит ему не только избежать столкновения с малыми волнами, но и совершать выходы из воды на сушу и обратно. Результатом его известных экспериментов с промышленной воздуходувкой (нагнетателем) и жестянками из-под кофе явилось рождение СВП. В отличие от ранних СВП камерного типа, в которых воздух подавался нагнетателем в расположенную под днищем аппарата большую по размерам камеру, а затем мог беспрепятственно растекаться, в системе Кокерелла использовалась струя воздуха, поступающего через воздухопровод по периметру судна и направленного вниз и внутрь через сопла с целью формирования постоянной воздушной завесы. Это сводило к минимуму утечку воздуха и обеспечивало гораздо больший световой зазор (клиренс) над поверхностью, чем в ранних моделях.

Первым сконструированным по этому принципу судном, построенным при правительственной поддержке, явилось СВП SR.N1 фирмы „Саундерс-Рое лимитед”. Ранним утром 25 июля 1959 г. в 50-летие со дня исторического перелета Блерио через Ла-Манш это судно успешно прошло тем же курсом из Кале в Дувр и в преддверие светлого часа остановилось на берегу у Дуврской Часовой Башни. Жителям, оказавшимся в это время поблизости, зрелище парящего над гаванью, а затем и над пляжем судна, похожего на катушку из-под ниток, являло собой ожившую страницу из научной фантастики. Наблюдая за его маневрированием на песке, они едва ли могли представить себе, что через каких-нибудь 10 лет подобные этому судну гиганты с большим в 50 раз весом и втрое большей скоростью ежегодно будут перевозить треть всех пассажиров и автомобилей, пересекающих пролив.

Новость об успешном пересечении пролива подстегнула воображение всех тех, кто так или иначе был связан с проблемами мирового водного транспорта. Поначалу казалось, что периферийная система раздачи воздуха сможет обеспечить клиренс, достаточный для эксплуатации в прибрежных водах судов среднего размера, потребляющих не более половины или четверти мощности, которая необходима обычному самолету или вертолету такой же грузоподъемности. Но на практике оказалось, что клиренс составляет только 1/10 или 1/30 длины бимса. Это означало, что аппарат шириной 12 м и длиной около 25 м имел бы между основанием корпуса и поверхностью воды световой зазор лишь в 30–60 см. Если бы решение возникшей

проблемы не было найдено К. Х. Латимер-Нидхэмом, то судно на воздушной подушке так и осталось бы не более чем интересным аэродинамическим феноменом, а сфера его применения ограничивалась бы обеспечением перемещения тяжелого оборудования по гладкой твердой поверхности. В начале 1958 г., проанализировав результаты опытов Кристофера Кокерелла, Латимер-Нидхэм пришел к убеждению, что для движения судов на воздушной подушке в условиях волнения потребуется гибкое ограждение (ранее называемое юбкой), которое удержит воздушную подушку и позволит судам преодолевать различные препятствия. При встрече судна с препятствием гибкое ограждение отклоняется, огибая препятствие или волну, и возвращается в исходное положение под действием воздуха, поступающего в зону подушки. Первые гибкие ограждения имели коническую или сложную искривленную форму.

В октябре 1961 г. Латимер-Нидхэм продал свой патент гибкого ограждения фирме „Уэстлэнд“, владеющей акциями фирмы „Саундерс-Рое лимитед“, которая построила СВП SR.N1. Самые первые гибкие ограждения фирмы „Уэстлэнд“ представляли собой не что иное, как продолжение внутренних и внешних стенок жестких воздушных каналов-трубок, расположенных по периметру корпуса. Гибкое ограждение состояло из двух подвешенных к стенкам сопла полотнищ, через зазор между которыми подушка наполнялась воздухом. От нагнетателя системы подъема он поступал в пространство между двумя стенками ограждения, которое от этого раздувалось, а затем попадал в воздушную подушку у основания ограждения. В дальнейшем для уменьшения сопротивления движению и предотвращения износа полотнищ на их нижней кромке стали устанавливать легкозаменяемые сегментные элементы из прочной прорезиненной материи, скрепленные между собой скобами.

Гибкое ограждение явилось крупнейшим инженерным открытием, таким же важным в своей области, как надувная шина и подвесная система автомобиля. Выходило, что теперь высота воздушной подушки под корпусом судна равнялась высоте гибкого ограждения плюс просвет, или клиренс, между нижней кромкой ограждения и поверхностью. Инженерами фирмы „Уэстлэнд“ вскоре было установлено, что при той же мощности высота преодолеваемых препятствий возросла в десять раз. Если не принимать в расчет подверженность гибкого ограждения значительному износу, особенно при большой скорости движения, то оно не будет слишком сложным в эксплуатации. При встрече с волнами, камнями и выступами оно



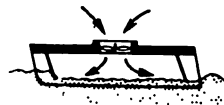
Крыло с опущенной задней кромкой (А) и туннельного типа (Б)



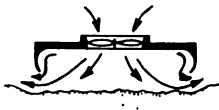
Воздушная смазка



Эффект близости опорной поверхности (экраноплан)



Закрытый воздушный пузырь



Нагнетательная камера



Воздушное сопло



Нагнетательная камера с гибким ограждением



Гибкий ресивер с гибким соплом

должно изгибаться, а поскольку после прохождения препятствия оно быстро принимает прежнюю форму и раздувается, то утечка воздуха будет минимальной.

На примере судна SR.N1 была весьма убедительно показана эффективность использования гибкого ограждения. В 1959 г. судно, лишенное гибкого ограждения, могло эксплуатироваться только в условиях спокойного моря и преодолевало препятствия высотой всего лишь 15–23 см. К середине 1962 г., когда было установлено гибкое ограждение высотой 1,2 м, произошла разительная перемена. Теперь судно могло эксплуатироваться при скорости 50 уз на относительно гладкой поверхности воды, при скорости 40 уз — на волне высотой до 1,5 м, а при меньшей скорости преодолевать волны выше 2 м. Стало возможным движение по заболоченным участкам с провалами глубиной до 1,2 м, а также по участкам со скалистыми выступами до 1,1 м. Более того, без увеличения мощности системы подъема судно имело вдвое большую грузоподъемность, чем при отсутствии гибкого ограждения.

К производству СВП в Великобритании присоединились фирмы „Викерс”, „Бриттен—Норман”, „Фолланд эркрафт и Денни” (впоследствии часть предприятий последних двух фирм, производящих СВП, перешла под контроль „Бритиш hovercraft корпорейшн”, субсидируемой фирмой „Уэстлэнд”), в США — фирмы „Белл”, „Форд”, „Рипаблик эвнейшн”, „Дженерал дайнэмикс” и несколько более мелких, в Японии — „Мицуи” и „Мицубиси”, во Франции — „Бертин”, в Швеции — „Сааб”, а в СССР — Сормовский и Ленинградский Адмиралтейский заводы.

В конце 50-х и начале 60-х годов в США над разработкой проблем создания судов на воздушной подушке активно трудился целый ряд ученых-изобретателей, некоторым из них удалось приблизиться к результатам, достигнутым Кокереллом. Так, полковник Мелвилл Бердсли оформил патент на периферийную сопловую систему всего лишь через 12 недель после того, как Кокерелл зарегистрировал свое изобретение. Американцы Уильям Бертелсен, Том Суини, Харви Чаплин, Уолтер А. Кроули, Дуглас Уорнер и др. были заняты испытаниями аппаратов, использующих эффект влияния поверхности и предназначенных для перевозок пассажиров. Эти аппараты тогда называли GEM. Относительно медленный прогресс в этой области техники, характерный для Соединенных Штатов Америки в те годы, объясняется отсутствием интереса к ней со стороны правительства и минимальным участием промышленников.

В других странах создатели СВП тоже не сидели, сложа руки. В Бразилии в августе 1955 г., за несколько месяцев до появления изобретения Кокерелла, Реналто Алвес де Лима оформил предварительное заявление на патент, содержащий описание аппаратов, имеющих такую же сопловую воздушную завесу. По его предположениям, она могла быть использована также на самолетах вместо обычных посадочных устройств.

Молодой швейцарец Карл Вейланд, до отъезда в США работавший в Федеральной Авиационной Организации, продемонстрировал еще один оригинальный подход к проблеме. Во время испытаний на озере в Цюрихе первый аппарат Вейланда достиг скорости 60 уз. Воздух для подушки сжимался в кольцеобразных отсеках, разделенных лабиринтом; из первого отсека он сразу нагнетался вентилатором в следующий, а затем выталкивался обратно. Такая система известна под названием рециркуляционной.

Спустя некоторое время почти во всех частях света ученые стали разрабатывать планы использования СВП для пассажирских и транспортных перевозок. В течение десяти лет по всему миру было принято в эксплуатацию много разнообразных пассажирских СВП и боевых КВП массой от 6 до 50 т. Наиболее известны из них SR.N4, SR.N5, SR.N6 и ВН.7 (фирмы „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” (ВНС), СС-7 фирмы „Кашенкрафт лимитед”, НМ.2 фирмы „Ховермарин транспорт. лимитед”, MV-PP5 фирмы „Мицуи”, Нэвиплан N300 фирмы СЕДАМ, „Вояджер” и „Викинг” фирмы „Белл эйроспейс Канада”, а также сормовские „Сормович” и „Зарница”.

Крупнейшим из СВП является 200-тонный автомобильно-пассажирский паром SR.N4 „Маунтбаттен” производства фирмы „Бритиш ховеркрафт корпорейшн”. Первый паром этой серии приняла в эксплуатацию компания „Бритиш рейл ховеркрафт лимитед” на линии Дувр—Булонь через Ла-Манш в 1968 г. С тех пор к нему присоединились еще четыре судна этого типа, три из которых работают на линии Рамсгейт—Калé и принадлежат компании „Ховерлloyd лимитед”. Вместе они ежегодно перевозят до 1,4 миллиона пассажиров и 200 тысяч автомашин, что составляет 30 % всего объема перевозок по этим несопкойным водам. В настоящее время судоходные организации всего мира рассматривают вопросы, связанные с эксплуатацией СВП в проливах, между островами и материками.

В полярных районах Канады, Аляски и Советского Союза, зимой скованных льдом, а летом представляющих собой топкую болотистую тундру, СВП можно считать единственным

транспортным средством для освоения этой местности. Суда на воздушной подушке модульной конструкции — „Вояджер” и „Викинг” — спроектированы с учетом возможности их сборки и транспортировки на борту крупных транспортных самолетов в район их использования на Дальнем Севере. После сборки они действуют с полевых арктических аэродромов и доставляют контейнеры, оборудование, пассажиров и различные грузы жизнеобеспечения в места разведки и разработки полезных ископаемых.

Десятки тысяч километров озера, рек и морей Советского Союза зимой замерзают, что делает невозможной эксплуатацию как водоизмещающих судов, так и СПК в этот период времени. В отличие от них СВП с гибким ограждением могут использоваться круглый год. Они являются также единственным быстроходным транспортным средством, способным работать в период летней навигации на мелководных реках советского Дальнего Востока, где глубина больших водных пространств составляет немногим более 10 см.

Еще в 1950 г. возникла идея использования СВП в боевых целях. Вскоре многие поняли, что замена обычных водоизмещающих кораблей (крупных патрульных катеров, фрегатов, десантных, противолодочных и др.) быстрыми, компактными КВП, преодолевающими барьер скорости на воде и выполняющими поставленные перед ними задачи в три и более раз быстрее, чем прежде, обещает немалую экономическую выгоду. Привлекательной казалась и возможность сократить численность экипажа за счет внедрения автоматизации на этих кораблях, а также их амфибийность — способность КВП (за исключением скеговых, имеющих постоянно погруженные бортовые кили) к эксплуатации над любой поверхностью. Ввиду малой осадки на плаву КВП с гибким ограждением отпала необходимость в глубоководных портах и якорных стоянках, которые долгое время считались обязательным условием создания мощной морской оборонительной системы. Эти корабли могут быть вооружены такими же ракетами класса „корабль—корабль” и „корабль—воздух”, как и обычные водоизмещающие. Таким образом, небольшой 75-тонный КВП может успешно конкурировать с 2000—3000-тонным водоизмещающим кораблем, который, во-первых, является гораздо большей по размерам мишенью, а во-вторых, имеет намного меньшую скорость, чем быстроходные ракетные КВП.

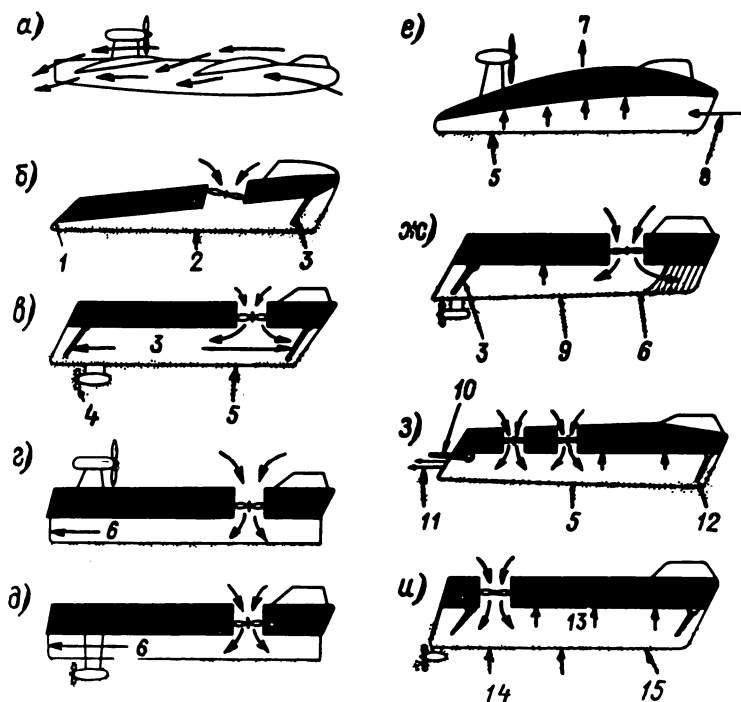
Следующим шагом явилось создание по заказу ВМС США и Корпуса морской пехоты фирмами „Эйроджет дженерал” и

и „Белл эйроспейс” амфибийного десантно-штурмового 150-тонного катера на воздушной подушке JEFF в вариантах А и В. Но еще более впечатляющей является программа ВМС США, предусматривающая в 1982 г. создание опытного 2000–3000-тонного КВП со скегами. Перым этапом программы стала постройка 100-тонных опытных СВП в 1/20 натуральной величины: SES-100А фирмы „Эйроджет дженерал корпорейшн” и SES-100В фирмы „Белл эйроспейс”. Они смогли достичь скорости более 70 уз на волне высотой до 70 см. На судне фирмы „Эйроджет дженерал корпорейшн” в качестве движителя применен водомет, а на судне фирмы „Белл эйроспейс” — полупогруженные суперкавитирующие гребные винты, прошедшие испытания в Мексиканском заливе при волне выше 2,5 м.

Проектируемый корабль, обозначенный как 2KSES, будет в 11 раз крупнее 200-тонного SR.N4, самого большого из всех СВП, находящихся сейчас в эксплуатации, и по своим размерам приблизительно будет соответствовать среднему эсминцу времен второй мировой войны. Специалисты ВМС США полагают, что 2200-тонный корабль на воздушной подушке явится самым малым аппаратом, пригодным для испытаний в океанских условиях, и пока он не будет создан, предсказать появление еще более крупных КВП очень трудно.

Если 2200-тонный опытный КВП окажется высокоэффективным, в США приступят к созданию целого класса оперативных 2000–3000-тонных скеговых КВП для использования в качестве кораблей охраны, малых авианосцев для вертолетов и самолетов вертикального или короткого взлета и посадки, а также в качестве боевых ракетных кораблей. В то же время специалисты продолжают рассматривать проекты скеговых КВП массой 6–10 тыс. т. Каждый из них может служить различным тактическим целям и участвовать в операциях в качестве противолодочных и десантных кораблей, кораблей целеуказания, авиаподдержки и материально-технического снабжения.

Другой проект ВМС США — 600-тонный корабль, который должен подтвердить возможность использования амфибийного КВП с круговым гибким ограждением в качестве транспорта с большим радиусом действия, предназначенного для обслуживания военных баз и систем раннего обнаружения в арктических районах. Этот КВП станет единственным транспортным средством, способным круглосуточно и при любых погодных и температурных условиях преодолевать ребристую поверхность паковых льдов. Корабль, легко переходящий с поверхности моря на



Схемы судов на воздушной подушке: *а* – судно, использующее эффект близости опорной поверхности; *б* – судно, использующее воздушную смазку; *в* – судно SES со скегами (может иметь водометный движитель); *г* – амфибийное СВП, оснащенное воздушными винтами; *д* – полуамфибийное СВП, оснащенное гребным винтом; *е* – СВП с воздушной разгрузкой; *ж* – СВП-гибрид со скегами и носовым гибким ограждением (как и СВП на рис. *в*, может иметь водометный движитель); *з* – СВП с воздушно-реактивным движителем, использующее струю воздуха, вырывающегося на воздушной подушке через кормовое сопло; *и* – СВП с водоизмещающими бортовыми скегами

1 – глиссирующая поверхность; *2* – киль или скег; *3* – поворотный щиток; *4* – гребной винт; *5* – скег; *6* – гибкое ограждение; *7* – значительная аэродинамическая подъемная сила; *8* – встречный поток воздуха; *9* – кормовой скег; *10* – кормовой щиток открыт; *11* – струя воздуха из подушки; *12* – носовой щиток; *13* – небольшая подъемная сила плавучести; *14* – воздушная подушка; *15* – водоизмещающий скег

лед, без снижения скорости пересекающий арктические пустыни, а затем океан, вполне может произвести революцию в системе взглядов на морской надводный транспорт.

Возможности боевого использования КВП были обобщены доктором Робертом А. Фрошем, помощником секретаря по делам ВМС США, который заявил, что „КВП, похоже, изменят саму природу надводных боевых действий, поскольку проводимые эксперименты приведут к созданию кораблей, способных двигаться с такой скоростью и обладать при этом такими достоинствами, какие до сих пор никогда не наблюдались на океанских просторах”.

Но будущее СВП никоим образом не ограничивается их применением только в качестве боевых кораблей. Например, при их использовании для перевозки транзитных грузов между районами Северной Атлантики и северной частью Тихого океана весьма значительно сократится протяженность морских торговых линий. На таких линиях, как Лондон — Токио и Лондон — Анкоридж, морской путь станет короче на 40 %. Благодаря высокой скорости СВП время доставки транзитных грузов уменьшится в 10 раз по сравнению с водоизмещающими судами. Суда на воздушной подушке хозяйственного назначения могли бы перевозить пассажиров и грузы через ледяную шапку между арктическими районами и северным побережьем, а также южными портами. Однако главную роль им надлежит сыграть при освоении нефтяных и минеральных ресурсов и в осуществлении местных перевозок продуктов питания, мехов, строительных материалов и оборудования.

Создатели СВП стараются удовлетворить не только нужды обороны и общественного транспорта, но и интересы энтузиастов-любителей. Все более популярными становятся небольшие спортивные одно- и двухместные СВП, производятся и поступают в продажу СВП, берущие на борт до шести человек. Эти суда используются для перевозки пассажиров и легких грузов, для прогулок и других целей. Часто проводятся гонки малых СВП; нередко они привлекают от 20 до 30 участников.

Все более активно используются трейлеры и платформы на воздушной подушке для преодоления болотистых и скованных льдом участков. В районах, где невозможно применять обычные колесные или гусеничные транспортные средства, особенно при прокладке трубопроводов, освоении нефтяных месторождений, мелиоративных и ирригационных работах, повсюду в мире получают распространение разнообразные тяжелые системы на воздушной подушке. В результате разработки системы гибких ограждений для СВП фирмы „Ховеркрафт дивелопмент лимитед” был создан промышленный образец гибкого ограждения. В настоящее время оно широко

используется во всем мире для перемещения различных тяжелых грузов, крупнейшим из которых была 700-тонная цистерна-хранилище. Все оборудование состоит из сворачиваемого, разделенного на сегменты гибкого ограждения, одного или нескольких блоков мотора — нагнетателя и системы труб, по которым воздух нагнетается в полость ограждения. Этот комплект оборудования можно легко доставить по воде или воздуху в любой район. Груз на воздушной подушке передвигается на новое место с помощью лебедки или буксира.

Успехи в деле разработки СВП весьма значительны: путь от лабораторных исследований до создания промышленных образцов СВП был пройден быстрее, чем при развитии любого другого вида транспорта. Постоянно расширяется диапазон работ, к которым привлекаются СВП и другие устройства с использованием воздушной подушки для транспортировки грузов. Безусловно, что в будущем СВП придется выполнять множество еще более интересных функций.

ПОЛЕТ НА КРЫЛЬЯХ

Судно на подводных крыльях сочетает в себе достоинства высокоскоростного судна и аэроплана. Вот одно из описаний СПК: „... Союз аэродинамики и гидродинамики — гибрид корабля, чьи внешние формы он заимствовал, и аэроплана, подобно которому он сконструирован”.

Нет ничего удивительного в том, что многие пионеры авиации: Форланини, братья Райт, граф де Ламбер, Клемент Адер, Александр Грехэм Белл, Гленн Куртисс, „Кеси” Болдуин, лейтенант Селфридж — стояли у истоков создания СПК. По сути дела, сотрудничество между конструкторами и компаниями в области авиации, с одной стороны, и инженерами и фирмами, занятыми проектированием СПК, с другой стороны, существует столь долго, что превратилось в традицию. Для того чтобы определить масштабы влияния авиации на проектирование и постройку СПК, достаточно просто перечислить некоторые из крупнейших аэрокосмических фирм, активно работающих в области проектирования СПК в последние годы: „Боинг”, „Де Хэвилленд Кэнада”, „Грумман”, „Локхид”, „Аэроспасиаль”, „Блом энд Фосс”, „Хитаси” и „Мицубиси”, а если добавить к этому списку такие ведущие фирмы — изготовители энергосистем для СПК, как „Эллисон”, „Эйроджет дженерал”, „Дженерал электрик”, „Пратт энд Уитни”, „Роллс-ройс”, MTV и

„Турбомека”, то станет ясно, что именно аэрокосмическая промышленность, а не судостроительная дала толчок делу развития СПК.

В отличие от аппаратов на воздушной подушке, которые парят над водой или другой поверхностью за счет статического или динамического действия воздуха, нагнетаемого в подушку, СПК приподнимает корпус над поверхностью воды с помощью небольших конструкций, идентичных в сечении крыльям самолета и предназначенных для создания гидродинамической подъемной силы при движении в воде.

Хотя подводное крыло движется сквозь воду, плотность которой в 815 раз больше плотности воздуха, его работа базируется на тех же физических принципах, что и обычного крыла самолета. Доктор Даниэль Бернулли своими исследованиями в области движения газов и жидкостей доказал, что чем быстрее движение жидкости или газа, тем меньшее давление они оказывают на поверхность предметов (объектов), вдоль которых текут. Точно так же, как и у крыла самолета, изогнутая верхняя поверхность подводного крыла при движении вызывает большую скорость обтекания верхней поверхности крыла, нежели нижней, тем самым являясь причиной появления разности давлений между верхней и нижней поверхностями. Устремляющаяся по изогнутой верхней поверхности крыла вода движется с большей скоростью, чем под крылом, что ведет к уменьшению давления на верхней части крыла и образованию гидродинамической подъемной силы. Подводные крылья закреплены на корпусе с помощью стоек. При определенной скорости движения подъемная сила, действующая на подводные крылья, способна полностью поднять корпус судна из воды.

Первым СПК, успешно прошедшим испытания, стало одно из судов серии „гидроаэропланов”. Оно было спроектировано и построено итальянцем Энрико Форланини, пионером в области авиа- и вертолетостроения. Его аппарат был оборудован набором подводных крыльев, напоминавших ступеньки лестницы-стремянки. В течение 1905–1911 гг. это судно неоднократно демонстрировало свои возможности на озере Маджоре. Оно имело скорость до 38 уз. В 1907 г. к опытам Форланини на озере Маджоре присоединился еще один авиатор, генерал Артуро Крокко, которому удалось впервые в мире построить лодку на подводных крыльях. В ней была использована система пересекающих поверхность воды подводных крыльев, образованная двумя пересекающимися плоскостями. Эта система известна, как V-образное расположение подводных крыльев.

Крокко энергично, но безрезультатно пытался найти рынок сбыта СПК и даже рассылал по почте листовки, в которых превозносил достоинства СПК как высокоскоростного средства передвижения на внутренних водоемах. Много лет спустя именно его подводные крылья вдохновили Шертеля и Заксенбурга на создание системы, которая впоследствии была использована на первых в мире СПК, нашедших практическое применение как средство транспорта.

Хотя Форланини и Крокко стали первыми, кто построил СПК реальных размеров с собственным двигателем, опыты с системами подводных крыльев были проведены на 10–20 лет раньше. В 1881 г. в Великобритании Горацио Филлипс изобрел первую систему подводных крыльев типа „лесенка” и успешно продемонстрировал ее с помощью буксируемых моделей. В 1894 г. братья М. и Л. Мичем сконструировали лодку, оснащенную полностью погруженными подводными крыльями с изменяемым углом установки. Для регулирования угла установки крыльев и, соответственно, изменения подъемной силы впереди корпуса перед носовыми крыльями предполагалось поместить на выдвинутом вперед рычаге планирующее крыло-датчик, регистрирующий изменение высоты волн. К сожалению, не сохранилось никаких документов, подтверждающих факт осуществления этого проекта.

Очень часто в истории создания СПК упоминается имя графа де Ламбера, продемонстрировавшего свое судно в 1891 г. на реке Сена в Париже. Хотя его лодку и характеризовали неоднократно как СПК, по существу это было глиссирующее судно с крыльями по бокам, предназначенными для глиссирования на высоких скоростях, а не для движения на подводных крыльях. Так и не построив настоящее судно на подводных крыльях, де Ламбер был вынужден оставить свои опыты со скоростными катерами. Его дальнейшая деятельность была направлена на развитие авиации во Франции.

В 1911 г. Форланини нашел первого покупателя судна на подводных крыльях. Им оказался Александр Грэхем Белл, изобретатель телефона. После прогулки по озеру Маджиоре на одном из „гидроаэропланов” Форланини Белл стал с энтузиазмом относиться к этой новой технической идее и приобрел лицензию на постройку и разработку системы подводных крыльев Форланини „лесенка” в Северной Америке. Среди сподвижников Белла оказались „Кеси” Болдуин, Гленн Куртисс, лейтенант Селфридж и Джон Мак Курди. Совершенно случайно Белл назвал свои суда „гидродромами”; одно из них HD-4

установило в сентябре 1918 г. мировой рекорд скорости на воде — 70,86 уз. Если Форланини был первым изобретателем, экспортировавшим за границу технический проект СПК, то помощник Белла „Кеси” Болдуин стал первым, кто отправил на экспорт полностью готовое судно. В начале 20-х годов он поставил Королевскому флоту Великобритании два „гидродрома” конструкции Белла. Вскоре после того как суда были доставлены на место, их подвергли скоростным испытаниям при штормовой погоде. Испытания проходили в открытом море недалеко от Спитхеда. Конструкция этой модели не предусматривала эксплуатацию в реальных морских условиях, и оба судна разрушились.

Вероятно, из-за невозможности оборудовать СПК приемлемой легкой морской энергетической установкой, а также вследствие отсутствия опыта постройки легких металлических судовых корпусов и нежелания правительства оказать поддержку новой идее, интерес к судам на подводных крыльях начал постепенно ослабевать. Однако это продолжалось недолго. В 1927 г. барон Ганс фон Шертель, основатель фирмы „Супрамар лимитед”, приступил в Германии к своим известным опытам. Подобно Форланини, фон Шертель был инженером по образованию и страстным энтузиастом авиации. В 1924 г. он принял участие в соревнованиях планеристов на приз Роем и был удостоен награды за проект планера с крылом регулируемой подъемной силы. Однако только в 1936 г. после завершения им постройки восьмого по счету экспериментального СПК фон Шертель смог утверждать, что вышел победителем в борьбе с воздушным потоком, с неразрешимыми прежде проблемами конструкции крыла и движительной установки и что он построил устойчивую лодку, способную обеспечить безопасность при движении на крыльях по волнам.

Фон Шертель, теперь уже признанный отец современных СПК, отметил свой успех 230-мильным (370 км) переходом из Майнца в Кельн и обратно при плохой погоде. Эта успешная демонстрация настолько убедила Совет директоров судоходной линии Кельн — Дюссельдорф, осуществлявшей перевозки по Рейну, в большом будущем техническом проекте, что они немедленно оформили заказ на постройку первого пассажирского СПК. В содружестве с ныне покойным Заксенбургом был создан „Консорциум СПК Шертеля-Заксенбурга”. Лицензия на производство СПК была выдана верфи „Гебрюдер Заксенбург”. Целью создания „Консорциума” было использование патентов и технических открытий Ганса фон Шертеля и содействие

в разработке его конструкции СПК. Техническое руководство судостроительной верфью осуществлял профессор Г. Вайнблум. Предприятие располагало группой высококвалифицированных инженеров. С этого момента процессу проектирования и постройки стал предшествовать длительный период экспериментальных исследований и испытаний на моделях.

Перед самым началом второй мировой войны в 1939 г. „Консорциум” закончил постройку 2,8-тонного демонстрационного судна, которое сразу же привлекло внимание германского военно-морского флота. После показательных испытаний нового судна на Балтийском море на него поступили заказы и от германского флота, и от сухопутных сил. Работа Ганса фон Шертеля была направлена на удовлетворение военных требований. Разразившаяся вскоре война и сумятица военного периода отодвинули на 14 лет осуществление его проекта первого пассажирского СПК.

В июне 1940 г. начались работы над постройкой первого боевого морского 17-тонного катера на подводных крыльях VS.6. Конечной целью было проведение сравнительных испытаний КПК-эсминца и идентичного по массе, размерам и мощности двигателя водоизмещающего эсминца. На следующий год испытания состоялись, причем VS.6 достиг скорости 47,5 уз, что было почти на 17,5 уз больше скорости водоизмещающего эсминца. Это было удивительное достижение, особенно если рассматривать его ретроспективно, поскольку прошло 25 лет, прежде чем эта скорость была достигнута другим катером на подводных крыльях фирмы „Грумман Денисон”, принадлежащим Морскому управлению США.

Во время войны было разработано 15 различных типов КПК всех размеров, включая самый крупный скоростной катер длиной 32 м и массой 80 т, способный перевозить 20-тонный армейский танк, боеприпасы и другие грузы между Сицилией и Северной Африкой. Катер, оснащенный двумя дизелями „Мерседес-Бенц” мощностью по 3600 л. с. (2600 кВт) каждый, имел максимальную скорость 40 уз. В 1944 г., после того как во время шторма отказали оба двигателя этого катера, он был оставлен на мели. Во время испытаний с полной загрузкой КПК развивал скорость 37 уз при высоте волны до 1,8 м и длиной до 45 м.

В период сотрудничества в годы войны с группой исключительно хорошо подготовленных конструкторов верфи „Гебрюдер Заксенбург”, возглавляемых доктором Вайнблумом, фон Шертелю представилась возможность предпринять серьезные

исследования кавитации, суперкавитации и других явлений. К 1945 г. он нашел решения большинства проблем, которые с самого начала сдерживали развитие проектирования СПК. С целью преодоления препятствий для увеличения светового клиренса, которые возникли в результате использования наклонной и V-образной передач, фон Шертель впервые создал Z-образную систему передачи мощности на винт для СПК. Двигатель на его патрульном катере Т1-6 был помещен на палубе, а с двумя вращающимися в противоположном направлении гребными винтами он был соединен с помощью угловой передачи, сконструированной на верфи „Заксенбург”

В послевоенные годы Гансу фон Шертелю и еще нескольким членам его группы удалось организовать дело, на этот раз в Люцерне (в Швейцарии), под вывеской фирмы „Супрамар АГ”. Первым проектом СПК, разработанным фирмой „Супрамар АГ” после войны, стал ПТ-10, рассчитанный на 28 пассажирских мест (П – пассажирский, Т – транспорт, 10 – масса в тоннах согласно первоначальному проекту). В действительности судно имело массу 9,2 т. 16 мая 1953 г. этот скоростной паром открыл пассажирскую линию между Локарно и Ароной на озере Маджоре.

В отличие от того огромного интереса, с которым весь мир отнесся шестью годами позже к самому первому испытательному переходу СВП через Ла-Манш, колоссальное техническое достижение, продемонстрированное ПТ-10, было абсолютно оставлено без внимания. К счастью, оно заинтересовало все же одного наделенного богатым воображением туриста, который в 1953 г. решил воспользоваться услугами этого необычного судна. Им оказался Карло Родригез, владелец верфи „Кантиере Навале Родригез” в Мессине на острове Сицилия.

Направляя свою деятельность на развитие промышленности и торговли Сицилии, Родригез понимал, что скоростные комфортабельные пассажирские СПК являются идеальным средством для привлечения туристов, желающих совершить морские путешествия с итальянского материка на остров Сицилия. Туризм и торговля от этого только выиграли бы, а если бы он смог строить СПК на экспорт, то это улучшило бы состояние промышленности на острове. Так Родригез стал первым, кто приобрел у фирмы „Супрамар АГ” лицензию на постройку СПК. Этот факт заставил поверить в то, что Сицилия, наряду с другими более классическими претензиями на славу, могла бы также получить всемирную известность как место рождения современного пассажирского СПК. Беспредельный энтузиазм Родригеза и

двух его племянников в сочетании с исключительной технической подготовкой конструкторской группы фирмы „Супрамар АГ“ оказались непревзойденными. Вскоре СПК неслись над волнами так высоко, как они никогда до этого не поднимались. Технология была разработана, но оставалось еще одно препятствие, с которым надо было считаться. Сможет ли СПК доказать свою экономичность в условиях жесткой конкуренции? После полувекового пути развития концепция лодки на крыльях достигла того предела, после которого уже не было пути назад.

Первое судно ПТ-20, построенное на верфи Родригеза, было спроектировано с учетом спецификаций, представленных итальянским Морским Регистром и Германским Ллойдом. Судно, названное „Фреккиа дель Соле“, водоизмещением 27 т было рассчитано на 75 пассажирских мест. Оно было спущено на воду в 1956 г. К середине года это СПК выполнило несколько показательных выходов вдоль итальянского побережья и совершило переход на расстояние в 1600 морских миль из Италии в Грецию. „Фреккиа дель Соле“ не раз доказало свою пригодность к плаванию в морских условиях и осуществляло перевозки при высоте волн порядка 4 м.

В августе 1956 г. Карло Родригез основал судоходную компанию под названием „Алискафи“. Она должна была специализироваться на эксплуатации СПК не только в Италии, но и повсюду в мире, где только СПК могли раскинуть свои морские крылья. В том же месяце состоялось торжественное открытие постоянно действующей линии между материком и Сицилией. Теперь, чтобы попасть из Мессины в Реджио ди Калабрия, требовалось в четыре раза меньше времени, чем прежде, когда на этой линии использовался обычный паром. Ежедневно судно совершало 22 перехода, тем самым демонстрируя пригодность СПК для эксплуатации на других линиях. Но лишь через четыре года, обращаясь к участникам одной из конференций в Америке, фон Шертель счел возможным заявить следующее: „Результаты эксплуатации этого судна весьма примечательны. Обладая вместимостью салона в 75 кресел, это судно перевезло в течение одного месяца рекордное число пассажиров — 31 000. Среднее количество пассажиров, перевозимых за день, составляет 800—900. К настоящему моменту общее число перевезенных пассажиров достигло 1 000 000. Суда, используемые на линиях вокруг Сицилии, проплыли 465 000 морских миль (860 000 км), что больше расстояния до Луны и обратно“.

В конце концов СПК доказало свои возможности. Оно было жизнеспособно с точки зрения коммерческой эксплуатации.

К 1960 г. к ПТ-20 присоединился еще более крупный 63-тонный ПТ-50; строительство обоих типов СПК шло на верфи полным ходом. У ПТ-50 была вдвое больше вместимость, чем у ПТ-20; он предназначался для использования в открытом море, вдали от побережья, в том числе и на линиях между островами. Головное судно серии было построено на верфи Родригеза в начале 1958 г., а его проект был вскоре одобрен почти всеми морскими классификационными обществами.

Прошло немного времени, и спрос на СПК марки „Супрамар” возрос настолько, что были проданы дополнительные лицензии на производство СПК по проекту фирмы нескольким судостроительным фирмам в Голландии, Норвегии и Японии. Через несколько лет СПК более чем восполнили недостаток известности в начальный период. Газеты, международные журналы, телевидение наперебой обсуждали перспективы нового вида транспорта, а ПТ-20 № 2 „Летучая Рыба” даже участвовал в съемках одного из фильмов о Джеймсе Бонде. Нефтяные компании уже не только помещали в целях рекламы на бортах СПК свои эмблемы, но и приступили к оформлению заказов на постройку СПК, предназначенных для снабжения морских буровых установок. Осуществилась мечта фон Шертеля: мало того, что суда на подводных крыльях доказали свои возможности, но их приняли и они стали одним из атрибутов повседневной жизни.

В последующие годы фирма „Супрамар АГ” (теперь уже в основном только конструкторское бюро) приступила к проектированию более крупных судов, в том числе ПТ-75 и ПТ-150, а также к разработке системы воздушной стабилизации в целях повышения уровня комфортабельности пассажирских судов. Кроме того, разрабатывались системы глубоко погруженных подводных крыльев, предназначенных для СПК, спроектированного для работы в штормовую погоду. Описание этих разработок и соответствующие иллюстрации помещены в последующих главах.

В 30-е годы очень упорно работали над проблемами развития СПК два других пионера в этой области: профессор Отто Тьетенс и Грунберг. В 1932 г. Тьетенс наметил метод улучшения продольной устойчивости судна, поместив главное V-образное подводное крыло под центром тяжести, а затем и несколько выдвинув его вперед. Его целью было обеспечить средства для поддержания носовой части судна в приподнятом положении в те моменты, когда СПК испытывало неожиданную потерю подъемной силы. Главная проблема, с которой приходилось сталкиваться при таком подходе, заключалась в том, что

основное подводное крыло должно было располагаться почти в центре судна, близко к его центру тяжести; тем самым обеспечивалась недостаточная поддержка носовой и кормовой оконечностей корпуса. Во время второй мировой войны было построено несколько КПК этого типа для немецкого ВМФ, но проблема распределения нагрузки на корпус оставалась нерешенной, поэтому и развитие этой идеи было приостановлено в пользу проекта Шертель—Заксенбург.

Грунберг (в настоящее время он носит имя В. А. Грейг) запатентовал свою систему в Париже в 1935 г. Он приступил к работе над СПК, находясь в полном неведении относительно предпринимавшихся ранее попыток создания подобных судов. Вследствие этого он не испытывал чьего-либо влияния и не представлял заранее хода исследований. Грунберг стремился с помощью глубоко погруженных крыльев (или крыла) приподнять корпус над поверхностью воды и обеспечить продольную устойчивость, не прибегая к техническим усовершенствованиям и используя принцип изменения угла атаки крыла. Его система, которая позднее была применена на судне FHE-400 „Акуавион” фирмы „Де Хэвиленд Канада” и на некоторых моделях Сормовского завода состоит из глиссирующего стабилизатора (носового крыла), закрепленного в носовой части, и основного подводного крыла, установленного в кормовой части.

Изменение подъемной силы на стабилизаторе реагирует на изменение силы потока в значительно большей степени, нежели соответствующее изменение подъемной силы на основном гидрокрыле. При изменении условий работы, т. е. в зависимости от скорости, массы или характера волнения, главное подводное крыло погружается в воду или приподнимается относительно стабилизатора, естественным образом регулируя угол атаки. Патент Грунберга предусматривает использование в качестве стабилизатора поплавок с обычными водоизмещающими обводами либо частично погруженного подводного крыла, но могут применяться также гидрорыжи и выравнивающие закрылки, что и было продемонстрировано на некоторых мелкосидящих типах судов с малопогруженными подводными крыльями. Эти СПК строятся в СССР на Сормовском судостроительном заводе.

Существуют два основных типа подводных крыльев: 1) пересекающие поверхность воды крылья (этот тип крыльевой системы устойчив сам по себе); 2) погруженные подводные крылья (эта крыльевая система не является стабильной, устойчивой). Глубина погружения подводных крыльев может регули-

роваться с помощью механических, электрических или прочих механизмов системы управления. Система пересекающих поверхность крыльев, которая характеризуется естественной устойчивостью, простотой конструкции, надежностью в эксплуатации, является идеальной для внутренних водоемов, устьев рек и прибрежных районов. Однако в условиях открытого моря преимущества остаются все же на стороне погруженных подводных крыльев, несмотря на более сложную конструкцию, так как при ходе на развитом волнении они имеют лучшие эксплуатационные показатели. Размеры крыльев у судна с погруженными подводными крыльями сравнительно малы, однако эти крылья держат на себе все судно. Таким образом, судно с таким относительно высоким положением центра тяжести напоминает перевернутый маятник. Если бы за положением такого судна и высотой его движения над водой не осуществлялся постоянный контроль, оно бы перевернулось.

Первая в мире успешно действующая система управления глубоко погруженными подводными крыльями была сконструирована и построена англичанином Кристофером Гуком. Впервые интерес к СПК пробудился у Гука во Франции в конце 30-х годов, когда при проявлении фотопластинок размером в четыре квадратных фута (около $0,4 \text{ м}^2$) он неожиданно обнаружил возникающую на них подъемную силу. Немецкая оккупация застала его в Виши, где он продолжал до 1942 г. заниматься проблемами гидродинамики и аэронавтики. Затем Гук тайно был переправлен в португальские владения в Юго-Восточной Африке. Оттуда он направился в Кению, где ему удалось возбудить интерес к постройке СПК у руководителей железной дороги Кении и Уганды. Ему было разрешено воспользоваться помещениями железнодорожных мастерских в Кисуму, где из деталей отслужившего свой век судна „Супермарин Уолпрэс“, оцененных в 20 фунтов стерлингов, он и построил свое первое СПК.

После возвращения в Англию Гук построил небольшое двухместное показательное судно „Красный Жук“, приводимое в движение воздушным винтом. Гук впервые показал это судно на Нью-Йоркской выставке лодок в 1951 г. Успех „Красного Жука“ позволил Гуку приступить к проектированию целого ряда цельнометаллических сборных аппаратов с использованием подвесных моторов с длинными надставками. Он также подписал контракт на постройку десантного КПК-амфибии для ВМС США. Система управления крыльями, сконструированная Гуком, является механической; в ней использованы установленные впереди или позади судна волновые рычаги-датчики. Они движутся

по волнам и через соединительную систему в зависимости от конфигурации волны постоянно изменяют угол наклона основных подводных крыльев, обеспечивающий необходимую глубину их погружения. Первое прогулочное судно Гука весило полтонны или меньше, а десантный катер для ВМС США имел массу 14 т. Это был резкий скачок в увеличении размеров СПК. Кроме того, к этому катеру предъявлялись исключительно сложные требования: он должен был с момента старта на полной скорости достичь берега, после чего убрать внутрь все свои „ноги”, включая движительную колонку.

„Халобейтс” — так назвали новый катер — вполне отвечал требованиям, предъявляемым к его эксплуатационным характеристикам. На всех произвело большое впечатление движение этого катера со скоростью 39 уз при волне высотой почти 2 м. Но как раз та система, которая помогла этому КПК опередить своих конкурентов на испытаниях кораблей ВМС США, явилась причиной неудачного окончательного итога. Длинные вытянутые рычаги-датчики, которые выполняют такую важную роль в определении высоты волны, были признаны слишком неуклюжими и уязвимыми для десантного корабля.

Позднее Гуку удалось представить на рассмотрение более компактный вариант расположения датчиков, но к тому времени чисто механическая система датчиков вышла из моды. Военно-морская и аэрокосмическая отрасли промышленности США приняли изобретенную Гуком систему подводных крыльев с изменяемым углом атаки, а механические рычаги-датчики были заменены электронными датчиками. Успешные исследования Гука явились важным шагом вперед. Он сумел впервые доказать жизнеспособность глубоко погруженных подводных крыльев во взаимодействии с соответствующими датчиками. Он также показал, что судно относительно небольшого тоннажа, снабженное этой системой, могло безопасно эксплуатироваться при любых направлениях, высоте и конфигурации волн. Положительное влияние, которое оказала его деятельность, трудно переоценить. Продемонстрированные на его судах, которые зачастую были построены в стесненных условиях и на крошечные бюджеты, возможности новой системы изменения угла атаки подводного крыла заставили замолчать некоторых самых яростных критиков СПК, а достигнутые технические показатели заложили прочную основу для создания многих сегодняшних морских судов второго поколения.

Приблизительно в это же время, т. е. в середине 50-х годов, ВМС США стали играть доминирующую роль в разработке

и конструировании катеров на подводных крыльях. Еще в начале века департамент ВМС правительства США проявлял периодический интерес к идее создания КПК, а позднее он в значительной мере усилился под влиянием успехов, достигнутых благодаря исследованиям фон Шертеля и показательным испытаниям Гука. Основная причина пробудившегося интереса ВМС США к катерам на подводных крыльях заключается в стремлении увеличить скорости движения своих надводных соединений, с тем чтобы не отставать от постоянно растущих скоростей других видов вооружения. Выражалась надежда, что КПК обеспечат более надежную основу для противодействия высокоскоростным атомным подводным лодкам.

Корабли на подводных крыльях с глубоко погруженными подводными крыльями являются единственным видом судов, способных развивать на воде скорости, выше достигаемых в открытом море скоростными подводными лодками. Пока не были созданы подобные КПК, подводная лодка, действовавшая при состоянии волнения от умеренного до штормового, обладала намного большими тактическими возможностями, чем обычный надводный корабль или противолодочный самолет, базирующийся на авианосце. При неизменной массе и мощности катер на подводных крыльях размером с 230-тонный КПК, находящийся на вооружении НАТО, при волнении на море имеет относительно небольшие потери скорости. При состоянии моря 6 баллов его скорость снизилась бы всего с 50 до 44 уз. Однако в тех же условиях скорость обычного эсминца упала бы с 37 до 10 уз. В пользу катеров на подводных крыльях говорит и тот факт, что они представляют собой в случае торпедной атаки меньшую по размерам и более скоростную, чем обычно, цель. Позднее ВМС США совместно с флотами некоторых других стран НАТО пришли к заключению, что КПК является эффективным оборонительным средством против скоростных ракетных кораблей и эсминцев.

С 1947 по 1960 гг. Отдел военно-морских исследований в США при поддержке Судового бюро возглавил работы, направленные на обоснование критериев проектирования КПК и их возможностей. Учеными был осуществлен теоретический анализ проблем, было проведено множество испытаний как на моделях, так и на ряде небольших КПК.

Одним из первых катеров, использовавших электронный автопилот, был „Лантерн”, спроектированный доктором Ванневаром Бушем, который во время второй мировой войны сыграл одну из ведущих ролей в разработке атомной бомбы.

На катере была применена видоизмененная гиросистема „Спери А-12”, которая управляла килевой и бортовой качкой и отклонением катера от курса. Вместо применяемых на современных судах акустического, ультразвукового или радиолокационного высотомеров на „Лантерне” для поддержания заданной глубины погружения подводного крыла использовали датчик статического давления. Хотя проект и не имел большого успеха (скорость судна не достигала и 20 уз), он продемонстрировал возможности применения в целях стабилизации положения КПК систем управления на базе гироскопа.

Среди построенных впоследствии некоторых других опытных катеров стоит отметить модифицированный „Халобэйтс” конструкции Гука и „Флайинг DUKW”, созданные для американской армии судостроительной корпорацией „Майами”, а также „Силегз”, на котором была использована автоматическая система управления подводными крыльями. Последний катер был спроектирован совместно фирмой „Гиббз энд Кокс” и Лабораторией управления полетами Массачусетского технологического института.

Катер „Силегз” („Морские ноги”) имел огромный успех. Это 5-тонное судно с глубоко погруженными подводными крыльями, расположенными по схеме „утка”, располагало такими возможностями при эксплуатации в морских условиях, каких не имел до него ни один катер подобного размера. Прошло немного времени, но результаты испытаний этого КПК уже доказали большие возможности крупного катера с глубоко погруженными подводными крыльями, которому предстояло значительно усилить боеспособность военно-морских соединений. В результате этого для финансирования разросшейся программы исследований и разработок в 1960 г. были выделены дополнительные фонды. Средства были предоставлены прежде всего для разработки и постройки фирмой „Боинг” 110-тонного патрульного катера „Хай Пойнт” РСН-1, задуманного как противолодочный катер прибрежного использования. На РСН-1 предполагалось применить такую же систему подводных крыльев, как и на катере „Силегз”, но значительно больших размеров.

Приблизительно в то же время, когда начала осуществляться усиленными темпами программа ВМС, министерство морского флота США, воодушевленное результатами исследований ВМС, также решило, что им следует начать изучение возможностей увеличения скорости морского транспорта посредством использования СПК.

Результатом этого явилась постройка СПК „Денисон”, оснащенного газовой турбиной. Оно было названо так в честь покойного полковника Чарльза Р. Денисона, который был инициатором исследований проблем использования СПК по программе морского министерства. Это 80-тонное судно было построено компанией „Грумман эркрафт энжиниринг корпорейшн” и имело скорость 60 уз. В качестве основных были использованы пересекающие поверхность подводные крылья, а глубоко погруженное подводное крыло было расположено в кормовой части. „Денисон”, впервые поднявшийся над поверхностью воды в 1962 г., явился первым предназначенным для практического использования СПК, на котором применили систему управления подводными крыльями с помощью автопилота. На судне использовали разработанную фирмой „Хэмилтон стэндард” систему улучшения устойчивости, которая приводила в движение закрылки на основном подводном крыле, а также изменяла угол атаки кормового вспомогательного крыла. Та же фирма „Хэмилтон стэндард” поставила систему автоматической стабилизации для оснащения построенного фирмой „Боинг” судна РСН-1, спуск на воду которого состоялся в следующем году.

В 1962 г. поступили денежные средства для разработки и постройки на предприятиях компании „Грумман” катера АГЕН-1 „Плейнвью”. Этот 320-тонный опытный противолодочный КПК к моменту написания данной книги оставался самым крупным в мире катером такого рода. Он предназначался для эксплуатации на докавитационных скоростях (или менее 60 уз), но его конструкция предусматривала последующее удвоение мощности двигателя и замену подводных крыльев на другие, высокоскоростного типа. В связи с этим корпус КПК был рассчитан на движение со скоростью 90 уз при волнении моря.

В начале 1966 г. на предприятиях фирм „Боинг” и компании „Грумман” была осуществлена постройка двух 60-тонных патрульных КПК. Один из них, РСН-1 „Флагстафф”, располагал суперкавитирующим гребным винтом регулируемого шага и Z-образной передачей, а РСН-2 „Тукумкари” двигался с помощью водометного движителя. Эти катера были построены в соответствии с возросшими эксплуатационными требованиями, которые возникли из потребности в высокоэффективных патрульных катерах. Оба КПК прошли технические испытания в боевых условиях в качестве катеров береговой охраны с сентября 1969 г. по февраль 1970 г. Опыт их боевого использования показал, что они могут эксплуатироваться в условиях

волнения моря, в два раза превосходящего предусмотренное в проекте. Выяснилось также, что ввиду их более ровного мягкого движения затраты на ремонт и эксплуатацию ниже, чем у подобных катеров обычного типа.

Из двух катеров наибольшее внимание привлек „Тукум-кари”, поскольку на нем была применена новая и относительно простая по конструкции водометная движительная система, а также в связи с его высокой безаварийностью работы в прибрежной зоне. В 1971 г. возможности катера были продемонстрированы вновь, на этот раз в Европе для представителей НАТО. Результатом этого явился заказ ВМФ Италии на КПК „Суордфиш” („Меч-рыба”), разработанный на базе „Тукум-кари”. Вскоре после этого намечалось промышленное производство КПК.

Представители многих флотов стран НАТО утверждали, что „Тукумкари” слишком мал для выполнения их конкретных задач; в то же время они продемонстрировали большой интерес к разработке более крупного катера, работающего по такому же принципу. Когда в 1971 г. ВМС США предложили построить 230-тонный скоростной патрульный КПК, Италия и ФРГ решили стать их партнерами в проектировании и строительстве нового катера. Этот проект известен в настоящее время как НАТО РНМ (РНМ — Patrol Hydrofoil Missile — патрульный ракетный КПК). В США предполагается заказать 25 таких катеров, ФРГ должна купить 10, Италия заказывает один КПК в США, а остальные строит самостоятельно. Среди проявивших интерес к проекту РНМ следует назвать такие страны, как Канада, Австралия, Дания, Нидерланды, Франция и Великобритания.

Согласно высказываниям руководящих работников Управления военно-морских систем ВМС США следующим шагом явится разработка 1100–1300-тонного КПК-эсминца сопровождения, обладающего способностью пересекать океан без дозаправки. Конструкторское бюро фирмы „Боинг” уже подготовило предварительный проект такого корабля. В настоящее время полностью разработана технология строительства КПК со скоростью движения 50 уз, и подобный корабль можно построить, не прибегая к новым значительным исследованиям.

В свое время катер „Силегз” стал поворотным пунктом в истории строительства КПК с глубоко погруженными подводными крыльями. С тех пор была развита концепция КПК с автоматической системой стабилизации глубоко погруженных подводных крыльев по схеме „утка”. Прогресс происходил постепенно: от постройки маленького 5-тонного КПК „Крис-

Крафт", „Хай Пойнт", „Тукумкари" и 230-тонного КПК к 1300-тонному КПК-эсминцу 80-х годов. По существу, уже завершены исследования по проектированию 4400-тонного корабля такой же конструкции. Эта же система использована и на двух пассажирских судах: на „Виктории", 75-местном судне, сконструированном фирмой „Гиббз энд Кокс инк.", и на 250-местном судне более поздней постройки „Джетфойл" фирмы „Боинг". „Виктория", имеющая скорость 37–40 уз, была одним из первых СПК, получивших сертификат от Береговой охраны США на право перевозки пассажиров. Если открытие на озере Маджоре в мае 1953 г. первой пассажирской линии СПК ознаменовало рождение пассажирского СПК, то в мае 1974 г. было отмечено „наступление века" СПК. За прошедший 21 год СПК прошли путь от второстепенного туристского развлечения до средства транспорта, к услугам которого ежегодно прибегают более 25 миллионов пассажиров и туристов почти в 40 странах. На сегодняшний день во всем мире находится в эксплуатации более 1000 СПК, из них порядка 80 % – в Советском Союзе. На большинстве судов, работающих за пределами СССР, использованы подводные крылья конструкции „Супрамар". Эти суда выработали более трех миллиардов пассажиро-миль. При этом не было зафиксировано ни одной серьезной аварии.

К 1975 г. количество заказов на гражданские СПК достигло уровня, который промышленники охарактеризовали как „беспрецедентный". На Западе чаще чем когда-либо стали строить и испытывать различные СПК: от малых прогулочных до 500-местных гигантов. Предприятия, производящие СПК, теперь считаются жизнеспособными и процветающими, а данная отрасль промышленности в ближайшее десятилетие станет, вероятно, экономически наиболее выгодной.

ПОБЕЖДАЯ ВОДНУЮ ПРЕГРАДУ

В конце XIX века многие инженеры и изобретатели занялись внедрением в практику новых судовых проектов. В скором времени стало ясно, что лучший способ преодолеть естественное сопротивление воды и, следовательно, увеличить скорость движения судна — это исключить трение корпуса судна о воду, подняв его во время движения целиком над ее поверхностью. Кроме того, для удобства пассажиров необходимо было разработать транспортные средства, исключающие возможность постоянного воздействия волн на корпус судна.

Первые опыты, проведенные такими изобретателями, как Нортер, Ханс, Денесон, Томамхул, Форланини, Крокко и др., ознаменовали собой рождение двух абсолютно новых типов судов — на воздушной подушке и подводных крыльях. СВП поднимается целиком над поверхностью воды посредством действия либо статической, либо динамической воздушной подушки, а СКП движется благодаря разнице в гидродинамическом давлении, возникающем на верхней и нижней плоскостях подводного крыла во время его движения сквозь водную среду. Оба типа могут иметь техническое воплощение на разных судах, поэтому нет ничего удивительного в том, что при отнесении СВП и СКП к определенному классу нередко возникают разногласия. Тем не менее каждый проект обладает своими отличительными особенностями.

СУДНО НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Существуют два основных типа аппаратов, использующих близость опорной поверхности. Одни из них движутся над поверхностью с помощью ими же создаваемой статической воздушной подушки, другие при движении получают аэродинамическую подъемную силу как и самолет, но под корпусом у них образуется динамическая воздушная подушка. Существуют две схемы образования статической воздушной подушки: камерная, когда воздух подается непосредственно в подкупольное пространство, и сопловая, когда он подается через сопла, расположенные по периметру. В камерной схеме получила отражение простейшая

из концепций эффекта близости опорной поверхности. Воздух с помощью нагнетателя системы подъема подается непосредственно в подкупольное пространство, имеющее очертания колокола или перевернутой миски для пудинга, где он создает подушку из сжатого воздуха, которая обеспечивает подъем судна над поверхностью на заданную высоту парения. Воздух подается в подкупольное пространство в объеме, достаточном для восполнения его потерь в результате утечки из-под днища судна. Современные суда с камерной схемой образования воздушной подушки снабжены гибким пологом из эластичного материала, который провисает между корпусом и поверхностью, обеспечивая большой клиренс над препятствиями или волнами. Среди судов, созданных по этой схеме, следует отметить СВП со скегами, у которых воздушная подушка удерживается жесткими бортовыми стенками или килями и поперечными гибкими ограждениями в носу и корме, и сконструированные Бертином СВП типа „Нэвиплан” и платформы „Терраплан”, имеющие многокамерную схему образования воздушной подушки, состоящую из множества куполов-камер, каждая из которых снабжена легким гибким ограждением. Ввиду относительной простоты конструкции суда с камерной схемой образования воздушной подушки, снабженные гибким ограждением, получили предпочтение у энтузиастов легких СВП, особенно у тех, кто занимается конструированием и постройкой таких аппаратов в домашних условиях.

Существует тип СВП, в которых воздушная подушка образуется по сопловой схеме, разработанной на основе оригинального принципа, выдвинутого Кристофером Кокереллом. В данном случае воздушная подушка возникает и удерживается с помощью постоянно подаваемых струй воздуха, которые вырываются через сопла, расположенные по внешнему периметру основания корпуса судна. Гибкие ограждения, которыми оснащается этот тип судов, могут иметь вид продолжения либо только внешних стенок воздушных каналов, либо как внутренних, так и внешних.

Экраноплан

В зависимости от принципов аэрогидродинамической компоновки экранопланы выполняют по схемам „летающее крыло” и самолетной. В первом случае корпус экраноплана обычно представляет собой крыло малого удлинения, по бортам которого

установлены концевые шайбы-поплавки. При движении в результате скоростного напора воздуха на крыле образуется аэродинамическая подъемная сила. Корпус и весь планер, включая хвостовое оперение экраноплана, выполненного по самолетной схеме, как правило, напоминает обычный одно- или двухкорпусной гидросамолет (летающую лодку). Основной особенностью экраноплана, отличающей его от самолета, является то, что его аэродинамическая и конструктивная компоновки обеспечивают возможность полета аппарата на небольшой высоте от экрана (поверхности воды или земли). При этом существенно повышается аэродинамическое качество, что в свою очередь приводит к уменьшению расхода топлива и тем самым к увеличению почти вдвое дальности полета и полезной нагрузки экраноплана. Преимущества полета с использованием эффекта близости опорной поверхности были доказаны еще 50 лет тому назад. Тогда этот эффект помог пилотам первых гражданских самолетов увеличить дальность полета при пересечении районов Южной Атлантики. Летчики королевских ВВС и транспортной авиации Великобритании во время второй мировой войны часто прибегали к его „услугам” при возвращении к родным берегам, особенно если горючее было на исходе или самолет был поврежден.

Одним из ведущих конструкторов аппаратов этого класса является доктор Александр Липпиш, „отец” дельтавидного крыла и создатель самого скоростного истребителя периода второй мировой войны — Me-163. Характерная особенность конструкции экраноплана „Аэрофойлбоуг” X-112A, выполненного по самолетной схеме, заключается в том, что путем использования перевернутого V-образного крыла удалось устранить килевую неустойчивость — одну из главных проблем для всех, кто совершал полет близко к поверхности, особенно на самолетах с обычными крыльями в момент сближения с поверхностью. Нормальным явлением в авиации считается смещение центра давления в направлении хвоста аппарата, что приводит при движении к наклону носовой части. Конструкция доктора Липпиша выполнена иначе. Его экраноплан благодаря удачно выбранной схеме хвостового оперения и форме крыла демонстрирует надежную устойчивость полета. Устойчивость его такова, что он может при необходимости совершать полет над экраном или свободный полет практически на любой высоте, а затем снова возвращаться в режим полета над экраном. Это позволяет ему преодолевать высокие берега, береговые или портовые сооружения, речные извилины, мосты и т. п. Однако

при выходе из зоны действия экрана экономические преимущества экраноплана утрачиваются, поскольку для свободного полета и поддержания высоты необходимо увеличить мощность двигателей, а тем самым и расход топлива.

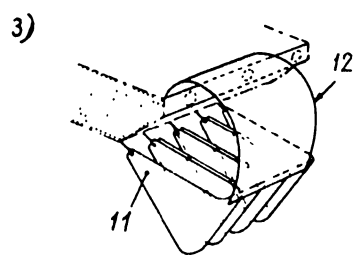
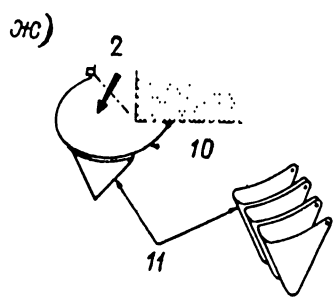
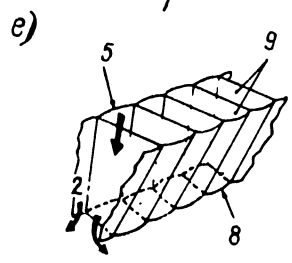
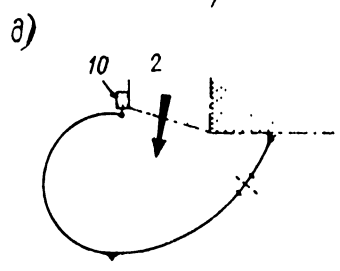
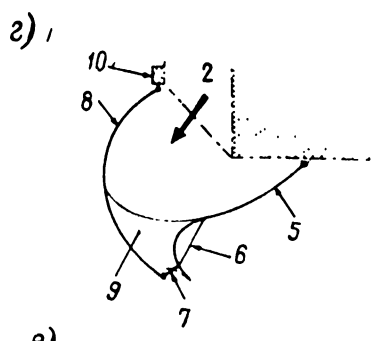
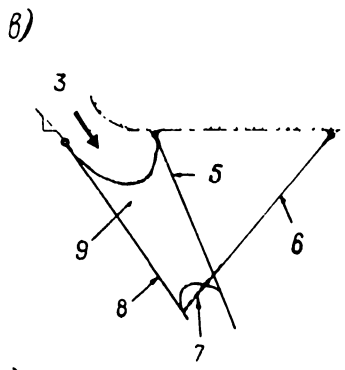
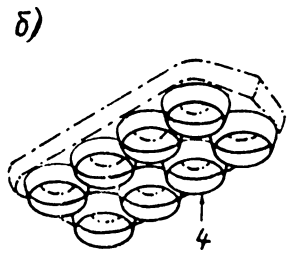
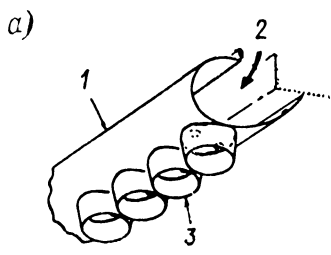
Гибкие ограждения

Если бы не было изобретено гибкое ограждение, то идея создания судна на воздушной подушке вряд ли продвинулась далеко от той стадии, на которой к ней относились как к просто интересной технической новинке. Благодаря использованию гибких ограждений увеличилась высота воздушной подушки при заданной подъемной силе в десять раз и уменьшились на 75 % размеры судов, предназначенных для эксплуатации в условиях волнения моря. Полученные при этом экономические преимущества, пожалуй, лучше всего проиллюстрировать, сравнив размеры оснащенных гибкими ограждениями судов с неоснащенными, которые потребовались бы для обслуживания линии через Ла-Манш, где нередко высота волн превышает 2 м. Полная масса судна без гибкого ограждения, обладающего для обеспечения клиренса в 2,2–2,4 м необходимыми размерами и мощностью двигателя составила бы примерно 700–800 т. Использование ограждений на современном СВП SR.N4 позволяет уменьшить его массу до 200 т. Кроме того, для более крупного судна, лишенного гибкого ограждения, мощность двигателя составила бы 54,4 тыс. л. с., т. е. в четыре раза больше, чем обеспечивают четыре газовые турбины „Мэрин Протей” на СВП SR.N4.

Ведущими фирмами по проектированию и изготовлению гибких ограждений для СВП являются: „ФПТ продактс лимитед”, входящая в состав фирмы „Бритиш ховеркрафт корпорейшн”, „Ховеркрафт дивелопмент лимитед”, „Эйвон раббер компани”. После первых испытаний простейших типов гибкого

Гибкое ограждение: *a* – состоящее из периферийных ячеек; *b* – Бертина; *в* – типа гибкое сопло; *г* – типа гибкий ресивер с гибким соплом; *д* – типа гибкий ресивер; *e* – отклоняющееся; *ж* – двухъярусное с сегментными элементами; *з* – отклоняющееся фирмы „Ховеркрафт дивелопмент лимитед”

1 – гибкий ресивер; *2* – струя воздуха; *3* – ячейки; *4* – камера; *5* – внутреннее полотно; *6* – оттяжка; *7* – защитная цепная стяжка; *8* – наружное полотно; *9* – поперечная диафрагма; *10* – элемент крепления ограждения к корпусу; *11* – сегментные элементы; *12* – петлевой ресивер



ограждения в виде резиновой полости фирма „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” в 1965 г. решила переключить всю исследовательскую деятельность на разработку типа ограждения на основе так называемого двухъярусного гибкого ограждения с сегментными элементами. В такой системе сжатый воздух от нагнетателей системы подъема сначала поступает в гибкий ресивер, а затем через сопла в зону под днищем судна, что и приводит к образованию воздушной подушки. В основании гибкого ресивера ниже каждого сопла имеется раскрытый на конце сегментный элемент, через который воздух направляется внутрь к центру зоны воздушной подушки. Первоначально сегментные элементы применялись для устранения разбрызгивания и уменьшения сопротивления при движении в открытом море. Но они существенно предотвращают износ и старение всего гибкого ограждения, а так как их можно легко заменять, способствуют уменьшению эксплуатационных расходов. Поначалу высота сегментных элементов по отношению к высоте всего гибкого ограждения составляла примерно 30 %, со временем это отношение увеличилось до 50 %.

В соответствии с первоначальными проектами такие суда, как SR.N4 и SR.N6, эксплуатировались с дифферентом на корму $1,5^\circ$, со слегка приподнятым носом, что снижало возможность резкого уменьшения скорости в случае, если бы носовая часть гибкого ограждения „загребла” воду. В результате такого режима работы кормовые сегментные элементы имели значительно больший износ, чем носовые: они выдерживали эксплуатацию в течение 100 ч, в то время как носовые — около 500 ч. В значительной степени благодаря исследованиям, предпринятым фирмами „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” и „Бритиш рейл” на судах SR.N4 и SR.N6, в 1972 г. появилось новое понижающееся к корме конусообразное гибкое ограждение. Высота его в носовой оконечности была увеличена приблизительно на 75 см, что позволяло поддерживать необходимый дифферент судна, а затем она уменьшалась до нормальной в кормовой оконечности. Это означало, что судно теперь как бы „посажено” на ограждение, сконструированное с дифферентом на корму в $1,5^\circ$. В результате этого усовершенствования на обоих судах было отмечено значительное уменьшение износа сегментных элементов гибкого ограждения в кормовой оконечности.

Достойной внимания особенностью гибких ограждений, сконструированных фирмой „Бритиш ховеркрафт корпорейшн”, является наличие в них сопл остойчивости, улучшающих остойчивость судна. На SR.N6 в виде гибкой емкости

установлены два сопла остойчивости: продольное килевое и разделенное пополам поперечное. В то же время на гораздо более крупном судне SR.N4 воздушная подушка разделена на три отсека, поскольку продольное сопло остойчивости установлено от кормы только до поперечного сопла. Благодаря разделению воздушной подушки на отсеки достигается относительно высокая устойчивость против килевой и бортовой качки, что в свою очередь предотвращает излишне длительный контакт ограждения с поверхностью воды. При определенных неблагоприятных условиях носовая часть гибкого ограждения может соприкасаться с поверхностью воды, в силу чего постепенно усиливается торможение, а затем может возникнуть „зарывание” носом. Если это явление не предусмотреть, то последует резкое снижение скорости судна, известное как „вспахивание”, а это может привести к серьезной потере остойчивости и, возможно, к возникновению переворачивающего момента. Поскольку внешний край носовой части гибкого ограждения растягивается по направлению к центру судна (обозначено в терминологии как „подгибание”), то происходит резкое уменьшение стабилизирующего момента давления в воздушной подушке. По мере увеличения угла дифферента на нос корма стремится приподняться над поверхностью, образуя слишком большой зазор. Возникает скачкообразное значительное падение скорости, а у малых судов, кроме того, усиливается опасность перевертывания под действием попутных волн, увеличивающих угол килевой качки.

Для того чтобы облегчить решение проблемы „подгибания” и „вспахивания”, фирма „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” предложила поднять линию крепления гибкого ограждения на судне SR.N4Mк.2 и катере ВН.7. На первом из них система, предотвращающая подгибание, закреплена на носовой части гибкого ограждения. Эта система обеспечивает необходимое сопротивление воздействию водной поверхности и предотвращает „подгибание” и „вспахивание”. Носовое гибкое ограждение на катере ВН.7 при соприкосновении с водой деформируется, задерживая тем самым возникновение „подгибания” и обеспечивая восстанавливающий момент.

Суда типа SR.N4 эксплуатируются при высоте волны более 1 м и скорости движения 50 уз и больше. Соприкосновение гибкого ограждения с поверхностью воды при таких условиях эксплуатации вызывает повышенные нагрузки, подобные испытываемым, например, шинами автомобилей во время кросса по бездорожью. Степень износа сегментных элементов гибкого

ограждения можно показать на примере опыта компании „Ховерллойд лимитед“, которая использует для перевозок между Рэмсгейтом и Кале три судна SR.N4. Ежегодно каждое СВП этой компании находится в эксплуатации 4000 ч и за это время изнашивает 1500 сегментных элементов. Их стоимость является основной расходной статьей при эксплуатации СВП, к чему, безусловно, следует добавить также оплату труда специалистов по починке и замене сегментных элементов.

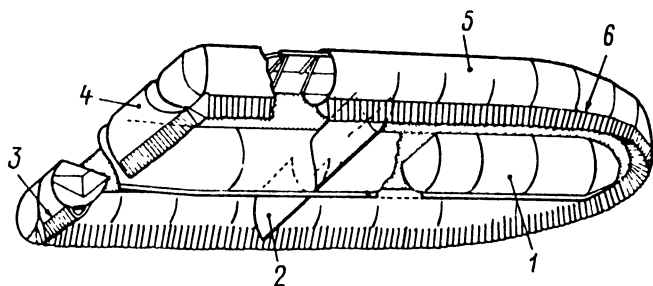
В настоящее время ведутся исследования свойств различных материалов и технологий их обработки, которые улучшили бы характеристики износостойкости сегментных элементов. Износ происходит в основном на высоких скоростях. Наивысшего уровня он достигает при средних показателях волнения моря и скорости движения СВП 50 уз. При более спокойной поверхности моря воздействие воды на сегментные элементы менее значительно, поэтому степень износа уменьшается. То же самое происходит и при более сильном волнении, когда скорость движения СВП снижается до 30–40 уз.

Одним из методов, решающих проблему разработки лучших материалов для гибкого ограждения, является использование более легких и гибких тканей. Есть доказательства в пользу теории, что благодаря своей гибкости такие материалы оказывают меньшее тормозящее действие при контакте с водой.

Одним из ведущих проектов на основе этой теории является отклоняющееся секционированное гибкое ограждение, разработанное фирмой „Ховеркрафт дивелоппмент лимитед“. Гибким ограждением этого типа снабжены такие СВП, как HD.2, VT1 и VT2 фирмы „Воспер торникрофт“, EM.2 и многие другие новые суда из тех, что строятся или уже находятся в эксплуатации. Это ограждение также применяют в промышленности, в том числе для оборудования тяжелых подъемных платформ массой до 750 т, транспорта и трейлеров на воздушной подушке. Такое гибкое ограждение состоит из крупных поперечно расчлененных элементов открытого типа – сегментных элементов, соединенных с корпусом при помощи открытой петли. Подушка не разделена на отдельные отсеки, и, поскольку у воздушного потока нет никаких препятствий при движении между петлями гибкого ограждения и воздушной подушкой, соотношение уровней давления в них практически одинаково и поэтому потери внутренней энергии незначительны. Для изготовления гибких ограждений используют тонкую ткань, и в результате низкого уровня ее инерции обеспечивается плавное движение судна. В силу того, что сегментные элементы гибкого ограждения занимают

значительную часть всей его высоты, эта система позволяет судну преодолевать высокие волны и препятствия. Еще одно преимущество, которое даст использование этой системы, заключается в том, что корпус дна, на котором она применена, имеет скошенную от днища к бортам поверхность. Таким образом, когда судно лишено воздушной подушки, до внутренних гонок соединения сегментных элементов можно добраться, не прибегая к помощи домкратов, что значительно упрощает уход и обслуживание гибкого ограждения.

Фирма „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” пришла к заключению, что наиболее пригодными материалами для изготовления



Система гибкого ограждения на судне фирмы ВНС SR.N6 „Винчестер”

1 — продольное сопло остойчивости; 2 — поперечное сопло остойчивости; 3 — кормовые сегментные элементы; 4 — кормовой гибкий ресивер; 5 — бортовой гибкий ресивер; 6 — бортовые сегментные элементы

гибких ограждений являются те, у которых основой ткани служит нейлон либо терилен, покрытый сверху натуральным каучуком или неопреновой резиной. Испытанию подвергались ткани из различных материалов, в том числе из стекла, хлопка, синтетических волокон и даже из стали, но результаты оказались неудовлетворительными. Выяснилось, что сталь и стекло способны противостоять непрекращающимся ударам волн, а хлопчатобумажные ткани и ткани из искусственного волокна не обладают достаточной стойкостью к истиранию и не выдерживают длительной эксплуатации. На первоначальном этапе разработок системы гибкого ограждения для гибкого ресивера были использованы также такие вещества, как нитрил/ПВК и полиуретан. Гибкие ограждения составляют около 15% всей массы 10-тонного СВП SR.N6 и 10%—200-тонного SR.N4. По этой причине, а также для улучшения эксплуатационных и массовых

показателей, обычно выбирают такие размеры гибких ограждений, которые отвечают необходимым требованиям эксплуатации судна. Ширина гибкого ограждения, как правило, соответствует наибольшей высоте волны в том районе моря, где предстоит действовать данному судну. Испытания показали, что для обеспечения остойчивости судна ширина гибкого ограждения не должна превышать 15–20 % ширины воздушной подушки. Подавляющее большинство СВП способны работать в условиях, при которых высота волны, по крайней мере, вдвое превышает высоту гибкого ограждения, особенно если волны длинные и могут быть преодолены без соприкосновения с ними основания носовой части СВП.

Крупнейшей фирмой по изготовлению СВП по Франции является СЕДАМ, которой принадлежит лицензия на производство по патентам Бертина аппаратов серий „Нэвиллан” и „Терраплан”. Особенностью этих проектов является применение в них предложенной Бертином системы множества нагнетательных камер, воздух для которых поступает от нагнетателя системы подъема либо отдельно для каждой, либо для целых групп камер. Камера имеет отдельное гибкое ограждение, в которое через сопло подается воздух. В свою очередь, все они окружены единым периферийным гибким ограждением по периметру корпуса СВП.

Модель „Периселл”, одна из последних разработок в этой области, сочетает в себе особенности системы гибкого ограждения с сегментными элементами и системы камер Бертина. В ней вместо бахромы или сегментных элементов у основания гибкой емкости помещены отдельные крупные камеры. Такая конструкция имеет преимущества над системой гибкого ограждения с сегментными элементами в части остойчивости в режиме остановки на воздушной подушке. Аппарат SES-100A стал одним из первых СВП, на котором был применен этот новый тип гибкого ограждения.

Энергетические установки

Энерговооружение систем подъема и движения СВП зависит от состава оборудования, принятого в каждом конкретном проекте, размеров СВП, той среды, в которой будет эксплуатироваться судно, и от требуемых тактико-технических показателей. Кроме того, имеются другие факторы, которые следует принимать в расчет как тем, кто строит СВП, так и тем, кто

их эксплуатирует. Среди них: мощность двигателя, масса судна, расход топлива, срок эксплуатации до капитального ремонта, приблизительная стоимость эксплуатации, возможность обеспечения запасными частями и масштабы ресурсов обеспечения, которыми располагает предприятие—изготовитель двигателей для СВП.

В состав энергетических установок современных судов на воздушной подушке могут входить различные типы двигателей — от переоборудованных радиоуправляемых, подвесных, мотоциклетных бензиновых моторов до используемых на SR.N4 четырех газовых турбин „Мэрин Протей“ фирмы „Роллс-ройс“ мощностью по 3600 л. с. (2600 кВт) каждая. Между этими крайними примерами можно отметить автомобильный двигатель „Крайслер“ V8 мощностью 200 л. с. (147 кВт) на шестиместном СВП SH-2 фирмы „Силэнд“, три дизеля водяного охлаждения системы „Камминс“ на судах HM-2 фирмы „Ховермарин“ и газовую турбину мощностью 900 л. с. (660 кВт) „Мэрин Гноум“ на 58-местных морских пассажирских парамах серии SR.N6 Mk.1.

К настоящему времени ни одна фирма-изготовитель не обеспечена заказами на двигатели для СВП в такой степени, чтобы можно было оправдать проектирование особых систем для этой цели. Поэтому в качестве двигательных систем СВП в настоящее время используются обычные стандартные проекты, в которых, по мере возможности, применены усовершенствования, необходимые для эксплуатации в морских условиях. В таких двигателях большинство деталей и узлов должно быть испытано на сопротивляемость коррозии, которая является неизбежным следствием воздействия морского воздуха, насыщенного солью.

Судно с газовыми турбинами, спроектированное для эксплуатации в морских условиях, снабжено толстыми фильтрами, состоящими из рыхлого переплетения металлических или пластиковых волокон, которые помещены в воздухозаборники двигателей для очистки воздуха от воды и твердых частиц. В качестве дополнительной меры против попадания частиц соли и песка в двигатель повсеместно применяется забор воздуха для двигателя непосредственно из камеры нагнетателя системы подъема.

На большинстве судов массой от 8–10 т и более фирмы-изготовители предпочитают устанавливать газотурбинный двигатель, имеющий лучшие показатели отношения мощности к скорости движения и массы на единицу мощности (кг/л. с.). Однако многие работники транспорта в развивающихся странах

избрали бы вместо газотурбинного двигателя обычный дизель, так как его эксплуатация, снабжение топливом и уход за узлами обходятся дешевле. Кроме того, гораздо легче найти квалифицированного инженера по дизелям, чем по газотурбинным двигателям.

Хотя некоторые из современных высокооборотных легких дизелей вполне приемлемы для небольших пассажирских и боевых КВП массой до 25 т, все же основными двигателями для более крупных судов остаются различные модели газовой турбины, разработанные на базе авиационных. Проектируемый для нужд ВМС США 2000-тонный аппарат класса SES будет оснащен шестью газовыми турбинами типа LM-2500 фирмы „Дженерал электрик” мощностью по 20 тыс. л. с. (18,4 МВт) каждая. Две из них передают мощность на нагнетатели системы подъема, а четыре — на водометные движители. Эти турбины относятся к самым мощным газовым турбинам в мире, однако для энергообеспечения одних только движителей на кораблях класса SES следующего поколения, полная масса которых составит около 12,5 тыс. т, потребуется в четыре раза бóльшая мощность. Рассчитано, что этим кораблям во время преодоления на скорости 42 уз горба сопротивления движению потребуется мощность около 315 тыс. л. с. (290 МВт). Высокая скорость движения и дальний радиус действия могут быть обеспечены за счет значительного количества энергии. Такие факторы, как повышенные требования к качеству топлива и его высокая стоимость, вынудили правительство Соединенных Штатов приступить к изучению возможности использования на крупных скеговых КВП ядерных энергетических установок. Значительная часть исследований до настоящего времени проводилась в г. Кливленде (шт. Огайо) в исследовательском центре Льюиса Национального управления по аэронавтике и космическим исследованиям (NASA). Руководил ими Фрэнк И. Ром.

Ядерные энергетические установки, разрабатываемые NASA для применения на кораблях класса SES, должны быть идентичны с системами, предназначенными для самолетов. В реакторе, окруженном корпусом и защитной отражательной системой, происходит нагрев жидкости (например, гелия) под высоким давлением, которая по трубам подается в теплообменник, расположенный между прямоточными турбореактивными двигателями и компрессором типичного турбовентиляторного двигателя. В этом случае двигатель может работать на тепловой энергии, поступающей через теплообменник или в результате сгорания топлива в обычных камерах.

Для обеспечения абсолютно безопасной работы реактора были детально рассмотрены различные меры защиты. Оболочка, окружающая реактор, спроектирована таким образом, чтобы полностью предотвратить выход продуктов ядерного распада, могущего произойти в случае серьезной аварии или разрушения реактора. А материалы, выбранные для изготовления защитного экрана, должны, согласно проекту, не только противостоять удару от соприкосновения, но также равномерно распределять тепло, накопленное при расплавлении.

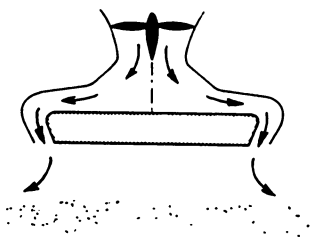
Поскольку стоимость ядерного топлива составляет всего около одной трети или одной шестой от стоимости химического топлива, получается значительная экономия. Теперь стало возможным строить надежные реакторы, рассчитанные на работу без дозагрузки в течение 10 тыс. ч. Другой привлекательной особенностью является то, что у крупных кораблей класса SES масса ядерной энергетической установки составит менее 10 % массы всего корабля, равной 5–10 тыс. т. Специалисты NASA полагают, что со временем можно будет за счет использования ядерной энергии достигнуть уменьшения эксплуатационных расходов до двух центов на тонно-милю. Они утверждают, что теоретически потребуется постройка целого флота из 1500–10000-тонных судов класса SES, которые будут использоваться для перевозки 10 % мирового грузооборота. Причем эти 10 %, по расчетам теоретиков, должны быть „присвоены“ СВП именно потому, что удастся уменьшить стоимость их фрахта до двух центов на тонно-милю. Перспектива эксплуатации подобных судов выглядит еще более привлекательной, чем это показывают приведенные цифры, если учесть возможность появления новых торговых маршрутов, которые, без сомнения, возникнут в связи с низкой стоимостью плюс гораздо большей скоростью перевозок.

Системы подъема

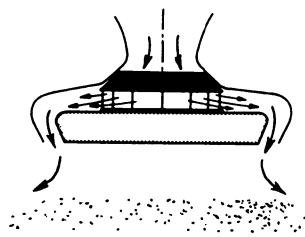
На магнетатели системы подъема возложена задача по обеспечению СВП воздухом для его воздушной подушки. Магнетатели часто считают сердцем и легкими этих судов, так как СВП по существу является воздуходувной системой, созданной для подъема над поверхностью и перемещения определенных грузов. Магнетатель непрерывно подает значительный объем сжатого воздуха под днище судна, где он рассеивается и образует воздушную подушку, которая затем приподнимает судно

над поверхностью и удерживает его в устойчивом положении. Количество поступающего в подушку воздуха должно быть достаточным для восполнения того воздуха, который истекает наружу по периметру СВП.

Как правило, чем крупнее судно, тем больше расход воздуха в подушку и выше давление в ней, хотя многое зависит от конструкции, массы и назначения каждого отдельного аппарата. Самому малому современному пассажирскому судну-амфибии на воздушной подушке требуется давление в подушке порядка 10–15 фунт/фут² (44–66 кгс/м²) и расход воздуха 100–200 фут³/с (2,8–5,6 м³/с), а крупнейшим СВП – 60–70 фунт/фут² (260–310 кгс/м²) и расход воздуха до 27 000 фут³/с (760 м³/с).



Осевой нагнетатель системы подъема подает потоки воздуха, направление движения которых параллельно оси вращения рабочего колеса



Центробежный нагнетатель системы подъема создаст поток воздуха под прямым углом к оси вращения рабочего колеса

В настоящее время используют в основном два типа нагнетателей системы подъема: осевые и центробежные. Хотя применение смешанной системы, сочетающей особенности того и другого типа, в отдельных случаях также было успешным. Осевой нагнетатель, подобно обычному авиационному воздушному винту, гонит воздух в направлении, параллельном оси вращения, в то время как центробежный нагнетатель захватывает воздух между лопастями, а затем выбрасывает его посредством центробежного ускорения наружу в радиальном направлении. Осевые нагнетатели применяются в основном в системах с вертикальным каналом. Они направляют поток воздуха вниз, непосредственно в воздушную подушку. Относительная простота их конструкции и доступность постройки послужили причиной того, что их охотно используют изготовители малых СВП с камерной системой образования подушки, особенно любители, строящие суда не в заводских условиях. Но из-за относительно

низких показателей силы воздушного потока эти нагнетатели приходится эксплуатировать в высокооборотном режиме, что приводит к увеличению уровня шума.

Поскольку на крупных судах воздух перед поступлением в подушку должен распределиться по всей длине и ширине довольно протяженного ресивера, то в этом случае налицо значительные преимущества центробежного нагнетателя. Он обеспечивает более высокий уровень статического давления при более низкой скорости вращения, а также позволяет повысить расход воздуха в подушке. Центробежный нагнетатель обладает простой конструкцией, его установка несложна, а в эксплуатации он прочен и надежен. Тем не менее в своем неуклонном стремлении к обеспечению большего комфорта и эффективности конструкторы не потеряли из виду возможность применения на океанских СВП нескольких осевых нагнетателей с изменяемым шагом лопастей рабочего колеса, причем не только для обеспечения управления воздушным потоком системы подъема, но и в качестве средства для управления горизонтальными перемещениями судна. Был проведен анализ всего спектра волновых сил, после чего стало очевидно, что теоретически в зоне низких частот, где обнаруживается большая часть волновой энергии, вполне можно нейтрализовать горизонтальные перемещения с помощью изменения шага рабочего колеса, подобно тому, как осуществляется изменение шага винта в авиации. Результаты исследований^{89,90} дают основание надеяться, что горизонтальные ускорения могут быть уменьшены более чем в четыре раза, а движение судна будет соответствовать нормам комфортабельности.

Движители

Найдется очень немного видов движителей, которые не были испытаны на СВП: от парусов до воздушных винтов и от гребных винтов до водометных движителей. Движитель выбирается с учетом назначения судна и технико-эксплуатационных показателей, которыми оно должно обладать. Воздушные движители того или иного типа обычно устанавливаются на амфибийных СВП, в то время как водометные движители или гребные винты больше подходят для судов, спроектированных для передвижения исключительно над водной поверхностью.

Перечислим виды движителей, используемых в настоящее время, либо предложенных для использования в будущем.

Воздушные движители

Воздушные винты
 Воздушные винты в насадке
 Воздушно-реактивные
 Турбовентиляторы
 Газотурбинные реактивные
 Паруса
 Буксировка вертолетом

Водяные движители

Гребной винт
 Водомет
 Гребное колесо
 Буксировка вертолетом

Движение в контакте с землей

Колеса
 Гусеничный ход
 Толкание руками
 Буксировка трактором
 Буксировка лошадью

Парение над рельсами

Воздушный винт
 Газотурбинный реактивный
 Турбовентиляторный
 Мотор линейной индукции

Несмотря на обилие предложенных альтернатив более 90 % современных СВП движутся с помощью воздушных винтов, а в большинстве остальных аппаратов использованы гребные винты или водометные движители. Однако похоже, что усиливается тенденция к использованию гидродинамических движителей либо гибридных систем, так как если рассчитать движительную систему для 10 000-тонного скегового СВП, который должен иметь скорость 100 уз, то получится, что на нем надо будет установить либо 10 воздушных винтов диаметром 18,3 м каждый, либо 10 прямоочных турбовентиляторных движителей диаметром 10,5 м.

Для того чтобы достичь соответствующего уровня тяги, используя лишь гидродинамические средства, потребовалось бы только два суперкавитирующих гребных винта диаметром около 9 м либо 4 водометных движителя диаметром 3,7 м каждый. Другими словами, по мере увеличения размеров судов использование воздушных винтов во многих случаях нецелесообразно из-за размеров самих винтов и их фундаментов, тогда как применение гидродинамических систем при равной мощности двигателя обеспечивает заданные характеристики при вполне реальных размерах. Уменьшение диаметра воздушных винтов ведет к падению их КПД из-за сокращения массы воздушной струи, что вызывает увеличение требуемой мощности двигателя. Несмотря на то, что воздушные винты неприемлемы в качестве движителей крупных СВП из-за их размеров и количества, они остаются наиболее эффективным видом движителя для СВП при скоростях движения от 150 уз и выше. Однако, что касается технико-эксплуатационных характеристик, воздушные

винты уступают водометным движителям и гребным винтам при работе на небольших скоростях. Испытания еще одного вида воздушного движителя для СВП — воздушного винта в насадке — показали, что такой движитель обеспечивает лучшие технические показатели при невысоких скоростях движения, но сами насадки в значительной степени увеличивают общую массу судна, а при скорости более 100 уз повышают лобовое сопротивление, что заметно уменьшает коэффициент полезного действия движителя.

Для крупного высокоскоростного судна, пожалуй, наиболее многообещающей является система, использующая на больших скоростях прямоточные турбовентиляторные движители в сочетании с полупогруженными суперкавитирующими гребными винтами, обеспечивающие набор скорости до 70–80 уз и преодоление горба сопротивления. Самое важное преимущество прямоточного турбовентиляторного движителя состоит в том, что при сравнительно одинаковых с воздушным винтом технико-эксплуатационных характеристиках диаметр рабочего колеса вентилятора вдвое меньше. Кроме того, он значительно легче, имеет меньший уровень шума и может компоноваться с целым рядом различных установок. По мере развития в авиационной промышленности концепции широкофюзеляжных самолетов-аэробусов* в ближайшие годы станет возможным выпуск различных прямоточных турбовентиляторных движителей мощностью до 40 тыс. л. с. (30 МВт).

СВП класса SES имеют жесткие бортовые кили-скеги, которые представляют собой идеальные конструкции для расположения в них водометных движителей либо гребных винтов и их приводов. Поскольку нижние части скегов погружены в воду, обеспечивая остойчивость и способствуя устойчивому движению на курсе, движители обычно устанавливаются в кормовой части скегов. Проектная скорость 100-тонных судов со скегами BMC США SES-100A и SES-100B составила 70–80 уз. SES-100A — первое судно на воздушной подушке с водометными движителями, имеющее такие высокие технико-эксплуатационные показатели, а SES-100B — первое судно с полупогруженными суперкавитирующими гребными винтами, достигшее скорости 80 уз. Несомненно, в обеих системах заложен значительный потенциал дальнейшего развития, но маловероятно,

*Пример первого практического применения этой концепции — самолет „Боинг -747“. — *Прим. перев.*

что поставленные ими рекорды скорости могут быть в ближайшее время превзойдены*.

Что же касается гребных винтов, то короткий срок их эксплуатации, являющийся следствием кавитационной эрозии, может быть продлен благодаря применению более стойких видов металлов и улучшению конструкции. Тем не менее потери их КПД практически неизбежны.

Применение на SES-100B частично погруженного суперкавитирующего гребного винта с приводом в транце скега явилось новым подходом к решению проблемы, так как отпала необходимость в установке вала гребного винта, опорных стоек и подшипников, которые создавали дополнительное сопротивление при движении. КПД винта этого типа оказался таким же, как и КПД полностью погруженного винта, а возникающие на нем тяга и вращающий момент были пропорциональны площади диска погруженного винта.

Среди специалистов по морским двигателям существует мнение, что создание таких суперкавитирующих гребных винтов, с помощью которых можно достичь скорости движения 100 уз и даже больше, — задача вполне реальная. Есть проекты клинообразных гребных винтов, профиль лопастей которых имеет острый передний край и квадратную заднюю кромку, что приводит к возникновению кавитации на верхней поверхности и ее исчезновению далеко внизу под зоной вращения лопастей. Другая идея — это суперкавитирующий морской гребной винт с изменяемой кривизной лопастей. В случае ее реализации ожидается такой же эффект, который дало применение на самолетах воздушных винтов с изменяемым шагом. Задавая определенную кривизну лопастей винта, рулевой мог бы обеспечить оптимальную величину тяги для начальной стадии выхода на воздушную подушку, для движения на средней или наибольшей скоростях. Гребной винт с изменяемой кривизной производства фирмы „Хамилтон стандарт” имеет лопасти, разделенные на сегменты в центральной части таким образом, что это делает возможным индивидуальное регулирование обеих частей лопасти.

При скорости судна свыше 45 уз применение сверхкавитирующих гребных винтов становится просто необходимым. Еще во время первых испытаний катеров на подводных

* В апреле 1977 г. СВП SES-100B достиг скорости движения 90,3 уз, поставив рекорд для судов этого класса. — *Прим. ред.*

крыльях ВМС США было обнаружено, что при скорости 45–50 уз бронзовые кормовые гребные винты судна РСН-1 подвергались эрозии с обеих сторон и нуждались в починке или полной замене после 40 ч эксплуатации. С тех пор стали применять сплавы, в которых используются более стойкие металлы. Особенно велик спрос на титан и его сплавы, поскольку они обладают большой прочностью, высоким уровнем кавитации и сопротивляемостью коррозии. Первыми судами, на которых установили усовершенствованные гребные винты, были HS „Денисон” и 320-тонный АГЕН-1 „Плейнвью”, который имеет два четырехлопастных титановых винта диаметром 1,5 м каждый.

Водометные движители

Использование водометной установки в качестве судового движителя – одна из наиболее старых технических концепций. Первый патент на такой движитель получили англичане Тугуд и Хейес в 1661 г. В 1775 г. этот движитель был испытан Бенджамином Франклином, а в 1782 г. Джеймс Рэмси впервые использовал его на пассажирском пароме на реке Потомак между Вашингтоном и Александрией. КПД водометного движителя ниже, чем у гребного винта, поэтому работы по его созданию велись недостаточно интенсивно. В течение многих лет сфера применения водометных движителей была ограничена относительно недорогими прогулочными судами и боевыми катерами-амфибиями, пока в 1963 г. фирма „Боинг” не объявила о создании газотурбинного опытного судна „Литл скуирт”. Проявленный фирмой „Боинг” интерес к этому виду движителей в основном объясняется стремлением создать дополнительные возможности проектирования новых судовых движителей в противовес суперкавитирующему гребному винту и исключительно дорогостоящей Z-образной системе передачи, применение которой на СПК при эксплуатации на высокой волне считалось до этого единственно приемлемым. „Литл скуирт”, оснащенный центробежным насосом двойного всасывания, достиг высокого КПД движительного комплекса, равного 0,48, на скорости движения 50 уз.

В значительной степени благодаря интересу, проявленному фирмой „Боинг” к водометным движителям, ВМС США пришли к решению считать такой движитель альтернативным вариантом, применив его на СВП типа SES-100A для сравнения с суперкавитирующим гребным винтом. Хотя программа исследований

и испытаний водометных движителей и завершилась созданием простых в эксплуатации и надежных установок, возникли трудности, обусловленные кавитацией в трубчатых соединениях и насосах, а также необходимостью создания водозаборников с изменяемой площадью. Скручивание водозаборников, бортовая и килевая качки, а также механическое совмещение водозаборников во избежание кавитации при скоростях движения до 80 уз – вот те проблемы, которые постоянно изучаются с целью создания проекта скегового СВП со скоростью движения более 100 уз.

В последнее время значительные усилия направлены на изучение еще одного, уже давно известного вида морского движителя для СВП. Это гребное колесо. Главным его пропагандистом является Кристофер Кокерелл. В настоящее время он работает над созданием водно-гребной движительной системы, повторяющей контур волн, с большой площадью поверхности. Она предназначена специально для судов на воздушной подушке. Благодаря применению конструкции типа „гребень” 20-футовое (более 6 м) гребное колесо, установленное когда-то на судах, ходивших по Миссисипи, уменьшено до современного образца диаметром всего в 5 футов (порядка 1,5 м). Для обеспечения движения 2000-тонного судна общая площадь погруженных лопастей должна составить не менее 150 квадратных футов (14 м²). Кристофер утверждает, что его колесо может обеспечить эту площадь при глубине погружения лопастей всего в 2 фута (60 см), причем общая ширина всех составных узлов составит порядка 75 футов (около 23 м). Колеса будут помещены позади судна на специальных рычагах, что позволит им повторять контур волн. Датчики высоты, расположенные впереди колес, создадут импульсы для системы управления. Безусловно, это очень остроумная разработка, дающая уникальные преимущества. Среди привлекательных ее свойств следует отметить низкий уровень шума, малую осадку, возможность легкого доступа ко всем узлам во время обслуживания.

СУДНО НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

После завершения первого в жизни плавания через Ла-Манш в Булонь на борту SR.N4 известная французская журналистка выразила в газете свое восхищение и удивление путешествием на этом гигантском судне. Ее статья была опубликована на первой странице под заголовком „Капитан утверждает, что у СВП под юбкой ничего нет!”

В отличие от СВП с его невидимым пузырем сжатого воздуха устройства, поддерживающие судно на подводных крыльях над поверхностью воды, представляют собой солидную систему крыльев и стоек, изготовленных из особо прочных сплавов или нержавеющей стали. Подводные крылья – это относительно небольшие плоскости почти такого же типа, как и авиационные. Они сконструированы с целью создания подъемной силы. Типы подводных крыльев, применяемые в настоящее время, в основном подразделяются на пересекающие поверхность воды, глубокопогруженные и малопогруженные. Существует несколько судов с комбинированной крыльевой системой, например РТ150 фирмы „Супрамар“, у которого в носовой части установлено крыло, пересекающее поверхность воды, а на корме – глубокопогруженное крыло, управляемое автоматической системой стабилизации. На судне фирмы „Де Хэвиленд Канада“ ГНЕ-400 в носовой оконечности установлено пересекающее поверхность подводное крыло, а в кормовой – сочетание из пересекающего и погруженного.

Пересекающие поверхность подводные крылья

Пересекающие поверхность подводные крылья в основном имеют V-образную форму, некоторые из них выполнены в виде трапеции или буквы W. Боковые участки подводных крыльев пересекают водную поверхность и движутся, частично выступая над ней.

Отличительной особенностью V-образного крыла, впервые продемонстрированного генералом Крокко, а затем в результате многолетних исследований усовершенствованного Гансом фон Шертелем, является его способность сохранять вполне определенное положение. Это подводное крыло по отношению к воде обеспечивает как продольную, так и поперечную остойчивость при различных состояниях поверхности моря. Силы, восстанавливающие заданное положение крыла, возникают на той его части, которая движется под водой. Когда судно во время бортовой качки кренится в одну сторону, увеличение размеров зоны погружения бокового участка крыла автоматически приводит к появлению дополнительной подъемной силы, которая противодействует крену и возвращает судно в прямое положение. Выравнивание килевой качки происходит почти таким же образом. Направленное вниз движение носовой части приводит к увеличению площади погружения носового подводного

крыла. В результате создается дополнительная гидродинамическая подъемная сила, которая поднимает нос судна в исходное положение. По мере увеличения скорости движения судна создается все более возрастающая подъемная сила. Вследствие этого корпус судна приподнимается выше над поверхностью воды, что в свою очередь обуславливает уменьшение площадей крыльев, находящихся под водой, а соответственно, и гидродинамической подъемной силы. Так как подъемная сила должна быть равна массе судна и зависит от скорости движения и площади погруженных в воду участков крыльев, корпус судна движется на определенной высоте над поверхностью воды, оставаясь в состоянии равновесия.

Катера, оборудованные пересекающими поверхность подводными крыльями, показали удовлетворительные технико-эксплуатационные качества на внутренних водоемах, в морских прибрежных водах и районах, имеющих естественную защиту от штормов. Такие крылья обладают органически присущей им остойчивостью и простотой конструкции, уход за ними несложен. Отличаются они также и значительной прочностью. Тем не менее при сильном волнении моря предпочтительнее использовать глубокопогруженные крылья, поскольку на крутой волне они обеспечивают лучшие технико-эксплуатационные показатели. Одним из негативных свойств обычных пересекающих поверхность подводных крыльев является то, что присущая им тенденция к выравниванию заставляет их следовать за всеми взлетами и падениями волновых движений. Это приводит к возникновению вертикальных перегрузок и тряске, которые одинаково неприятны и для пассажиров, и для команды. В идеальном варианте вместо следования за контуром этих волн подводные крылья должны двигаться сквозь них как бы по ровной и гладкой платформе, удерживаясь на заданном курсе. Но, к сожалению, пересекающие поверхность подводные крылья „не делают различия” между волнами, опускающими нос судна, и теми, которые поднимают его; в то же время дополнительная подъемная сила возникает в обоих случаях. Кроме того, существует риск встречи с волной неправильной формы, при которой большая часть подводного крыла приподнимается над поверхностью воды, что приводит к потере подъемной силы и, соответственно, к удару корпуса судна о поверхность воды.

Технические показатели пересекающих поверхность подводных крыльев ухудшаются при эксплуатации в условиях попутной волны. В силу того, что подводные крылья движутся быстрее волн, они преодолевают их с заднего склона. Во время

подъема подводных крыльев по тыльной поверхности этих волн орбитальное или круговое движение частиц воды внутри волны направлено вниз. Это уменьшает скорость потока, обтекающего крылья, отчего уменьшается подъемная сила, а это в свою очередь приводит к резкому проседанию корпуса судна. При встречной волне ситуация, естественно, меняется на обратную. Причем предельная высота попутных волн для большинства судов с V-образной формой подводных крыльев составляет три четверти высоты встречных волн. При анализе результатов, полученных в ходе изучения различных типов подводных крыльев, стало очевидным превосходство глубокопогруженных крыльев в условиях развитого волнения и движения за попутной волной. Использование системы общей стабилизации в дополнение к имеющимся системам автоматического регулирования глубины погружения этих крыльев позволило бы уменьшить действующие на судно моменты килевой и бортовой качки, а также вертикальные перегрузки.

Глубокопогруженные крылья

Глубокопогруженные крылья находятся ниже поверхности раздела двух сред на глубинах, где в значительной степени уменьшается влияние погружения на гидродинамическую подъемную силу. Сравнительное „безразличие” таких крыльев к изменению их положения относительно уровня воды приводит к необходимости применять специальные меры по обеспечению стабилизации движения судна. Так как корпус судна на ходу движется над поверхностью воды, опираясь на относительно небольшие крылья, его центр тяжести оказывается достаточно высок. Поэтому, если бы возвышение судна постоянно не контролировалось и не приводилось к заданному положению, неминуемо наступил бы удар корпуса о воду.

Для того чтобы избежать подобного явления, поддерживая заданную глубину погружения подводных крыльев и нормальное положение судна, необходимо установить на нем автоматическую систему стабилизации. Она призвана обеспечить стабилизацию судна при его разгоне из состояния плавания, при движении с отрывом корпуса от воды и плавном приводнении как на тихой воде, так и в условиях морского волнения, а также возможность преодоления большинства волн без ударов о них корпусом и без резких значительных колебаний относительно всех трех осей. Кроме того, должно быть обеспечено

выполнение координированных разворотов за счет снижения действия боковых перегрузок и уменьшения поперечных усилий, воспринимаемых стойками крыльев. Система должна способствовать созданию таких условий движения судна, при которых вертикальные и горизонтальные перегрузки оставались бы в пределах принятых норм. Это исключит возникновение чрезмерных нагрузок на корпусные конструкции, создаст благоприятные условия плавания для пассажиров и команды судна. В автоматических системах стабилизации движения судов на глубоководных подводных крыльях используются высотомеры, основанные на радиолокационном, ультразвуковом, механическом и других принципах. Кроме того, постоянно получается и обрабатывается информация от датчиков крена, дифферента и перегрузок в оконечностях судна. Команды управления положением рулей курса, крыльев или их закрылков вырабатываются по принципам, применяемым в авиации. Типичным примером автоматической системы управления может служить устройство, которое применено на пассажирском СПК „Джетфойл” фирмы „Боинг”. Это судно массой 106 т оборудовано водометными движителями, обеспечивающими скорость движения 45 уз.

Система стабилизации принимает сигналы о положении корпуса судна и направлении его перемещений от гироскопов, датчиков ускорений и двух ультразвуковых высотомеров. В электронно-вычислительном блоке происходит суммирование сигналов от всех устройств с командами пульта ручного управления. Вырабатываемые этим блоком команды позволяют с помощью электрогидравлических сервоприводов компенсировать внешние переменные силы, действующие на судно. Регулирование параметров подъемной силы осуществляется с помощью закрылков, расположенных по всей длине задних кромок крыльев. Закрылки правой и левой частей кормового крыла имеют независимые приводы, изменяющие положение судна относительно продольной оси в момент перемены курса. Данная система обеспечивает стабилизацию по крену и удержание на заданном курсе, позволяя выполнять повороты, не допуская оголения консолей крыльев, исключая опасность прорывов воздуха в зоны разрежения и, как следствие этого, потери подъемной силы. Скорость поворота до 6° в секунду достигается примерно через 5 с после поворота штурвала. Управление судном ведется всего от трех органов: для измерения скорости движения установлена ручка газа главных турбин, для изменения положения корпуса по высоте — ручка управления

погружением крыльев; для удерживания судна на постоянном курсе — штурвал (дополнительный блок обеспечивает это автоматически). Во время отрыва от поверхности устанавливается нужная глубина погружения крыльев и подаются вперед регуляторы (дроссели) двух газовых турбин „Аллисон” по 3300 л. с. каждая. Корпус судна отрывается от воды за 60 с. Ускорение действует до тех пор, пока движение судна не стабилизируется автоматически в пределах, определяемых требуемой глубиной погружения крыльев и скоростью, заданной оператором. Для приводнения судна уменьшают газ, и оно, теряя скорость, плавно опускается на воду. Обычно за 30 с скорость может упасть с 45 до 15 уз. В случае экстренной необходимости, переведя ручку управления погружением крыльев, можно осуществить приводнение всего за 2 с. Эта система управления идентична системам, применяемым на таких катерах ВМС США, как РСН-1, РGH-1 „Тукумкари” РGH-2, АГЕН и РНМ. В ней тоже использован принцип модульных конструкций. Различные компоненты систем — это уже хорошо зарекомендовавшие себя в авиакосмических исследованиях приборы и инструменты, ранее отобранные для применения в автопилотах самолетов. В системах управления катером РНМ использовано исключительно авиационное оборудование. Управление работой закрылков и носовой стойки, выполняющей функцию руля курса, осуществляется системой, укомплектованной из узлов, идентичных или абсолютно одинаковых с установленными на авиалайнере „Боинг-747-Джамбо”.

Конструкторы судна „Джетфойл” воспользовались результатами исследований опытных катеров ВМС США, РСН-Mod-1; РСН-1 и РGH-1 „Тукумкари”. Это позволило создать морское пассажирское быстроходное судно, почти непревзойденное по своим технико-эксплуатационным характеристикам и уровню комфорта. При осуществлении проекта „Тукумкари” пришли к выводу о необходимости замены одного датчика перегрузок, установленного в диаметральной плоскости, двумя. Причем эти датчики разместили непосредственно над каждым из основных крыльев так, чтобы можно было независимо управлять их закрылками. Это позволило избежать такого неприятного явления, как „продольная раскачка”. Создатели катера впервые столкнулись с ним во время испытаний КПК в морских условиях при крутой трехмерной волне, когда каждое кормовое крыло оказывалось на различных участках волны и попадало в зоны действия различных орбитальных скоростей.

В последнее время ВМС США стали стремиться к стандартизации автопилотов, применяемых на КПК, и с этой целью командование американских военно-морских сил утвердило в 1972 г. программу исследований под названием HUDAR (аббревиатура, составленная из начальных букв английских слов, в переводе означающих „программа универсального цифрового автопилота для КПК“). Целью программы является разработка высоконадежной системы, обладающей достаточной универсальностью, что позволило бы использовать ее на всех типах современных и перспективных КПК. Эта система должна была также обладать качествами, дающими возможность совместить автоматическое управление с другими судовыми функциями. Система, разработанная на базе цифровых ЭВМ, обеспечила такую степень стабилизации КПК, которая превышает нормативные требования. Это позволило дополнительно решить следующие задачи:

- управление в автоматическом режиме или с заданным курсом, а также автоматически запрограммированные маневры с изменением курса:

- расхождение с препятствиями;

- контроль за расходом топлива, изменением массы и положения центровки КПК.

Наиболее оригинальное решение проблемы управления подъемной силой предложено в проекте швейцарской фирмы „Супрамар“. Система основана на использовании известного физического явления, которое заключается в том, что на подъемную силу можно действовать путем открытия доступа атмосферного воздуха на верхнюю поверхность крыла, т. е. в зону низкого давления, отказавшись от использования подвижных элементов крыла. Подъемная сила изменяется в зависимости от количества воздуха, поступающего по специальным каналам, расположенным вдоль верхней части поверхности крыла. При этом движение потока отклоняется в сторону от поверхности крыльев, что приводит к аналогичному действию закрылков. Позади воздушных отверстий крыла образуются свободные от воды полости, что фактически приводит к удлинению подводного крыла.

Доступ атмосферного воздуха к отверстиям на верхней поверхности каждого из крыльев регулируется специальным клапаном. Этот клапан управляется гироскопом и поперечным инерционным маятником, которые каждый в отдельности, а также совместно при помощи сумматора могут менять положение штока вакуумного усилителя, связанного с тягой воздушного клапана промежуточным рычагом.

Маятник обеспечивает спрямление судна после накренения, а также поворот с благоприятным креном. Работа гироскопа позволяет умерять бортовую и килевую качки.

Эта система впервые была установлена на катере „Флиппер“ фирмы „Супрамар“. На этом катере кормовое крыло, пересекающее поверхность воды, было заменено глубокопогруженным, оборудованным системой автоматического управления доступом воздуха. Условия пребывания на „Флиппере“ при движении на волне высотой до 1 м оказались куда более комфортными, нежели на серийных катерах этого класса при высоте волны 0,3 м. Впоследствии эта система была с успехом применена на катерах PTS 150 и PTS 75MкIII.

В 1965 г. ВМС США предоставил фирме „Супрамар“ заказ на постройку 5-тонного исследовательского катера, при создании которого требовалось использовать корпус PTз и элементы конструкции КПК ST3A. На катере ST3A были впервые применены глубокопогруженные крылья с системой воздушной стабилизации. Во время испытаний в Средиземном море этот катер при скорости 54 уз показал высокие эксплуатационные качества, доказав тем самым, что с помощью системы воздушной стабилизации можно обеспечить надежное управление и стабильное движение КПК с глубокопогруженными крыльями как на тихой воде, так и в условиях волнения моря. При высоте волн порядка 1 м, что составляет одну десятую длины этого катера, были отмечены лишь незначительные вертикальные ускорения (0,08 g). Это выгодно отличает его от других катеров с глубокопогруженными крыльями. Система была применена фирмой „Супрамар“ при технической разработке 250-тонного патрульного КПК, который должен был удовлетворять тактическим требованиям, установленным для подобных катеров в ВМФ ФРГ и других стран НАТО.

Фирма „Супрамар“ продолжает совершенствовать системы стабилизации КПК, основанные на автоматическом управлении доступом воздуха к крыльям. Одновременно ведутся разработки вспомогательных систем аналогичного типа, предназначенных для обеспечения плавности перехода от докавитационного к суперкавитационному режиму обтекания крыльев. Такие системы благодаря доступу воздуха к крыльям позволяют избежать резкого падения подъемной силы, наступающего при возникновении кавитации. Специальные испытания показали, что открытие доступа к кавитирующему крылу приводит к существенному уменьшению или полному исчезновению кавитационной каверны. Испытания такой системы проводятся

по заказу ВМС США в Голландии в одном из опытовых бассейнов. При этом моделируются режимы со скоростями движения до 60 уз для натурального КПК в условиях морского волнения. Создание все более крупных морских КПК приводит к необходимости существенно увеличить габариты крыльевых устройств и размеры управляемых закрылков.

Механическое регулирование угла атаки подводных крыльев

Наиболее удачной системой механического регулирования угла атаки была конструкция крыльев катера „Хайдрофин“, спроектированная Христофором Гуком. Ведущая роль Гука в создании первого удачного образца СПК с глубокопогруженными крыльями уже отмечалась в первой главе.

На СПК „Хайдрофин“ угол атаки носовых крыльев может изменяться с помощью двух рычажных датчиков волн, поворачивающихся на той же оси, что и стойки крыльев, и протянутых в наклонном положении впереди впереди носа судна. Эти рычаги поддерживаются на поверхности волн с помощью подмартизированных скользящих по воде плоскостей. Вращение рычагов жестко демпфировано, характеристики демпфирования могут регулироваться для обеспечения управления судном в соответствии с интенсивностью волнения. Вспомогательная функция датчиков-рычагов заключается в создании непрерывной поддерживающей силы для носовой оконечности при падении подъемной силы на обоих или одном носовых крыльях.

Амплитуды бортовой качки замеряются с помощью двух дополнительных датчиков, установленных на стойках подводных крыльев. В распоряжении рулевого находится ножное управление с рулевой колонкой, которая действует аналогично установленной на самолетах.

Существует еще одна чисто механическая система. Это „закрылок Савицкого“, изобретенный доктором Савицким из Дэйвидсоновской лаборатории Технологического института Стивенса в штате Нью-Джерси. Система доктора Савицкого применена на судах „Си Уорлд“ и „Флайинг Клауд“ фирмы „Атлантик Хайдрофойл“. Закрепленные на шарнирах вертикальные закрылки используются в этой системе для изменения подъемной силы подводных крыльев. Они имеют скошенную форму и механически соединены с задней кромкой стоек подводных крыльев. При нормальной высоте движения в погруженном состоянии

находится только нижняя часть „закрылка Савицкого“. Когда же из-за увеличения высоты волн под воду погружается большая часть чувствительного к глубине закрылка, давление на него усиливается, заставляя повернуться и переложить закрылки подводных крыльев, что ведет к увеличению подъемной силы и, соответственно, к восстановлению нормального положения и нормальной высоты движения судна.

Фирма „Дайнафойл инк“ в Ньюпорт-Бич (Калифорния) на построенном ею двухместном спортивном СПК „Дайнафойл Марк 1“ продемонстрировала новый подход к проблеме стабилизации подводных крыльев. Судно с корпусом из стеклопластика было задумано как водный аналог мотоцикла и снегохода. Оно имеет главное глубокопогруженное кормовое подводное крыло и небольшое дельтавидное (в форме биплана) переднее крыло с изменяемым углом атаки. Угол атаки регулируется механически с помощью изогнутого дельтавидного управляющего крыла, установленного под углом к набегающему потоку. При изменении обтекания управляющее крыло через механическую систему изменяет угол атаки двойного горизонтального крыла, установленного в нижней части носового крыла. Это ведет к изменению подъемной силы и возврату подводных крыльев на заданную глубину погружения.

Малопогруженные подводные крылья

Первые малопогруженные подводные крылья применялись на пассажирских и спортивных СПК, спроектированных и построенных в Советском Союзе. Они просты, надежны и пригодны для использования на протяженных укрытых от штормов реках, озерах, каналах и на внутренних морях и в особенности на многих тысячекилометровых мелководных трассах, где V-образное или трапециевидное расположение подводных крыльев было неприемлемо из-за относительно глубокой осадки в погруженном состоянии. Этот тип крыльев, известный также, как мелководная серия, был разработан доктором технических наук Р. Е. Алексеевым. Он состоит из двух основных горизонтальных подводных крыльев, по одному впереди и сзади, на каждое из которых распределена приблизительно половина массы всего судна. Погруженное подводное крыло начинает терять подъемную силу по мере приближения к поверхности приблизительно с глубины, равной одной хорде (расстояние между передней и задней кромками крыла). На передних стойках

по левому и правому бортам закреплены глиссирующие наделки в форме поплавков. С их помощью судно выходит из воды на крыльевой режим, они также препятствуют заглублению крыла. Эти наделки расположены таким образом, что при их касании водной поверхности основные подводные крылья погружены на глубину приблизительно в одну хорду.

С появлением СПК „Ракета”, первый образец которой был спущен на воду в 1957 г., тип крыльев Алексева в процессе эксплуатации претерпел немало изменений. У большинства более крупных СПК, таких как „Метеор”, „Комета”, „Спутник” и „Вихрь”, теперь имеются два малопогруженных крыла и одно дополнительное носовое, установленное по всему размаху и предназначенное для увеличения продольной устойчивости, ускорения выхода на крыльевой режим и улучшения всхожести на волну. Последняя модель „Кометы” серии „М” имеет своеобразную отличительную особенность. На этом СПК впереди установлено трапезиевидное пересекающее поверхность воды крыло, а над ним — W-образное малопогруженное подводное крыло, изменяющее крен. Трапезиевидное крыло идентично V-образному подводному крылу во всем, кроме короткой горизонтальной секции в основании конструкции. Это крыло устойчиво уже в силу самой своей формы. Все крыльевые схемы СПК конструкции Р. Е. Алексева включают, кроме малопогруженных, несущих основную нагрузку крыльев, еще и носовые, следящие за поверхностью воды элементы, такие как:

— глиссирующие „лыжи” (СПК „Ракета”);

— пересекающие поверхность воды W-образные носовые крылья (СПК „Комета М”) или короткие горизонтальные крылья на бортовых стойках носового крыла (СПК „Метеор”).

Фактически стабилизация СПК Алексева, движущихся в крыльевом режиме, обеспечивается при малых отклонениях от расчетного положения за счет влияния погружения на несущую способность основных малопогруженных крыльев („эффект Алексева”), а при значительных отклонениях СПК по дифференту, крену и высоте, когда степень влияния погружения на подъемную силу основных крыльев снижается, начинает автоматически проявляться принцип Грюнберга — изменение подъемных сил, создаваемых основными подводными крыльями, жестко связанными с корпусом, за счет поворота основных крыльев вместе с корпусом вокруг носовых, следящих за поверхностью воды элементов крыльевого устройства (изменение углов атаки основных крыльев).

Подводные крылья лестничного типа

Лестничное подводное крыло представляет собой самую старую конструкцию пересекающих поверхность воды крыльев. Оно в самом деле напоминает лестницу, так как состоит из нескольких плоскостей, укрепленных под прямым углом к стойкам. Первые лестничные системы крыльев, например те, что были использованы Форланини, состояли из двух комплектов лестничных плоскостей, которые находились под корпусом СПК в носу и корме. Вскоре стало ясно, что такое расположение имеет существенный недостаток: отсутствие поперечной устойчивости движения. В более поздних моделях этот недостаток был устранен путем установки двух секций носовых подводных крыльев, которые располагались по обе стороны корпуса на укороченных плоскостях, стойках или пилонах.

В основном лестничные подводные крылья были прямыми, но иногда имели V-образную форму. Это предотвращает резкое падение подъемной силы, когда плоскости выходят на поверхность воды. В настоящее время одно из немногих судов с лестничными подводными крыльями — это „Уиллиуго“, яхта на подводных крыльях массой 1,6 т со скоростью движения 30 уз. В сентябре 1970 г. она завершила 16-дневный переход из Саусалито (Калифорния) в бухту Кахулуи в Мауи на Гавайях. Это первое парусное СПК, совершившее океанское плавание. Яхта оснащена боковыми четырехступенчатыми крыльями — лесенками, а кормовое крыло — руль имеет трехступенчатую форму. Подобно V-образному подводному крылу лестничные крылья также могут обеспечить необходимую устойчивость судна, сохраняя при этом подъемную силу на крыле при заданной глубине погружения.

Расположение крыльев

Еще один важный вопрос, требующий исследования, — это расположение по длине судна зон, в которых возникает подъемная сила. Существуют три различные схемы расположения крыльев: самолетная, „утка“ и „тандем“. При самолетной, или обычной, схеме расположения крыльев основная часть нагрузки приходится на составное или разрезное подводное крыло, расположенное в средней части корпуса ближе к носовой оконечности, а на кормовое крыло приходится меньшая часть массы СПК.

Схема „утка” построена по обратному принципу. В ней основная часть массы судна приходится на составное или разрезное основное подводное крыло, расположенное позади миделя корпуса, а на меньшее носовое крыло — малая часть нагрузки. Особенность схемы „тандем” заключается в том, что нагрузка распределяется поровну между носовым и кормовым подводными крыльями.

Чаще всего основные подводные крылья разрезают для обеспечения подъема или подтягивания к корпусу из воды, как это сделано на катерах „Тукумари” фирмы „Боинг” и „Плейнвью” фирмы „Грумман”. Однако можно избежать необходимости разделения основного крыла. Так, в схеме „утка” основное подводное крыло перемещается целиком в точку позади транца. Примерами могут служить катера РНМ-1 и „Джет-фойл”. В иных случаях стойки крыльев могут втягиваться вертикально вверх внутрь корпуса, как на катере РСН-1 „Хай Пойнт” фирмы „Боинг”.

Кавитация

Кавитация, по существу, является основным препятствием на пути создания судов на подводных крыльях, которые длительное время движутся на высоких скоростях. Кавитация наступает обычно при скорости от 40 до 45 уз, при которой абсолютное давление на каком-то участке верхней поверхности крыла падает ниже давления насыщенных паров воды. Кавитация бывает двух видов: устойчивая и неустойчивая. Неустойчивая кавитация возникает, когда пузырьки пара образуются непосредственно позади передней кромки подводного крыла и распространяются по его профилю вниз, раздуваясь и лопааясь с высокой частотой. В момент разрыва пики давления достигают $13 \cdot 10^6$ кгс/м² (127 МПа). Это явление ведет к кавитационной эрозии металла и создает неустойчивость потока вокруг крыльев, что в свою очередь вызывает резкие изменения подъемной силы и, соответственно, явления, ощущаемые пассажирами СПК.

На большинстве современных пассажирских и боевых КПК установлены докавитационные подводные крылья НАСА, которые обеспечивают равномерное распределение давления по всей длине хорды, что дает наибольшую подъемную силу в пределах их докавитационной скорости. Для того чтобы предотвратить возникновение кавитации, необходимо поддерживать относи-

тельно низкую нагрузку крыла порядка 5300–6200 кгс/м² (52–60 кПа). Но при скорости 40–50 уз опасность возникновения кавитации все же сохраняется. В диапазоне скоростей 45–60 уз необходимо считаться с существованием кавитации по крайней мере в течение короткого периода времени. Но при скорости движения свыше 60 уз приходится применять только специальные суперкавитирующие или вентилируемые профили крыльев. Один из способов борьбы с последствиями, вызываемыми кавитацией, связан с подачей воздуха в зону ее возникновения путем естественного прососа или искусственной подачи воздуха. При другом решении, также не вышедшем еще за рамки исследовательских работ, предполагается предпринимать меры по существенному изменению характеристик потока при возникновении кавитации. Профили, спроектированные для такого режима, называются переходными. Все отмеченные выше исследования ведутся с целью эффективной эксплуатации СПК на высоких скоростях в условиях возникновения кавитации.

Суперкавитирующее крыло имеет острую переднюю кромку, для того чтобы организовать кавитационную каверну вдоль всей засасывающей стороны профиля. Каверна замыкается за задней кромкой крыла, и тем самым разрешаются проблемы его вибрации и эрозии. Кроме того, для уменьшения сопротивления движению крыла можно нагнетать воздух в зону, образующуюся позади его квадратной задней кромки. Этот тип подводного крыла известен также под названием вентилируемого. Он был испытан на скоростном опытном судне „Фреш-1” при скорости до 80 уз в условиях тихой воды. На стреловидном суперкавитирующем крыле возникает кавитационная каверна, которая распространяется сначала по всей поверхности крыла, затем вниз и распадается значительно ниже его задней кромки. Подъемная сила и сопротивление таких подводных крыльев определяются формой лобовой кромки и нижней плоскости.

Исследования различных типов скоростных подводных крыльев не прекращаются и по сей день. Особое внимание уделяется проблемам увеличения подъемной силы в момент отрыва СПК от поверхности воды, управления подъемной силой, перехода от докавитационных к сверхкавитационным скоростям, задаче разработки острых передних кромок крыла, обладающих тем не менее достаточной конструктивной прочностью.

Серьезную проблему при создании суперкавитирующих крыльев представляет прорыв атмосферного воздуха в каверну на крыле, который может происходить либо по стойке, либо

при замыкании каверны на свободную поверхность вследствие волновых возмущений. Прорыв воздуха или, как его называют, вентиляция происходит чаще всего тогда, когда стойки крыльев имеют большой угол атаки, например во время поворотов на высокой скорости. Воздух может проникать также через каналы внутри стоек. Один из методов борьбы с прорывом воздуха заключается в использовании „забора”, т. е. небольших по размерам шайб, огибающих крыло и размещенных через короткие промежутки вдоль всей поверхности верхней и нижней его плоскостей. Шайбы расположены как на гидрокрыльях, так и на стойках и направлены вдоль линий потока, что предотвращает прорыв воздуха к каверне и изменение условий обтекания крыла.

ДВИГАТЕЛИ

подавляющее большинство современных пассажирских СПК оборудованы быстроходными дизелями, которые до сих пор остаются наиболее экономичными и надежными энергетическими установками для малых морских судов. Как уже было отмечено ранее, преимущества судна с дизелем заключаются в его более низкой стоимости, а также в меньших затратах на горючее и обслуживание. Кроме того, для проведения капитального ремонта или починки такого СПК нетрудно найти опытного инженера по дизельным установкам. Принимая во внимание то обстоятельство, что легкий дизель может работать до капитального ремонта от 8 до 12 тыс. ч, стоимость его эксплуатации более чем вдвое ниже расходов на эксплуатацию соответствующей морской газовой турбины. Еще одно важное преимущество заключается в следующем: хотя масса турбины может составлять всего 75—80 % массы дизеля такой же мощности, но с учетом запасов топлива общая масса судна, оснащенного газовой турбиной, будет всего на 7—10 % меньше.

Тем не менее диапазон мощности имеющихся в настоящее время легких дизельных установок ограничивается 4000 л. с. (3000 кВт). Поэтому на более крупных судах становится неизбежным применение газовых турбин. Следует отметить, что использование на крупных СПК более мощных газотурбинных установок дает значительные преимущества. Их производство проще, они имеют малый удельный вес, обеспечивают очень высокий момент вращения на низких скоростях, быстрее разогреваются и набирают ускорение, и, наконец, их можно

установить в различной комбинации, от одной до четырех турбин, с требуемым уровнем мощности от 1000 до 80 000 л. с. (740–60 000 кВт).

Эти газовые турбины, как и те, что применяют на СВП, несколько отличаются от двигателей современных самолетов (турбины для судна РНМ разработаны на основе двигателей TF-39 фирмы „Дженерал электрик“, которые установлены на транспортном самолете С-5А и авиалайнере DC-10 „Триджет“). Эти двигатели работают в комплексе с турбинами, превращающими энергию газа во вращательную механическую энергию. Ротор турбины вращается свободно и независимо от газогенератора и поэтому может обеспечивать регулировку мощности и скорости вращения. Поскольку обычные газовые турбины проектировались без учета возможной эксплуатации в морских условиях, на лопасти турбин пришлось нанести особое покрытие, предохраняющее их от действия соленой воды. С этой же целью детали из магниевого сплава заменены деталями из других металлов.

ТРАНСМИССИИ

Простейшими формами передачи мощности гребному винту можно считать наклонный вал или V-образную передачу. Оба эти вида передач могут быть использованы для малых СПК с пересекающими поверхность воды крыльями и для СПК с малопогруженными подводными крыльями, у которых киль расположен на небольшой высоте над основным уровнем воды. Однако наклон вала не должен превышать $12\text{--}14^\circ$ по отношению к горизонтали, в противном случае возникнет кавитация лопастей винта. Это означает, что типичный по размерам корабль на подводных крыльях может иметь весьма ограниченную высоту просвета между корпусом и поверхностью. Поэтому единственный известный вид механической трансмиссии, который обеспечивает достаточный клиренс СПК в условиях волнения моря, — это двойная угловая зубчатая или Z-образная передача. В силу относительной простоты конструкции все большую популярность завоевывает водометный движитель, но при скоростях движения 35–50 уз он уступает по эффективности гребному винту. Достоинства его заключаются прежде всего в простоте управления, большей надежности и менее сложной в механическом отношении схеме передачи мощности. В примененной на катере „Джетфойл“ фирмы „Боинг“

установке мощность обеспечивается двумя газовыми турбинами „Аллисон”, каждая из которых соединена через редуктор с осевым водометным двигателем. Когда СПК находится в крыльевом режиме, вода в систему поступает через трубчатый водозаборник, расположенный на нижнем конце центральной стойки кормового подводного крыла. В верхней части трубопровода водный поток разделяется на две струи и поступает в осевые насосы двигателей. Затем под высоким давлением вода выбрасывается через сопла, помещенные у основания транца.

Схема движения водяной струи в двигательной системе СПК „Джетфойл” во время движения не в крыльевом, а в водоизмещающем режиме, та же самая. В этом случае поступление воды происходит через напорный водозаборник в киле. Обратный ход и маневрирование в водоизмещающем режиме обеспечиваются с помощью козырьков, которые расположены непосредственно за соплом работающего главного двигателя. Они-то и разворачивают или отклоняют поток. Вероятно, в будущем будет эксплуатироваться очень много СПК с водометными двигателями со скоростью движения в пределах 45–60 уз. Тем не менее в качестве двигателей на скоростях до 80–120 уз водометы значительно уступают в эффективности суперкавитирующим гребным винтам. Но прежде чем будут созданы подобные двигательные комплексы, предстоит решить целый ряд проблем гидродинамического порядка. Несомненно одно: дальнейшие исследования в области судов с динамическими принципами поддержания помогут найти решение этих проблем.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПАРОМЫ, ФРЕГАТЫ И СУДА ДЛЯ ПРОГУЛОК

Для Фредерика Эльбе, мюнхенского экономиста, 16 августа 1974 г. был первым днем его автомобильного путешествия на Британские острова, где он вместе с семьей собирался провести летний отпуск. Он направил свой „Форд” через центр Кале, миновал доки, а затем по дороге, ведущей мимо песчаных дюн, направился с сторону международного порта СВП. Не прошло и нескольких минут, как машина пристроилась около главного входа в здание порта, и он выключил зажигание.

Вдруг, как будто по волшебству, со всех сторон к нему устремились милостивые стюардессы, чиновники в форме, высокопоставленные особы, репортеры и фотографы. С шумом взлетали пробки из-под шампанского, наполнялись и звенели бокалы, непрерывно сверкали вспышки фотокамер. Кто-то поспешил развернуть плакат, который все и объяснил.

„Форд” господина Эльбе стал 500-тысячным автомобилем, перевезенным судами SR.N4 на линии Рамсгейт—Кале, начиная с момента ее открытия в апреле 1969 г. Это было значительным событием по двум причинам. Во-первых, оно ознаменовало дальнейший коммерческий успех компании „Ховерллойд”, во-вторых оно означало, что на долгом пути покорения человеком водной стихии пройден еще один этап.

Сегодня уже никто не считает, что пересекающие Ла-Манш SR.N4 — эти „слоны” среди пассажирских СВП — были созданы преимущественно как аттракцион, с помощью которого привлекали в британские торговые центры любителей однодневных развлекательных путешествий с континента. Повсюду в Европе и туристы, и деловые люди оценили преимущества нового судна, в первую очередь, с точки зрения скорости, стоимости билетов и уровня предоставляемого комфорта. То, что каждый третий путешественник, пересекающий пролив, предпочитает СВП обычным паромам, само по себе является замечательным фактом, с самой лучшей стороны характеризующим деятельность фирмы „Бритиш ховеркрафт корпорейшн”, которая построила суда SR.N4, и двух компаний, эксплуатирующих эти СВП, — „Бритиш рейл ховеркрафт” (известной также, как „Сиспид”) и „Ховерллойд лимитед”.

К марту 1975 г. три СВП, принадлежащие „Ховерллойд лимитед”, и два, эксплуатируемые в „Бритиш рейл сиспид”, совершили в общей сложности 52936 рейсов через пролив, перевезя за это время 6 990 000 пассажиров и 1 058 000 автомобилей. В настоящее время доходы этих двух компаний растут, и поэтому планируется увеличение количества судов. Ежегодно пять СВП перевозят до 30% всего грузопотока в районе Дувра, хотя общий их тоннаж составляет только 3% или меньше общего тоннажа водоизмещающих судов, занятых на паромных перевозках в Ла-Манше.

Пять СВП заняты до 12 ч в сутки каждый, причем в любую погоду и круглый год. Иногда все же ураганные встречные ветры и волны высотой 4 м вынуждают откладывать выход судов в море, но крайне редко перевозки прекращаются на целый день. Компания „Ховерллойд лимитед” достигла 98%-ного уровня стабильности перевозок в течение длительного периода, вклю-

чая пиковые летние месяцы: июль, август и сентябрь, когда каждое из СВП может выполнять до 14 рейсов ежедневно.

Главной помехой нормальной эксплуатации СВП является погода. Но экипажи судов на воздушной подушке опасаются еще одной потенциальной помехи. Ла-Манш считается одной из самых оживленных в мире транспортных артерий, которую в любое время дня и ночи одновременно пересекают не менее 700 различных судов. Для того чтобы исключить любую неприятность, особенно в условиях плохой видимости, каждое судно оборудуется вспомогательными электронными навигационными приборами и радиолокационными станциями (РЛС), помогающими избежать столкновения. В случае возникновения опасной ситуации нагнетатели системы подъема могут быть мгновенно выключены, шаг воздушных винтов изменен на максимальную реверсивную тягу, после чего СВП опустится на корпус и полностью остановится. Тормозной путь при этом составит 175 ярдов (около 160 м).

В рубке управления судна установлены различные приборы и среди них такие, как навигационная РЛС фирмы „Декка”, лаг, основная РЛС „Декка ТМ629” с дисплеем, стандартная РЛС „Декка 202” и доплеровский спидометр. Лаг обеспечивает постоянное получение отметок на движущейся карте, помогая капитану придерживаться наиболее выгодного курса. Он может также использоваться для того, чтобы разводить на встречных курсах, например, такие суда, как SR.N4, скорость сближения которых при спокойной поверхности моря приближается к 150 уз. Две РЛС слежения часто работают в паре. Установив основную РЛС на 10-мильную шкалу, капитан может быть уверен в том, что судно избежит столкновений со всеми крупными препятствиями. В то же время сопряженная система, работающая в диапазоне 3/4 мили (1,4 км), помогает обнаружить не только самые малые суда, но и буи, мели, песчаные банки и волнение моря впереди по курсу. Согласно этой информации капитан может при необходимости принять любые меры для расхождения с препятствием или снизить скорость для обеспечения комфорта пассажиров.

Песчаная банка Гудвин Сэндз, которая когда-то была самой неприятной помехой для навигации в Ла-Манше и на которую наскочили за многие годы сотни судов, не является препятствием для амфибийных СВП SR.N4. Пассажиры могут почувствовать лишь легкий толчок в тот момент, когда СВП совершает переход с водной поверхности на обширную песчаную банку, обнажающуюся только при малой воде. Затем такой же легкий

толчок ощущается, когда судно вновь начинает парить над водной поверхностью.

Компания „Бритиш рейл сиспид” открыла линию через Ла-Манш для перевозок пассажиров и автомашин между городами Дувр и Булонь рейсом своего судна SR.N4 „Принцесса Маргарита”. Это произошло в августе 1968 г. Годом позже, с введением на линию идентичного судна „Принцесса Анна”, уровень перевозок еще более возрос, а в октябре 1970 г. была открыта новая линия между Дувром и Кале. В настоящее время налажено прямое сообщение Лондон—Париж. Весь путь занимает около 6 ч. Скоростные „автопоезда” отходят на Париж прямо от платформы, расположенной в непосредственной близости от Булонского порта СВП. А в Кале пассажиры могут воспользоваться услугами скоростных автобусных маршрутов, связывающих этот порт с городами Остенд, Брюссель и Лилль.

Выдвинуты проекты „удлинения” принадлежащих компании „Сиспид” двух SR.N4 до габаритов MkIII. Каждое судно станет длиннее приблизительно на 15 м, что позволит брать на борт не 254 пассажира, как раньше, а 396 и вместо 30 автомашин — 53. Предполагается довести мощность четырех газовых турбин „Мэрин Протей” до 3800 л. с. Каждый двигатель приводит свой нагнетательно-винтовой комплекс с увеличенным до 6,4 м диаметром воздушного винта. Увеличение мощности позволит обеспечить такие же, как и на более ранних моделях SR.N4, технико-эксплуатационные показатели, несмотря на то, что полная масса судна увеличится со 190 до 265 т.

В свою очередь в процессе эксплуатации SR.N4MkIII будет выявлено немало технических данных, необходимых для разработки СВП „нового поколения” ВН.88. Это судно, имея такую же грузоподъемность, в эксплуатации окажется намного выгоднее своих предшественников. Среди предложений по улучшению его конструкции есть планы установки более экономичных газовых турбин, введение более эффективных движителей и системы подъема, улучшение качества гибкого ограждения, а также разработка корпуса новой формы, что позволит уменьшить гидродинамическое сопротивление. Фирма „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” предполагает, что судно ВН.88 будет иметь скорость движения на 5 уз больше, а расход топлива на 60 % меньше, чем СВП SR.N4. По существу расход топлива на ВН.88 будет составлять порядка 0,9 кг на тонно-милю, что на 15 % меньше, чем у обычных водоизмещающих судов. Эта цифра, разумеется, привлекла внимание всех, кто занимается паромными перевозками пассажиров и автомашин.

Фирма „Ховерлloyd” была образована судоходными компаниями „Суидиш лloyd” и „Суидиш америкэн” для организации паромных перевозок пассажиров и автомашин через Ла-Манш между Рамсгейтом и Кале. В апреле 1969 г. судно SR.N4 начало регулярные рейсы на этой линии. Рейс длится 40 мин. Летом организуется ежедневно до 21 рейса туда и обратно, а зимой — как минимум четыре рейса в день. В мае 1969 г. компания начала обслуживание новых смешанных рейсов „автобус — СВП — автобус” между Лондоном и Парижем. В апреле 1974 г. организован такой же вид перевозок до Брюсселя.

Все три принадлежащие фирме „Ховерлloyd” судна SR.N4 были приведены в соответствие с MkII, что увеличило вместимость СВП с 254 пассажиров и 30 автомашин до 280 пассажиров и 37 автомашин. Подобная модификация осуществлена за счет ликвидации двух внутренних пассажирских салонов на уровне палубы, где вместо этого оборудовали помещение для машин. Пассажировместимость увеличена за счет расширения внешних салонов до кромки бортов. При наибольшей массе 200 т SR.N4MkII намного тяжелее модификации MkI, но конструкторы утверждают, что подобное увеличение массы аппарата минимально отражается на его технико-эксплуатационных показателях.

Успех эксплуатации судов серии SR.N4 частично объясняет решение начать исследование по проблемам СВП в рамках Европейского Экономического Сообщества. Предполагалось изучить возможность создания 2000-тонного судна, способного обеспечить скоростную паромную связь между основными европейскими и средиземноморскими портами. Эта программа, которая являлась в техническом и экономическом смысле совместным проектом всех стран — членов ЕЭС, была временно „отложена на полку” в ожидании всеобъемлющей аттестации СВП в соответствии со стандартами ЕЭС. Интересно отметить, что менее девятнадцати европейских и средиземноморских стран объявили о своем желании участвовать в разработке, постройке и эксплуатации этого крупного судна на воздушной подушке.

Вполне соответствует размерам судна SR.N4 новый французский 240-тонный автомобильно-пассажирский паром „Нэвиплан N 500” фирмы СЕДАМ с наибольшей скоростью 76 уз. На этом судне применена новая компоновка: пассажиры размещены на верхней палубе, а автомобили — на точно такой же по размерам нижней палубе, а не на одной общей, как прежде. Серийная модель рассчитана на 400 пассажиров и 45 машин.

Возможным соперником в классе СВП массой 200–300 т может стать американское судно „Вэнгард” фирмы „Белл”. Проект этого автомобильно-пассажирского парома создается на основе десантно-штурмового катера типа JEFF (B), но гражданское СВП будет вдвое длиннее и шире. Судно сможет перевозить 54 крупных автомашины и 192 пассажира. Автомашины будут размещены на открытой центральной палубе, а пассажирские салоны устроены по правому и левому бортам. Предполагается, что это СВП может быть использовано на линиях в следующих местах: Портленд, Мэйн-Ярмут, Нова Скотия, острова Виктории, Ванкувер в Британской Колумбии и острова Эдварда.

Среди прочих крупнейших пассажирских СВП следует отметить 50-тонное судно MV-PP15 фирмы „Мицуи”. Компания, которая эксплуатирует три СВП, построила эти суда по лицензии фирм „Бритиш ховеркрафт корпорейшн” и HDL. Каждое судно вмещает 155 посадочных мест. Две газовые турбины TF25 фирмы „Авко Лайкоминг” обеспечивают ему скорость движения около 50 уз. С точки зрения внешних форм это судно представляет собой увеличенную модификацию 50-местного СВП MV-PP5 фирмы „Мицуи”. Двенадцать судов этого класса успешно обслуживают различные паромные линии вдоль побережья Японии и на ее внутренних водоемах. Отличительная особенность MV-PP15 и MV-PP5 заключается в двух убирающихся колесах, расположенных на корме. Во время разворотов эти колеса выдвигаются вниз в воду, с тем чтобы предотвратить снос. Они также помогают торможению на высокой скорости. При движении СВП по суше эти колеса улучшают маневренность аппарата и помогают уменьшить износ гибкого ограждения.

В Канаде фирма „Белл” строит два типа СВП: 40-тонное судно „Вояджер” и 17-тонное „Викинг”. Эти массивные транспортные СВП с открытой палубой. Они спроектированы специально для работы в суровых условиях Арктики. Серийная модель „Вояджер” — это амфибийное СВП с двумя двигателями, предназначенное для транспортировки грузов массой до 25 т, со скоростью до 54 уз. Поскольку его грузоподъемность равна грузоподъемности большинства тяжелых транспортных самолетов, занятых на линиях снабжения северных районов, оно может обеспечивать транспортные перевозки людей, оборудования и средств жизнеобеспечения от взлетно-посадочных полос к базовым поселкам. Если же на его плоской палубе разместить дополнительные приспособления, то это СВП может быть использовано в других целях, например в качестве 140-местного автобуса или боевого катера.

Одним из первых воспользовались услугами „Вояджера” подразделение КВП канадской Береговой охраны, которое уже с апреля 1969 г. производит с помощью катеров SR.N5 патрулирование в проливе Джорджия и в районе островов Галф (течение Гольфстрим). Это обширный район площадью около 500 квадратных миль (порядка 130 км²). Подразделение уже выполнило более 400 различных поисковых и спасательных операций, во время которых при чрезвычайных обстоятельствах была оказана помощь около 500 летчикам, морякам и др. Кроме того, КВП Береговой охраны используются для проверки и обслуживания вспомогательных навигационных буев, расследования воздушных происшествий, исследования степени загрязнения водного бассейна, для доставки морских инспекторов на буксиры, для помощи полиции. Они также участвуют в учениях совместно с Королевским канадским ВМФ. проводят по заданию правительства различные исследования. На этих КВП происходит обучение и ознакомление с новой техникой личного состава других соединений ВМФ Канады.

Во время испытаний судну канадской Береговой охраны „Вояджер” нашли совершенно неожиданное применение в качестве ледокола. Эти испытания, проводившиеся в начале 1974 г. были предприняты с целью сравнения ледокольных качеств движущегося самостоятельно „Вояджера” и буксируемой баржи на воздушной подушке АСТ-100.

Вследствии были обоснованы два метода разрушения льда с помощью средств на воздушной подушке: метод высокой скорости и метод низкой скорости. В первом случае момент критической скорости зависит от толщины льда, его сопротивляемости на изгиб и глубины воды. „Вояджер” двигался взад и вперед по льду со скоростью 12–15 уз, оставляя за кормой вздымающиеся волны. Лед ломался на гребне волн. Выяснилось, что „Вояджер” мог безопасно ломать плотный лед толщиной до 40 см. За судном оставались полосы взломанных льдин шириной около 35 м.

Визуальные наблюдения и специальные съемки с помощью камер, помещенных под гибким ограждением, помогли выяснить, что же происходит, когда СВП на небольшой скорости приближается к полосе льда. Как только судно касается кромки льдины, гибкое ограждение приподнимается надо льдом, продолжая тем не менее обеспечивать надежное ограждение воздушной подушки. Вскоре поверхность льдины входит в зону основного воздушного давления, расположенную под судном. В этом месте верхний уровень воды из-за давления в подушке опускается

за пределы нижней кромки льда. Теперь лед снизу ничто не поддерживает, и когда длина такого участка льда достигает критической величины, провисающая часть разламывается и падает вниз в воду. Не прошло и нескольких месяцев, как это открытие было применено на практике. Сотрудники компании „Арктические инженеры и конструкторы” — создатели первого 250-тонного аппарата АСТ-100, продемонстрировавшего ледокольный потенциал СВП, спроектировали систему VIBAC (ледокольное средство на воздушной подушке), которая предназначалась специально для проведения водоизмещающих судов через скованные льдом воды. Как только судно приближается к ледяному полю, в его носовой части укрепляется VIBAC, а обломки льда раздвигаются в стороны особым, похожим на плуг диффлектором, расположенным внизу. Таким образом судно преодолевает ледяные поля.

Так как суда на воздушной подушке, судя по всему, представляют единственную возможность оптимального решения транспортной проблемы в арктических районах, „опытным полем” для СВП скорее всего станут Канада и Аляска. В арктических районах Канады водный транспорт можно использовать только в течение трех летних месяцев, поэтому СВП здесь единственный вид транспорта, способный оказать помощь в быстром освоении этих районов. Дополнительным стимулом для использования СВП, например на Аляске, служит правительственное решение ограничить передвижение обычных средств транспорта только подготовленными трассами. Причина такого решения состоит в следующем. В течение короткого арктического лета неглубокий слой грунта над вечной мерзлотой протаивает и превращается в болото. Многочисленные автомашины и тракторы, пытаясь преодолеть заболоченные участки, покрытые растительностью, могут оставить после себя на долгое время глубокие колеи и борозды, которые нанесут непоправимый ущерб земной поверхности. Существуют опасения, что таким образом может быть нарушен экологический баланс.

Очень хорошо зарекомендовало себя в эксплуатации еще одно СВП — первый серийный автомобильно-пассажирский паром „Нэвиплан N 300”, сконструированный инженерами фирмы СЕДАМ. Это судно приписано к порту Бордо и эксплуатируется на смешанной автомобильно-пассажирской паромной линии между Блэйе и Ламарком в устье Жиронды. В каждый рейс „Нэвиплан N 300” берет на борт четыре автомашины и 38 пассажиров. Он совершает 30 рейсов ежедневно семь дней в неделю и за последние несколько

лет заслужил высокую репутацию благодаря своей надежности.

Пожалуй, из всех СВП самое известное судно – это SR.N6 „Винчестер”, построенное фирмой „Бритиш ховеркрафт корпорейшн”. Различные варианты этой модели начиная с 1967 г. прошли многочисленные испытания, участвовали в показательных рейсах, а также выполняли практические задачи в Африке, Канаде, Дании, Финляндии, Индии, Южной Америке, на Ближнем и Дальнем Востоке. За этот период они отработали около 200 тыс. ч. Пассажирские варианты „Винчестера” и более ранней модели SR.N5 „Варден” эксплуатируются фирмой „Бритиш рейл ховеркрафт лимитед”, агентством гражданской авиации Новой Зеландии, министерством транспорта Канады, фирмами „Ховертревел лимитед”, „Ховерворк лимитед” и „Мицубиси хэви индастриз лимитед”. Немало этих СВП применяется в качестве боевых катеров.

Продолжаются дальнейшие разработки моделей типа „Винчестер”. Примером могут служить СВП SR.N6MkVI, которые обладают большей коммерческой загрузкой, улучшенными технико-эксплуатационными показателями в условиях любой погоды. Их воздушные винты производят намного меньше шума. Новые модели при значительном разнообразии внешних форм отличаются также более мощным двигателем, сдвоенными воздушными винтами, усовершенствованным гибким ограждением и удлиненным (на 3,04 м) корпусом. Шаг винта каждого из двигателей регулируется отдельно, что обеспечивает гораздо лучшее управление курсом СВП как на высоких, так и на низких скоростях движения. На первых моделях предпочтение отдавалось аэродинамическим рулям, причем при малых скоростях использовались управление тягой винтов или вспомогательные воздушоструйные отверстия в системе обеспечения воздушной подушки.

Сам факт принадлежности SR.N6 такой ведущей фирме, как „Ховерворк лимитед”, возможно, сыграл большую роль в завоевании всемирного признания транспорта на воздушной подушке, нежели любое из перечисленных его достоинств. „Ховерворк лимитед” обеспечивает с помощью двух СВП SR.N6 паромную связь между городами Райд и Саутси через Солент, а также выполняет немало чартерных перевозок. Она неоднократно предоставляла свои SR.N6 для киносъемок, обучения экипажей и геолого-минералогических изысканий. Начиная с 1966 г. принадлежащие ей суда, в том числе 5-тонный вариант SR.N6 с открытой палубой и аналогично переоборудованное судно

SR.N5, осуществили многочисленные операции в 14 различных странах почти во всех спектрах климатических условий от арктического холода до экваториальной жары. Эта же фирма обслуживала пассажирскую линию СВП на „Экспо-67” в Монреале и на выставке в Алжире в 1970 г. „Ховертрэвел” и „Ховерворк” — наиболее опытные в мире и коммерчески выгодные предприятия по эксплуатации СВП. В их штате около 50 специалистов, в том числе 12 капитанов и 18 инженеров технического обслуживания.

Еще один хорошо известный СВП — это НМ.2 фирмы „Ховермарин”. К моменту написания этой книги в эксплуатации находилось или строилось по заказам различных компаний порядка 40 судов этой модели. Воздушная подушка судна, оснащенного тремя дизелями, образуется между двумя жесткими скегами и гибкими ограждениями в носу и корме. Скоростной паром, разработанный на основе этой модели, берет на борт 62—65 пассажиров или 5 т груза и развивает скорость до 35 уз. Судно предназначено для выполнения самых разнообразных функций от таможенного и полицейского патрулирования до поисково-спасательных и гидрографических работ. В последнем случае НМ.2 оборудуется навигационной системой „Декка”, автопилотом, эхо-локатором и ЭВМ. Об этой системе отзываются, как о „мечте гидрографа”, поскольку она полностью автоматизирована, что позволяет экипажу всего из четырех человек осуществлять запрограммированную разведку прибрежных и околопортовых районов без участия оператора и на высокой скорости.

Судно движется со скоростью около 35 уз, что почти в три раза больше скорости обычных исследовательских судов. Дополнительное преимущество состоит в малой осадке, составляющей менее 1 м. Это означает, что гидрографы с помощью такого СВП могут исследовать реки, лагуны и эстуарии, где ограничения по осадке могли бы создать слишком опасные условия для работы обычных водоизмещающих судов. Гидрографические исследования на НМ.2 выполняются в автоматическом режиме после закладки в ЭВМ „Омнитрэк” соответствующей перфоленты. Автопилот связан либо с компасом, с помощью которого он автоматически меняет курс, либо с ЭВМ „Омнитрэк”, которая получает через приемник сигналы о местонахождении СВП от основной или исследовательской РЛС в системе „Декка”. Пока судно движется вдоль заданной линии исследования данные о глубинах и его местонахождении записываются на перфоленту, после чего они передаются на берег в виде законченных карт.

Заказы судовладельцев Северной и Центральной Америки на постройку НМ.2 выполняются на заводе фирмы „Ховермарин” в городе Титусвилле (штат Флорида), все остальные заказы — в Великобритании, на верфи в городе Саутгэмптоне. Планируется выпуск более крупных разновидностей СВП НМ.2. Было объявлено о разработке судна НМ.5, рассчитанного на 140–200 пассажиров. На сегодняшний день в эксплуатации находится еще одно гражданское СВП со скегами. Это „Зарница” — СВП советского производства, оснащенное водометным двигателем и рассчитанное на 48–50 пассажиров. Кроме этого, имеются два других СВП, разработанных на базе „Зарницы”, — „Рассвет” и „Орион”. Они берут на борт восемьдесят пассажиров. Первый СВП сконструирован для работы в открытом море, а второй — для эксплуатации как на малых, так и на крупных реках, в устьях, на озерах и водохранилищах.

Сфера применения СВП не ограничивается перевозкой пассажиров и грузов. Сотни более мелких судов используются при обстоятельствах, когда иной вид транспорта невозможен или слишком дорогостоящ. Немало СВП строят и используют исключительно для удовлетворения соблазна двигаться на высокой скорости по суше, воде, болотам, грязи, снегу и льду без опасений потонуть или быть затянутым в трясины.

Практически повсюду в мире, где обнаруживается потребность в водном транспорте, существует потенциальное поле деятельности для разнообразных типов СВП. Спроектированные в Великобритании легкие СВП типа СС-7 фирмы „Кашнкraft”, различные модели судна с надувным корпусом „Скима” фирмы „Пиндэр”, SH-2 фирмы „Силэнд ховерkraft”, АВП „Кроссбау” фирмы „Эйр Берингс” и целый ряд других находят свое признание в тех районах, где существует устойчивый спрос на небольшие скоростные суда-амфибии. Среди тех, кто пользуется услугами судна „Скима 4”, можно назвать миссионеров с озера Чад, компанию по производству алюминия в районе Красного моря, организацию по борьбе с вредителями сельского хозяйства, группу исследователей в области морской биологии, организации по исследованию подводного мира, службу борьбы с наводнениями и службу спасения на воде.

В Австралии, где было построено несколько удачных моделей легких СВП, фирма „Миджинберри стейшн рти лимитед” использует два судна „Скимэр” фирмы „Тейлорkraft” в весьма своеобразных целях. Генеральный директор фирмы Лейт Эндрюс утверждает, что эти трехместные машины со стеклопластиковым корпусом — единственные СВП в мире, которые

предназначаются для того, чтобы сгонять скот. По бездорожью, болотам и грязи они направляют стада буйволов прямо к загонам боен, где производится забой скота и его подготовка к продаже на экспорт. Там же в Австралии, в национальном парке Куронг, администрация использует судно „Скимэр” для борьбы с браконьерами, истребляющими пернатую дичь на 90-мильном озере Куронг, которое соединяется с рекой Мюррей и с морем.

Сотни сверхмалых судов, построенных отдельными любителями для гонок или просто для прогулок, по своим размерам уступают даже „Скимэру” и другим СВП этого класса. Интерес к постройке и эксплуатации таких аппаратов находит поощрение со стороны „Клуба СВП Великобритании”, который обеспечивает конструкторов-любителей необходимой технической информацией и, кроме того, ежегодно организует гонки СВП и другие мероприятия. Хотя этот клуб был основан преимущественно для объединения энтузиастов-англичан, членами его состоят также и многие иностранцы. Клуб информирует их о последних достижениях в области СВП через ежемесячный справочник.

Помимо того, что СВП, построенные любителями, пробуждают повсеместный интерес к судам на воздушной подушке, они нередко дают толчок новым идеям в области двигателей, систем подъемной тяги, управления и конструкции гибкого ограждения. Некоторые из этих идей могут быть использованы для усовершенствования даже крупных СВП. И наоборот, конструкторы крупных судов могут прибегнуть к помощи любителей для испытания уменьшенных узлов на легких гоночных СВП, прежде чем ввести их на крупных судах. Для этой же цели в промышленности повсеместно практикуется использование радиоуправляемых и управляемых человеком действующих моделей.

БОЕВЫЕ КОРАБЛИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Благодаря высоким скоростным показателям, компактности конструкции и малочисленности экипажа СВП находят все большее применение в военно-морском флоте. Для этих небольших амфибийных судов не требуется глубоководных портов, сухих доков и других дорогостоящих сооружений, которые в течение многих лет считались необходимой составной частью мощной военно-морской оборонительной системы. Соединение оснащенных ракетами КВП может без потерь проводить боевые

операции против равного количества обычных боевых кораблей. Затраты же на его содержание составляют всего лишь незначительную долю того, что тратится на водоизмещающие корабли.

Применение таких КВП, как ВН.7 „Веллингтон”, уже привело к разработке абсолютно новой системы береговой обороны, которая полностью обходится без веками применявшейся тактики постоянного патрулирования в открытом море. Действуя в единой системе с радиолокационными станциями раннего обнаружения, они точно так же, как и истребители-перехватчики, по сигналу с командного пункта устремляются на перехват и опознавание судна-нарушителя. Помимо этого, управление операциями КВП может осуществляться с мобильной базы, например с судна-матки, которое производит патрулирование в открытом море. Во время боевого дежурства КВП находятся либо на стоянках на берегу, либо в замаскированных укрытиях среди прибрежных дюн.

В Персидском заливе иранский ВМФ с недавнего времени ввел в действие соединение из восьми КВП SR.N6 „Винчестер” и шести ВН.7. В их обязанности входило обеспечение безопасности маршрутов перевозки нефти, пресечение контрабанды, связь с удаленными полицейскими постами и операции по борьбе с повстанческим движением.

Первыми, кто применил КВП в боевой тактической операции, не считая США, стал иранский императорский флот, который с помощью соединения КВП, состоявшего из нескольких катеров SR.N6 и ВН.7, захватил в 1969 г. три стратегически важных острова в Персидском заливе, что обеспечило контроль Ирана над проливом Хормез. Кроме Ирана еще одна страна на Ближнем Востоке использует катера SR.N6. Это Саудовская Аравия, которая располагает соединением КВП, состоящим из восьми судов, базирующихся в Джидде и Азизии. Береговая охрана и пограничные войска Саудовской Аравии применяют эти катера для борьбы с контрабандой, при поисковых и спасательных операциях, а также для связи.

Эффективность таких катеров, как SR.N6, при их использовании в операциях по борьбе с контрабандой была наглядно продемонстрирована в 1969 г., когда министерство финансов Индии наняло катер SR.N6 для пресечения контрабанды золотом, которая осуществлялась с Аравийского побережья на быстроходных моторных лодках. В течение всего лишь нескольких недель судно перехватило около 300 контрабандистских лодок, в основном в ночное время. Во время одной из таких операций индийские таможенники конфисковали золота на

сумму около 200 000 фунтов стерлингов. Операции оказались столь эффективными, что контрабанда в этом пограничном районе на долгое время приостановилась.

К моменту написания этой книги во всем мире насчитывалось около 70 стран, которые либо уже эксплуатировали СВП, либо заказали их постройку или договаривались об условиях заказа. Причем среди таких судов можно найти любые модели от четырехместных надувных лодок до 4000-тонных транспортных судов.

Крупнейшие американские фирмы в настоящее время упорно работают над промежуточной программой исследований, которая позволит им приступить к постройке намного более крупного, чем все современные КВП, корабля массой 2200 т*. Проектируемый 2200-тонный опытный корабль при необходимости сможет участвовать в боевых операциях. Он будет иметь в 11 раз большее водоизмещение, чем самый крупный из современных КВП — 200-тонный SR.N4. Если эта программа, над которой работают фирмы „Белл эйрспейс” и „Рор индастриз”, будет успешно завершена, первый заказ на головное судно серии поступит до 1980 г.

2200-тонный скеговый корабль на воздушной подушке будет оснащен газовыми турбинами LM-2500 фирмы „Дженерал электрик”, которые обеспечат работу водометных движителей. Предполагается, что наибольшая скорость этого КВП составит 80–100 уз. Одна из причин того, почему ВМС США так энергично стремится быстрее заполучить для испытаний 2200-тонный КВП, заключается в том, что такой корабль обладает минимальными габаритами, приемлемыми для испытаний в океанских условиях. Другими словами, до тех пор, пока не будет готов корабль таких размеров, приступить к проектированию 5000–10 000-тонных кораблей очень затруднительно. В случае, если головной корабль этой серии окажется удачным, ВМС США прежде всего поставят себе целью разработку нового класса боевых КВП массой в пределах 2000–3000 т для использования в качестве эскортных кораблей, посадочных площадок для противолодочных вертолетов и самолетов с вертикальным взлетом, а также в качестве оснащенных ракетами кораблей, предназначенных для борьбы с водоизмещающими кораблями противника.

* По последним данным, масса КВП SES фирмы „Рор” составляет около 3300 т. — *Прим. ред.*

Рассматриваются проекты еще более крупных скеговых КВП массой 6000–10 000 т. Предполагается, что они будут использованы в качестве кораблей морского наблюдения, а также как перевозчики высокоценных грузов. Новый импульс программе исследований ВМС США в области создания КВП придала деятельность адмирала Элмо Замволта, бывшего руководителем оперативного отдела ВМС США, который предугадал, что КВП могут заложить основы первого в мире флота со скоростью движения 100 уз. Адмирал, отдавая предпочтение концепции разработки КВП перед всеми другими теориями, был уверен, что подобные корабли впервые со времен второй мировой войны дадут возможность обеспечить противолодочному кораблю размером с эсминец известные преимущества в скорости перед подводными лодками, которые движутся под водой со средней скоростью 30–35 уз, т. е. приблизительно в три раза быстрее их предшественниц периода 1939–1945 гг.

Была высказана также мысль, что если ВМС США смогут достаточно быстро ввести в действие большое количество кораблей на воздушной подушке, то это вернет им утраченное военно-морское превосходство. Боевые КВП, располагающие ракетами класса „корабль–корабль”, вертолетами или истребителями с вертикальным взлетом типа „Харриер”, имели бы неоспоримые преимущества перед самыми скоростными водоизмещающими кораблями. А если их оснастить системами обнаружения и противолодочным оружием, применяемыми на новейших военно-морских кораблях, то они окажутся идеальным средством борьбы с потенциальной угрозой нападения подводных лодок противника. Помимо высокой скорости КВП имеют минимальный контакт с поверхностью воды, низкий уровень шума и представляют трудную цель для торпедной атаки. В случае использования их в качестве авианосцев благодаря высокой скорости их движения уменьшается относительная скорость сближения самолетов с посадочной площадкой, что упрощает процесс их посадки. Военно-транспортные КВП могли бы пересекать Атлантику за 30 ч с грузом в несколько тысяч тонн.

В конструкторских бюро фирмы „Боинг” в стадии проектирования находится 600-тонный КВП, предназначенный для использования армией США в арктических районах. Цель проекта, осуществляемого в рамках Программы арктических судов на воздушной подушке Агентством расширенных исследовательских проектов министерства обороны США, заключается в раскрытии потенциальных возможностей КВП при их использовании в качестве независящих от погодных условий военно-

транспортных кораблей с высокими технико-эксплуатационными показателями и большим радиусом действия.

В Европе интерес к потенциальным возможностям океанских боевых КВП проявило военно-морское ведомство Франции, которое предприняло серьезное изучение кораблей этого типа. В ближайшее время во Франции планируется создание противолодочного фрегата на воздушной подушке массой 2000—4000 т.

В Великобритании одно из самых новейших боевых КВП — 100-тонный катер VT2 фирмы „Воспер Торникрафт“, ходовые испытания которого начались летом 1975 г. Это первый катер фирмы, являющийся полностью амфибийным, поскольку на нем применены вместо гребных винтов воздушные винты в насадке. Этим VT2 принципиально отличается от своего предшественника VT1.

Специалисты ВМФ многих стран мира не сомневаются, что КВП в ближайшем будущем совершат революцию в военно-морской стратегии. Некоторые из них даже полагают, что к середине 80-х годов нашего столетия сегодняшние боевые корабли станут музейными экспонатами.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ПАРЯЩИЕ СУДА

Несмотря на бесспорный успех в 1953 г. демонстрации судна PT10 „Фреккиа д' Оре“ конструкции фирмы „Супрамар“ на озере Маджиоре, подавляющее большинство судоходных компаний энергично воспротивилось идее введения паромного обслуживания на основе СПК. Фон Шертелю и неутомимому Родригесу понадобилось затратить пять лет на рекламные поездки, лекции и показательные рейсы, чтобы постепенно растопить лед недоверия по отношению к „новоявленному“ судну.

С 1953 по 1957 г. всего лишь пять судов конструкции фирмы „Супрамар“ были привлечены к обслуживанию пассажирских линий. В 1958 г. судостроители после тщательного и углубленного анализа всей концепции судна на подводных крыльях решили принять эту идею. К концу года строились уже около двух десятков СПК. Начиная с этого момента и до сегодняшнего дня продолжается непрерывная постройка судов на

основе системы V-образного подводного крыла конструкции Шертеля—Заксенберга. В настоящее время лицензиями на постройку таких СПК располагают три фирмы: „Хитачи”, „Супрамар пасифик шипбилдинг” и „Воспер торникрофт”. Каждая из них строит не менее шести судов в год.

СКОРОСТЬ И КОМФОРТ

СПК, столь отличные от традиционных водоизмещающих пассажирских паромов, сразу же завоевали успех. Эти высокоскоростные суда с изящными, плавными линиями их алюминиевого корпуса в большей степени соответствовали стремительным темпам реактивного века, чем знакомый каждому речной трамвайчик. Они были намного комфортабельнее своих предшественников и представляли возможности для введения различных усовершенствований в системе обслуживания пассажиров. Перед входом на СПК пассажиров приветствовали и провожали до их мест в салоне элегантные стюардессы. Большинство салонов имело бары, где можно было приобрести легкие закуски и напитки.

Пассажиры, откинувшись в регулируемых, похожих на авиационные креслах, приветствовал капитан судна. Он же знакомил их с деталями предстоящего рейса. Через одну-две минуты СПК отчаливало от причала или пантона и „летело” к месту назначения со скоростью 35 уз, т. е. втрое быстрее любого водоизмещающего судна. Движение СПК было абсолютно ровным, если не считать одного-двух толчков от удара о кильватерную волну проходящих мимо крупных танкеров или о плавающие бревна. Изредка СПК останавливалось и давало задний ход, чтобы освободиться от запутавшихся в подводных крыльях или стойках мусора и обломков. На эту операцию уходили считанные минуты.

Среди огромного числа желающих приобрести билеты на новую „летающую лодку” были и те, кто регулярно пользовался паромными переправами и кто прибегал к их услугам лишь для посещения магазинов, туристы и просто любители новизны во всем, не исключая и способа передвижения. Цены на билеты были вполне умеренными по сравнению с железнодорожными. Кроме того, пассажиры могли купить недельные, месячные или годовые билеты, подобные тем карточкам, которые продаются в парижском метро. Туристским группам, пенсионерам, военным, находящимся в отпуске,

студентам и школьникам билеты продавались со скидкой.

В районах, где расстояние до места следования по воде было меньше, чем путь вдоль берега, СПК, обладающие высокой эксплуатационной скоростью, успешно конкурировали с поездами-экспрессами и автобусами, которым приходилось совершать объезды бухт, заливов, т. е. двигаться извилистым путем. В Норвегии, Италии и Японии пришли к заключению, что на коротких маршрутах СПК могут соперничать даже с самолетами, поскольку расходы на их эксплуатацию незначительны. Вскоре обнаружили и другие преимущества СПК. Например, находясь „на крыле”, СПК абсолютно не подвержено воздействию течений или приливов и отливов. Это означает, что фирма-оператор может уверенно придерживаться назначенного графика рейсов. Еще одним фактором, говорящим в пользу СПК, является то, что такие показатели, как пассажиро-мили в час и общий пробег за сутки благодаря высокой скорости СПК намного лучше по сравнению с водоизмещающими судами. Так как СПК имеет втрое бóльшую скорость, чем водоизмещающее судно, соответственно в три раза выше и его транспортные характеристики. Другими словами, одно СПК может заменить три водоизмещающих судна, имеющих такую же загрузку. Кроме того, СПК потребляют совсем немного топлива. Пассажирскому СПК с гребным винтом для достижения заданной скорости требуется всего половина той мощности, которая необходима водоизмещающему судну. В связи с этим у СПК значительно возросла протяженность маршрутов.

Потребовалось немного времени, чтобы сочетание таких благоприятных факторов, как скорость, популярность СПК среди пассажиров и надежности их в эксплуатации привело к феноменальному росту объема перевозок на новых судах. Из самых первых паромных линий СПК наиболее процветающей стала 25-мильная линия компании „Навека” между Маракаибо и Кабимас в Венесуэле. Поначалу на линии работали два судна РТ20, которые перевозили ежедневно в среднем 1700 пассажиров, т. е. более 600 тыс. в год. Расходы на приобретение компанией обоих судов окупились в течение одного года, и вскоре количество СПК на этом маршруте удвоилось.

Среди европейских маршрутов СПК наибольшей известностью пользуется эксплуатируемая совместно „Ставангер стимшип компани” и „Станднес стимшип компани” линия, соединяющая Ставангер и Берген. Длина маршрута составляет около 100 морских миль. Первое СПК Родригеса РТ50 „Вингтор”

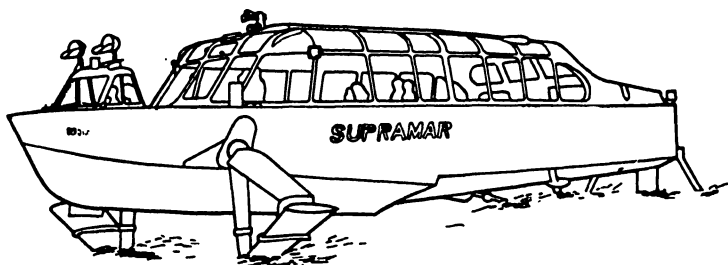
было приобретено в мае 1960 г. Опыт его эксплуатации в течение одного сезона оказался столь успешным, что весной 1961 г. было куплено еще одно такое же СПК PT50 „Слейпнер”. При наличии двух СПК стало возможным обеспечить ежедневно по два рейса в каждом направлении.

Норвежское побережье, изрезанное горами и фьордами, считается одним из самых живописных. Автомобильные дороги в этих местах не лучшего качества, а горы и фьорды препятствуют строительству прямых шоссе или железных дорог между северными и южными городами. СПК позволяют значительно сократить время нахождения в пути. Путешествие из Бергена в Ставангер через Хаугесунн на судне PT50 занимает 3,5 ч. А обычный теплоход затратил бы на этот путь более 10 ч. Сильные западные ветры затрудняют плавание, особенно на участках, примыкающих к Северному морю, но судовладельцы утверждают, что даже при самых неблагоприятных погодных условиях СПК PT50 проявляют свои превосходные мореходные качества.

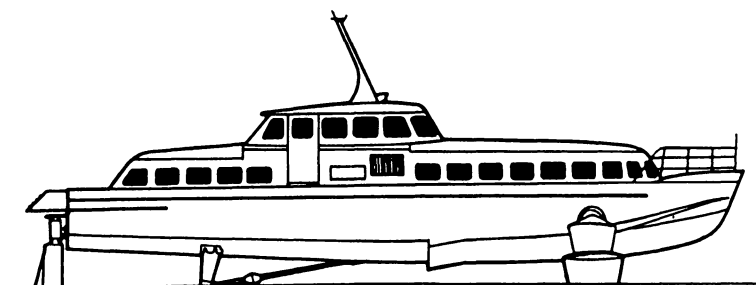
В конце 1961 г. был введен новый „местный” маршрут, связывающий Ставангер с основными поселками в Рифилькефьорде. Обслуживать эту линию стало судно PT50 „Экспрессен”. Благодаря этому фермеры и жители промышленного центра смогли совершать поездки быстрее, чем на автомобиле или по железной дороге.

В начале 60-х годов СПК появились во всех уголках земного шара. Японское министерство транспорта сразу же осознало выгоду, которую сулило применение подобных судов на трассах, связывающих прибрежные города. Для Японии характерна очень большая плотность населения. В течение многих лет жители этой страны стремились селиться вокруг новых поселков и городов, строившихся на побережье. Поскольку скорость водоизмещающего паромов намного меньше скорости наземного транспорта, преимущества СПК сразу же стали очевидными, особенно если учесть, что его эксплуатация не зависит от таких обычных помех, как дорожные пробки. Вскоре фирмы „Хитачи” и „Мицубиси” приступили к постройке СПК. Фирма „Хитачи” сконцентрировала усилия на создании таких СПК конструкции фирмы „Супрамар”, как PT20 и PT50, а „Мицубиси” занялась проектированием 80-местного судна MN30. В Японии в настоящее время имеется по крайней мере восемь фирм, эксплуатирующих СПК. Общее количество СПК, которыми они владеют, приближается к 50.

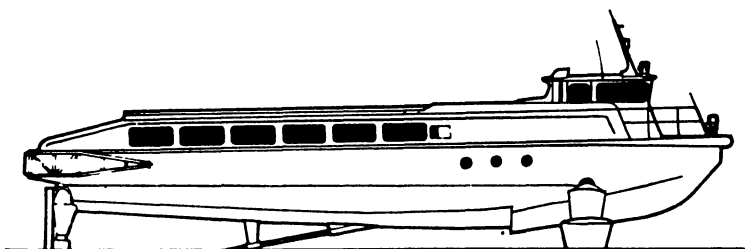
Построенные фирмой „Хитачи” СПК были поставлены не только японским эксплуатирующим компаниям, но и в



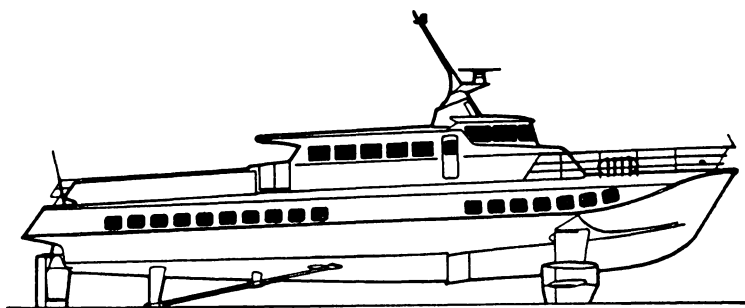
Первое пассажирское СПК PT10 фирмы „Супрамар“, открывшее 16 мая 1953 г. первую в мире паромную линию СПК между Локарно и Ароно на озере Маджиоре



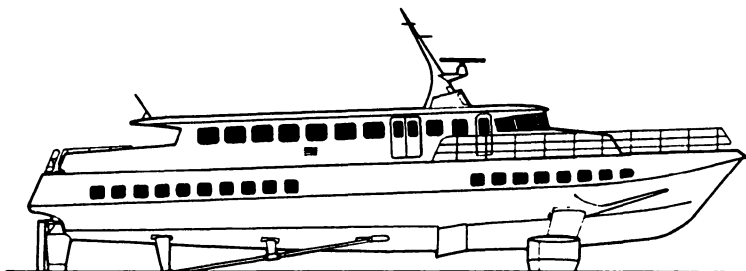
Первая в мире линия СПК между материком и островом была открыта в августе 1956 г. На этой трассе, соединяющей Мессину и Реджо-ди-Калабрик (Италия), работало СПК PT20 фирмы „Супрамар“



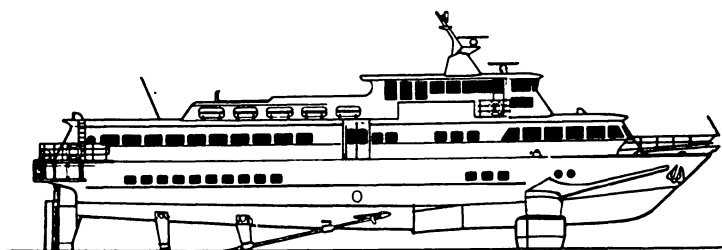
Судно PL20 разработано на базе PT27, первого в мире СПК, предназначенного для обслуживания морских буровых установок. Три PT27, принадлежащие филиалу фирмы „Шелл“, уже более десяти лет работают на озере Маракайбо в Венесуэле



63-тонный пассажирский паром PT50 для морских и межконтинентальных перевозок. Немало таких СПК в настоящее время обслуживают регулярные пассажирские линии во всех уголках Земного шара от Средиземного моря и Балтики до Южной Америки и Внутреннего Японского моря



Скорость 160-местного PT575 MkIII составляет 38,5 уз. СПК оборудовано системой воздушной стабилизации. Первые два судна этого типа уже эксплуатируются на линии между Гонконгом и Макао



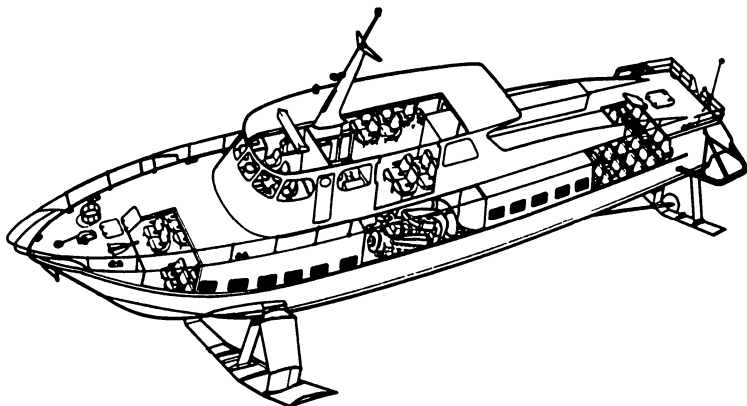
Самым крупным из пассажирских СПК считается 165-тонный PT150 MkIII фирмы „Супрамар“. Три таких 250-местных СПК-парома действуют на линии между Мальме и Копенгагеном

Гонконг, Австралию и на Филиппины. Линия Гонконг — Макао обслуживается судами двух компаний: „Фар ист хайдрофолз ко” и „Гонконг — Макао хайдрофойл ко”. Эти компании владеют самым многочисленным флотом СПК (если не считать Советского Союза) общей численностью 22 судна. Одна из компаний в 1967 г. перевезла 273 тыс. пассажиров, а в 1972 г. — 839 370 пассажиров. На линии работало семь судов, причем уровень их загрузки составил около 71 %. Общее количество пассажиров, перевезенных судами обеих компаний в 1972 г., достигло 1,8 миллиона. Проведенные фирмой „Супрамар” исследования показывают, что при сохранении нынешних темпов и в будущем на этой линии различными судами будет перевозиться ежегодно свыше семи миллионов пассажиров, из которых, как предполагают, более половины воспользуются услугами СПК. Среди судов, работающих на линии Гонконг — Макао либо заказанных для нее, можно встретить СПК, представляющие почти все стадии развития идеи создания судна на подводных крыльях в течение последних 20 лет: PT50, RHS110, RHS140, RHS160, PTS75 и „Джетфойл” фирмы „Боинг”.

Серия судов RHS была создана в результате начавшегося в 1970 г. содружества Родригеса с фирмой „Хэмилтон стэн-дарт дивижн”, входящей в фирму „Юнайтед эркрафт корпорейшн”. Такого рода кооперация привела к появлению целого ряда СПК с V-образным подводным крылом, которые, не отличаясь внешне от ранее построенных Родригесом судов, имеют немало усовершенствований и новых устройств, в том числе разработанную фирмой „Хэмилтон стэн-дарт дивижн” двухкоординатную систему стабилизации. Корпус судна также модифицирован. Система стабилизации, идентичная созданной фирмой „Форд мотор корпорейшн” для десантного катера-амфибии LVNH-2, способствует улучшению остойчивости судна с пересекающими поверхность крыльями и при движении на развитом волнении. При движении судна как на попутной волне, так и вдоль склона волны система обеспечивает дополнительную остойчивость и уменьшение бортовой качки, не допуская ударов волны в корпус, вызывающих вертикальные перегрузки.

Следует упомянуть о двух других линиях, на которых используются СПК. Это паромная переправа Мальмо — Копенгаген, которую обслуживает девять судов, и линия Неаполь — Капри — Ишпа, на которой работают несколько судов Родригеса PT20, PT50 и построенные в СССР „Кометы”. В настоящее

время среди скандинавских СПК наиболее совершенными в техническом отношении являются суда фирмы „Супрамар” PTS150MкIII. Три таких СПК построены на верфи „Вестермоэн”. PTS150 — самое крупное из современных пассажирских морских судов на подводных крыльях. Оно оснащено системой воздушной стабилизации „Шертель—Супрамар”. В его салонах могут разместиться 250 пассажиров. Два морских дизеля MTV мощностью 3400 л. с. (2500 кВт) каждый обеспечивают судну



Внутренний вид построенного на верфи Родригеса фирмой „Супрамар” СПК PTS0/S „Карибе”. Шайбы на подводных крыльях расположены вдоль направления потока, что не позволяет воздуху перетекать вниз и сводит к нулю подъемную силу

эксплуатационную скорость 36,5 уз. При этом PTS150 может без труда двигаться при высоте волны до 3 м.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Среди СПК, находящихся в эксплуатации на Западе, завидный рекорд по безопасности плавания принадлежит судам конструкции фирмы „Супрамар”, которые с 1953 г. выработали более двух миллиардов пассажиро-миль и за это время не имели ни одной катастрофы. Основные требования к любому виду высокоскоростного водного транспорта — это короткий тормозной путь и небольшой радиус поворота. Испытания, проведенные на СПК PT20, показали, что с момента движения на полной скорости (34 уз) до касания корпусом воды проходило всего 6—7 с, а весь тормозной путь составлял лишь 230 футов (порядка

70 м), т. е. примерно втрое превышал длину корпуса судна. На эксплуатационной скорости радиус поворота судна был только в шесть раз больше длины самого СПК. Судно очень быстро реагировало на перекладку руля, что позволяло избежать столкновения с плавающими обломками и другими препятствиями. Технические характеристики судна при торможении и повороте, характерные для РТ20, оказались впоследствии типичными и для других СПК с жестко закрепленным подводным крылом.

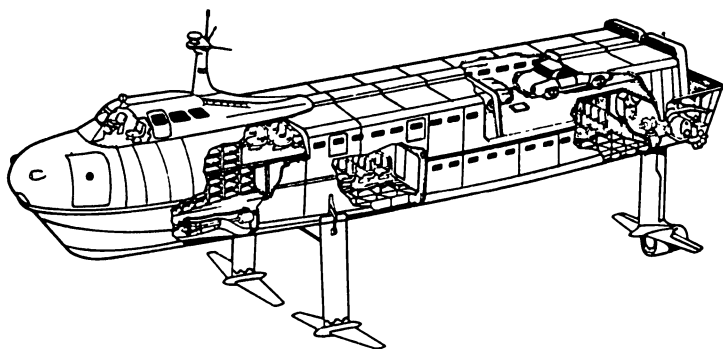
„Столкновения” СПК происходят, как правило, только с полузатопленными обломками, которые невозможно различить из ходовой рубки, так как они скрыты под водой. Если освободиться от запутавшихся обломков (шпал, стропил, стволов деревьев и др.) при заднем ходе все же невозможно, кто-либо из членов команды надевает специальный гидрокостюм, погружается в воду и освобождает крылья от запутавшихся обломков. В сильно загрязненных районах моря и внутренних водоемов среди плавающего мусора и обломков чаще всего встречаются большие пластиковые мешки или куски пленки, которые обвиваются вокруг передней кромки носового подводного крыла, тем самым изменяя профиль крыла и уменьшая подъемную силу.

Эксплуатация СПК показала, что сила удара стальных подводных крыльев вполне достаточна, чтобы разнести в щепы даже крупные деревянные обломки. Однако с целью предотвращения опасных повреждений корпуса в том случае, когда крылья не смогут разрубить или отбросить в сторону особенно крупные обломки или другие предметы, в большинстве проектов СПК предусмотрено наличие между корпусом и плоскостью крыльев специально напряженных участков. Это ведет к тому, что после особо сильного столкновения подводные крылья отламываются, при этом корпус СПК и пассажиры остаются невредимыми.

Эта система, разработанная впервые фирмой „Супрамар”, была опробована на моделях в бассейне исследовательского судостроительного института в Берлине. Напряженные точки или, как их чаще называют, точки среза были расположены на стойках, поддерживающих носовое подводное крыло испытываемой модели. Точки среза были рассчитаны таким образом, что они срабатывали при максимальном горизонтальном замедлении движения корпуса, равном $1g$. Испытания показали, что для отсоединения носового крыла достаточно всего 0,1 с. Для пассажиров, сидящих в креслах, такого рода замедление

движения не представляло никакой опасности. Опыты на моделях показали также, что после столкновения и отделения крыла корпус СПК всегда опускается на воду на ровный киль. У всех пассажирских СПК под пассажирской палубой и помещениями расположены герметичные отсеки, причем некоторые из них заполнены пенообразным пластиком, что делает судно практически непотопляемым.

Для регулярных осмотров подводных крыльев, планового технического обслуживания или замены гребных винтов и



Основные особенности конструкции спроектированного фирмой „Аэроспасиаль” автомобильно-пассажирского паромы типа SA-800. Две газовые турбины „Турбомека ПС” мощностью 1300 л. с. (960 кВт) передают мощность на водометный движитель SOGREAH, установленный в обтекателе под кормовым крылом. В пассажирском варианте это СПК будет перевозить 200 пассажиров. На верхней палубе разместят 116 кресел, на нижней – 84. В смешанном варианте судно способно перевозить 8–10 автомашин на верхней палубе и 84 пассажира в салоне нижней палубы

гребных валов суда на подводных крыльях либо поднимают над поверхностью воды с помощью портовых или плавучих кранов, либо вытягивают на берег лебедками. Для этой цели на корпусе имеются особые упоры. Обычно во время технического обслуживания в доке СПК помещают на специальном металлическом кильблоке, который поддерживает корпус и подводные крылья судна.

СПК в США

Попытки приступить к массовому использованию СПК в США до сих пор практически не имели успеха, хотя в стране имеются

сотни подходящих для этой цели рек, внутренних водоемов и морских прибрежных маршрутов.

Первым СПК, получившим сертификат Береговой охраны США на право пассажирских перевозок, явилось 25-местное судно „Хонолд Альбатрос” с V-образным типом подводных крыльев. Оно было сконструировано Хельмутом Коком. Первоначально для Нью-Йоркской Всемирной выставки было построено 25 таких судов. Позднее фирма „Америкен хайдроfoilз инк” продала их другим эксплуатирующим фирмам. Первая регулярная линия СПК в Нью-Йорке была открыта 15 июля 1963 г. В этот день СПК „Альбатрос” отошло от причалов в Порт-Вашингтоне на Лонг-Айленде и направилось к окрестностям Уолл-стрита на Манхэттене. Среди фирм, в свое время использовавших „Альбатросы”, можно назвать „Юнайтед Стейтс хайдроfoilз” в Майами, „Нью-Йорк хайдроfoilз инк”, „Флорида хайдроfoilз” и „Крилон турз лимитед” в Ла-Пасе в Боливии. Несколько судов типа „Альбатрос” находится в эксплуатации и в настоящее время.

Среди фирм, имеющих какое-либо отношение к судам на подводных крыльях, одной из наиболее известных является „Грумман”. Постоянные неполадки с оригинальной системой Z-образной передачи вынудили эту фирму отказаться от дальнейшей разработки своего, в общем, весьма удачного СПК „Дельфин”, которое было построено на верфи „Блом энд Фосс”. Одно из СПК „Дельфин” в 1969 г. обслуживало пассажирскую линию компании „Бахамас хайдроланз лимитед” между Майами-Бич и Фрипортом на острове Гранд Бахамас. Это судно с командой из пяти человек, имея на борту 50 пассажиров, совершило 87-мильный переход менее чем за два часа. Его эксплуатационная скорость равнялась 48 уз. Благодаря автоматически управляемым глубокопогруженным подводным крыльям судно было способно регулярно совершать рейсы даже при волне высотой 2,4—3 м. Головное судно этой серии было закончено в 1966 г. Его скоростные характеристики оставались непревзойденными среди гражданских СПК вплоть до 1975 г., когда на Гавайях и в Гонконге приступили к эксплуатации судов „Джет-foil” фирмы „Боинг”.

Честь стать первым в мире СПК с глубокопогруженными подводными крыльями принадлежит судну „Атлантик Си Уорлд”. Об этом 28-местном дизельном судне с крылом, оснащенным закрылками системы Савицкого, рассказано во второй главе. Четыре судна этого типа с 1964 г. находятся в постоянной эксплуатации и принадлежат компании „Си уорлд инк” (Мишн

Бей в Сан-Диего). Эта компания, кстати сказать, владеет самым большим в мире океанариумом. СПК перевозят экскурсантов по маршруту длиной около 6 миль со скоростью до 44 уз. Суда типа „Атлантик Си Уорлд” стали первыми из построенных на Западном побережье СПК, которые получили лицензию Береговой охраны США на право пассажирских перевозок.

Среди технически передовых идей конструкторов США в области СПК можно отметить в настоящее время, к сожалению, отвергнутый проект судна „Мэриленд Виктория”. Этот 75-местный оснащенный газовыми турбинами пассажирский паром был спроектирован фирмой „Гиббз энд Кокс” для компании „Нортуест хайдрофойл лайнз инк”. Его постройку осуществила фирма „Мэриленд шипбилдинг энд драйдок ко”. Головное судно этого проекта, имеющее скорость 37—40 уз, первоначально обслуживало линию между Сизтлом и Викторией. Затем оно было передано компании „Интернэйшл хайдролайнз уестерн дивижн” для работы на маршрутной линии, связывающей город Сан-Педро с островом Каталина в Калифорнии. После выхода из строя одной из двух имеющихся на судне газовых турбин LM100 ее ремонт не был осуществлен, что привело к прекращению практического использования этого во всех прочих отношениях удачного проекта СПК.

СПК в СССР

Советский Союз явился одной из стран, где абсолютно не сомневались в потенциальных возможностях судов на подводных крыльях. Первые опыты по созданию СПК привели к „рождению” конструкторской группы, которую возглавлял Главный конструктор проектов судов на подводных крыльях, доктор технических наук Ростислав Евгеньевич Алексеев. Этот творческий коллектив, широко известный ныне как Центральное конструкторское бюро судов на подводных крыльях, специализируется на разработке малопогруженных подводных крыльев для паромных судов на линиях между поселками и городами, расположенными вдоль берегов внутренних морей, озер, рек, каналов и водохранилищ по всей территории СССР от Дуная на Западе до Центральной России и Дальнего Востока.

Р. Е. Алексеев спроектировал и построил СПК „Ракета”, самое первое в СССР многоместное серийное судно. На этом 30-метровом судне с одним гребным винтом установлено

66 легких, похожих на авиационные кресла. Первое судно серии начало испытательные рейсы на Волге между Горьким и Казанью 25 августа 1957 г. В течение первого года эксплуатации СПК „Ракета” перевезло 10 тыс. пассажиров. За 10 лет к головному СПК „Ракета” присоединились десятки других судов этой серии, а также СПК „Метеор”, „Комета” и опытные суда типа „Спутник”, „Вихрь” и „Буревестник”, которые перевезли в 1967 г. три миллиона пассажиров. Сейчас за одну навигацию СПК в СССР перевозят 20 миллионов пассажиров. Полагают, что эта цифра будет с каждым годом возрастать. СПК „Ракета”, на смену которому в настоящее время приходит судно „Восход”, показало себя за время эксплуатации с положительной стороны. Расходы, связанные с его эксплуатацией, исключительно невысоки. Перевозка пассажиров „Ракетой” обходится дешевле, чем обычными пассажирскими паромными или автобусами.

Невысоки эксплуатационные расходы и у 260-местного СПК „Спутник”, которое обслуживает линию Москва — Астрахань. Стоимость его эксплуатации составляет всего 80 % стоимости эксплуатации новейшего пассажирского водоизмещающего судна Объединенного Волжского пароходства. Многие из этих СПК связывают крупные центры с небольшими поселками, не имеющими иных средств связи с населенными пунктами, кроме легких самолетов и вертолетов. В этих районах реки превратились в естественные дороги, а СПК приняли на себя функции поездов и автодорожного транспорта. После прибытия на причал для СПК нередко оставшийся отрезок пути пассажиры преодолевают на волжском речном такси.

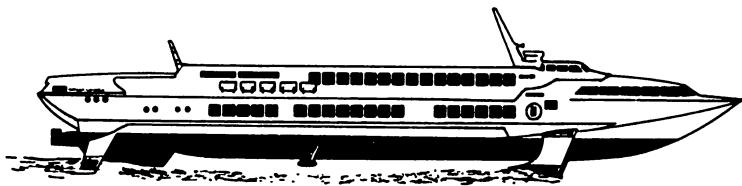
Суда на подводных крыльях доставляют пассажиров к месту назначения быстрее поездов. Например, маршрут длиной 800 км, соединяющий Горький с Казанью, СПК „Ракета” проходит всего за 12 ч, в то время как путь по железной дороге занимает 20 ч. Обычному пассажирскому теплоходу необходимо около трех суток, чтобы пройти расстояние в 900 км, разделяющее Москву и Сормово. А „Метеор”, еще одно СПК конструкции Алексева, покрывает этот путь менее чем за 14 ч.

Помимо сотен СПК конструкции Алексева, работающих на внутренних водных трассах, суда серии „Стрела” с пересекающими поверхность воды подводными крыльями находят применение также в Финском заливе Балтийского моря. Совместно с СПК „Комета” и „Вихрь” они обеспечивают круглогодичное обслуживание линий, связывающих порты Черного моря. Суда серии „Стрела” с точки зрения внешних форм

представляют собой нечто среднее между РТ20 и РТ50. Недавно на линии Ленинград — Таллин начало эксплуатироваться СПК „Тайфун”, первое советское пассажирское СПК с системой глубокопогруженных крыльев.

Ввиду того, что территория СССР изобилует водными бассейнами, флот советских СПК является самым большим в мире. В нем насчитывается 800—900 крупных судов и несколько тысяч водных такси на подводных крыльях „Волга” и малых СПК, которые обеспечивают индивидуальное транспортное обслуживание населения.

Организации, ведающие морским и речным судостроением в СССР, делают упор на дальнейшее развитие технологии постройки СПК. Если эта тенденция сохранится, то, по-видимому, Советский Союз в начале 80-х годов станет самым крупным



„Циклон” — увеличенная копия советского СПК „Комета” в двухпалубном варианте. Это 250-местное судно, оснащенное водометными двигателями, будет развивать скорость 45—50 уз

экспортером таких судов. СПК только одной модели „Комета”, которые представляют собой морской вариант СПК „Метеор”, в настоящее время находятся в эксплуатации на Кубе, в Италии, Иране, Франции, Марокко, Польше, Румынии, Болгарии и Югославии. Причем спрос на эти суда постоянно растет, что стимулирует разработку СПК с системой воздушной стабилизации и улучшенными двигателями.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ДЛЯ ОХРАНЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ПОРЯДКА

„Шелл” была одной из первых нефтяных компаний-гигантов, признавшей тот факт, что водный транспорт вступает в новую эру своего развития. Оценив уровень скорости и комфорта судна РТ20, принадлежащего фирме „Навэка”, отделение „Шелл” в Венесуэле заказало на верфи „Густо” в Голландии три модернизированные модели РТ20 для перевозки нефтяников к

нефтяным скважинам на озере Маракайбо. Эти суда приступили к работе в июле 1961 г. Они действовали с одной центральной базы. Поскольку самые дальние буровые и плавучие установки располагались на расстоянии всего 34 мили, на каждую буровую точку можно было попасть в течение одного часа.

Для увеличения зоны видимости при эксплуатации СПК в тропиках, где вода очень засорена плавающим лесом, машинное отделение и ходовая рубка на СПК РТ20 были перенесены ближе к носу. Особенности тропического климата были учтены также и при разработке морского дизеля типа МВ820 мощностью 1000 л. с. (740 кВт), который был форсирован вдвое с целью улучшения технико-эксплуатационных показателей. За первые 12 мес эксплуатации три СПК отработали в общей сложности 6000 ч и перевезли 95 тыс. пассажиров. Компания „Шелл” утверждает, что в результате ослабления качки по сравнению с той, которую приходилось испытывать на обычных катерах, а также ввиду быстроты доставки утомляемость нефтяников при перевозках заметно снизилась.

Построенные Родригесом суда RHS70 и RHS140 отличались от предыдущей серии наличием открытой грузовой палубы, расположенной позади ходовой рубки, вместо пассажирского салона. Первое СПК серии RHS70 было приобретено итальянской нефтяной корпорацией ЕНИ. В настоящее время оно работает на линиях, связывающих береговые базы с буровыми установками в Адриатическом море.

В 1974 г. фирмы „Боинг” и „Грумман” приступили к производству упрощенных вариантов судов „Джетфойл” и „Супер Флагстафф” с открытыми грузовыми палубами. Эти СПК предназначены для борьбы с пожарами и обеспечения снабжения плавучих нефтебуровых установок в море. Фирма „Боинг” объявила о том, что значительный интерес со стороны потенциальных покупателей был проявлен к моделям „Джетфойл” вместимостью 50 и 100 пассажиров. Эти СПК имеют значительную полезную нагрузку, а радиус их действия позволяет им обеспечивать снабжение нефтебуровых установок, расположенных на расстоянии до 250 миль от берега.

Полиция города Гессен в ФРГ была в числе первых, кто поверил в возможности использования СПК для охраны общественного порядка. Полицейское управление этого города заказало три РТЗ для осуществления патрулирования на Рейне. Полиция пришла к заключению, что ввиду высокой маневренности СПК на больших скоростях эти суда можно использовать даже в районах акваторий, перенасыщенных кораблями, моторными

лодками, парусниками и прочими плавучими средствами. При чем СПК не только не попадали в аварии, но и не создавали кильватерной волны, которая могла бы стать причиной аварийных ситуаций для других судов. В какие бы условия плавания ни попадали на Рейне СПК, и на высокой волне, и под напором мощных приливных течений они продемонстрировали и в режиме на крыльях, и в режиме плавания высокую степень безопасности движения и эффективности использования. Служащие полиции убедились, что СПК безаварийно могут причаливать к движущимся судам, даже к крупным рейнским баржам, идущим в кильватерной волне от движущегося впереди буксира. Еще одним достоинством СПК явилось то, что в крыльевом режиме они легко настигали в узкостях фарватера любое другое судно, не опасаясь при этом кильватерной волны, и приближались к нему на расстояние 1–3 м.

БОЕВЫЕ КПК

Несмотря на то, что проектирование и строительство довольно крупных боевых КПК водоизмещением до 80 т и скоростью до 50 уз началось около 30 лет тому назад, только в середине 70-х годов в странах — участницах НАТО осознали преимущества катеров на подводных крыльях над обычными водоизмещающими при выполнении целого ряда важных задач. Многие факторы, в том числе ограниченность капиталовложений, инфляция и нехватка квалифицированных кадров, predeterminedелили военноморскую политику большинства стран и вынудили их отдать предпочтение принципу „больше по количеству и меньше по размерам”. С точки зрения стоимости и эффективности морской многоцелевой КПК, имеющий скорость 50 уз, представляет собой положительный пример осуществления на практике этого принципа. Стоимость постройки КПК намного меньше, чем эсминца или фрегата, на смену которых он приходит. Помимо того, что КПК значительно превышают скорость обычных кораблей, в штормовую погоду у этих катеров потеря скорости весьма незначительна. Можно отметить и другие преимущества КПК: большую маневренность, более простые требования по обслуживанию и содержанию материальной части, чем у соответствующих водоизмещающих кораблей, сокращение обязанностей экипажа. Даже небольшой 60-тонный КПК, вооруженный ракетами класса „корабль—корабль”, может легко выйти победителем в поединке с гораздо большим по размерам

водоизмещающим кораблем. А убирающиеся подводные крылья позволяют КПК в отличие от более крупных кораблей действовать независимо от наличия глубоководных якорных стоянок.

Уровень комфорта для экипажа на этих мини- и супер-КПК будущего должен достичь наивысшей точки. На более крупных и технически более совершенных КПК морская болезнь во время шторма практически исчезнет. Конструкторы катеров успешно завершили с использованием ЭВМ проектирование систем управления движением на подводных крыльях. Расчеты показывают, что вертикальные и горизонтальные перегрузки на проектируемых КПК будут даже меньше тех, которые испытывают пассажиры небольшого реактивного авиалайнера. Разумеется, реакция на вертикальные перегрузки у разных людей неодинакова, но в целом неприятные ощущения возникают, начиная с довольно низкого уровня перегрузок. На обычных патрульных катерах были зарегистрированы перегрузки в 10 g; но команда не смогла выдерживать такое состояние в течение длительного периода времени. Обобщая наблюдения, можно отметить, что человек переносит безболезненно перегрузки порядка 0,01 g. При 0,1 g он уже испытывает определенные неприятные ощущения, а перегрузки в 1 g он вообще не может переносить сколь угодно длительный период времени. Как полагают специалисты фирмы „Боинг”, при эксплуатации судна РНМ в Средиземном море команда будет испытывать вертикальные перегрузки ниже 0,1 g при скорости 45 уз в течение 95 % времени плавания, а на Балтике этот показатель достигнет 90 %. Предполагают, что углы килевой и бортовой качки при этом не превысят 2°.

Среди организаций, которые решили приобрести 230-тонный КПК НАТО/РНМ фирмы „Боинг”, можно назвать военно-морские силы США, флот ФРГ и итальянский ВМФ. Летом 1975 г. ВМС США было поставлено первое судно класса РНМ-1 „Пегас”, ракетный КПК, вооруженный ракетами „Гарпун” или „Экзосе”. ВМС США планируют заказать 24 катера этого типа. ФРГ планирует приобрести 10 катеров, итальянский ВМФ — один катер, а остальные четыре—шесть судов построить сами. За этой программой внимательно следят другие страны — члены НАТО: Канада, Норвегия, Дания, Голландия, Франция, а также Великобритания. К этому списку можно добавить Швецию, Японию и Австралию. В Италии завершены испытания малого ракетного КПК „Суордфиш” фирмы „Алинави”, проект которого был разработан на базе КПК „Тукумкари” фирмы „Боинг”. ВМФ Италии планирует заказать еще три таких КПК.

Промышленность западных стран разрабатывает и строит разнообразные по назначению типы боевых КПК. Например, фирма „Де Хэвиленд Канада” осуществила постройку морского патрульного катера DHC-MP-100 многоцелевого назначения водоизмещением 104 т и наибольшей скоростью 50 уз. Фирма „Грумман” разработала проект нового КПК „Супер Флэгстафф”. Этот КПК был задуман как скоростной патрульный или ракетный катер, но он может быть переоборудован и для выполнения некоторых других задач, в том числе для поиска и преследования подводных лодок противника, а также для быстрой транспортировки военных грузов.

Управление военно-морских систем ВМС США рассматривает проекты еще более крупных и скоростных кораблей на подводных крыльях. Один из проектов представляет собой КПК — эсминец сопровождения. Это судно сможет действовать в океане. Предполагаемое водоизмещение его 1100—1300 т, наибольшая скорость 50 уз. Возможны различные варианты этого КПК в зависимости от назначения. В том числе КПК противолодочной обороны может быть оснащен вертолетами или многоцелевой платформой для различных видов вооружения. В разработке этого проекта участвует и фирма „Боинг”. Специалисты конструкторского бюро этой фирмы, ответственной за разработку КПК-эминца, полагают, что даже при отсутствии каких-либо принципиально новых исследований постройка такого КПК в настоящий момент вполне реальна.

Основной боевой КПК Китая — „Ху Гуан” („Белый лебедь”). Это тоже торпедный катер. Начиная с 1966 г. производство этих КПК освоено на верфи „Хутанг” в Шанхае. Более 60 таких КПК находятся на службе в ВМФ Китайской Народной Республики. Еще двенадцать катеров действуют на Адриатическом море в составе ВМФ Албании. Четыре катера были поставлены в 1973 г. Пакистану.

По мнению барона Ганса фон Шертеля, спроектировавшего и построившего первый в мире боевой КПК, западные страны опоздали с признанием преимуществ КПК, поскольку многие считали КПК приспособленными для выполнения только особых задач и, кроме того, нуждающимся в высококвалифицированном обслуживающем персонале. В результате этого было решено, что использование КПК сопряжено со значительными затратами, не говоря уже о большом техническом риске. Но если сравнить эксплуатационные расходы и стоимость обслуживания современного водоизмещающего скоростного патрульного катера и

подобного ему боевого КПК, то станет очевидным, что и там и тут задачи, которые необходимо решить для создания подобных катеров, сходны между собой.

Специалисты конструкторского бюро фирмы „Супрамар” отмечают, что если в распоряжение конструкторов КПК поступят чертежи проектируемых скоростных водоизмещающих патрульных катеров, это позволит инженерам и дизайнерам, применив уже опробованные узлы, создать вариант такого же скоростного патрульного катера, но уже на подводных крыльях. Проект такого КПК отвечал бы всем требованиям, предъявляемым к обычному патрульному катеру, но при этом КПК имел бы преимущества действия с высокой скоростью, большей дальности хода и лучших мореходных качеств. Причем всех этих преимуществ можно было бы добиться, не внося существенных изменений в первоначальный проект обычного патрульного судна.

Ожидается, что в будущем СПК будут использоваться во многих различных ролях: от десантных кораблей и эсминцев до эскортных кораблей. При сравнении КПК с обычными водоизмещающими кораблями такого же размера можно видеть, что КПК демонстрируют такие тактико-технические показатели, которых прежде не знала история военного кораблестроения.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ТЯЖЕЛОВЕСНЫЕ АППАРАТЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Инженеры-машиностроители одними из первых пришли к такой мысли: если с обычного СВП снять ходовую рубку и движитель, то он может быть превращен в средство транспортировки тяжелых грузов по болотам и участкам поверхности, непроходимым для обычного колесного транспорта. Колесные средства транспорта, если они не приспособлены для работы на трудно проходимых участках поверхности, в большой степени зависят от давления колес на поверхность, по которой они движутся. В результате движения колеса вязнут, погружаются в грунт. Кроме того, колеса не могут преодолевать препятствия, высота которых превышает треть радиуса колеса. Идея создания средства на воздушной подушке возникла многие годы тому назад, но

только в 1969 г. некоторые машиностроительные фирмы смогли выделить достаточные ресурсы для проектирования и постройки первого транспортного средства на воздушной подушке.

Первой приступила к разработке нового типа транспортного средства фирма „Эр кашн икуипмент лимитед“, одна из немногих, специализирующихся на использовании систем воздушной подушки в промышленности и медицине. Глава фирмы Лесли А. Хопкинс был сотрудником технической группы, возглавляемой Кристофером Кокереллом в фирме „Ховеркрафт дивелопмент лимитед“ в местечке Хит в Саутгемптоне. Там он специализировался в области промышленного применения воздушной подушки. В апреле 1968 г. он покинул своих коллег по технической группе и основал фирму „Эр кашн икуипмент лимитед“, с помощью которой планировал осуществить проекты различных промышленных установок, начиная с трейлеров и платформ на воздушной подушке и кончая промышленными гибкими ограждениями воздушной подушки.

В начале 1969 г. 7-тонный аппарат — прототип АСЕ7 доказал на испытаниях, что он может быть использован в качестве трейлера на воздушной подушке. Высота над поверхностью составила 25–30 см, давление на почти любом виде поверхности равнялось 440 кг/м^2 (4,3 кПа). Кроме того, испытания АСЕ7 показали, что аппарат может преодолевать участки культивируемой почвы, не повреждая особо ценный верхний слой. Аппарат двигался над лугами, даже не приминая цветов, его движению не мешали ни влажная почва, ни даже торфяные болота в районе Нью-Форест. Тяговое усилие при полной загрузке составило всего порядка 250 кгс (2,45 кН). Выяснилось, что на ровной поверхности этот трейлер могут легко толкать вперед всего два человека.

Позднее в разных условиях были испытаны различные варианты буксирующих транспортных средств, начиная с гусеничных аппаратов с уменьшенным давлением, типа используемых в Арктике, и кончая старыми образцами сельскохозяйственных тракторов. В программу входило испытание транспортных средств на разных видах поверхности: уклонах, каналах, кочках, твердом и вязком грунте, бетонных ступеньках, берегах реки, поросших травой высотой 75–80 см. Все эти препятствия АСЕ7 преодолел без всяких затруднений. Хотя тракторы, участвовавшие в испытаниях, не были рассчитаны на буксировку таких тяжелых грузов, тем не менее они не буксовали, а их колеса не оставили серьезных повреждений почвы.

Стандартный трейлер на воздушной подушке опирается на жесткую четырехугольную стальную платформу с приваренной

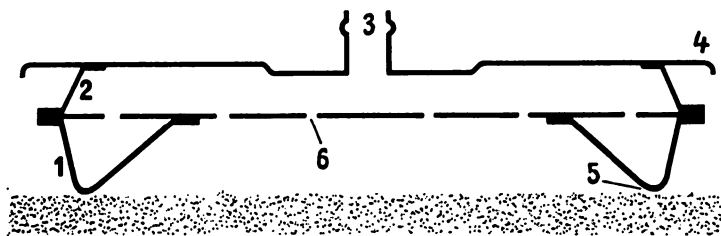
крепкой вспомогательной рамой, к которой крепится гибкое ограждение сегментного типа. Трейлер парит на воздушной подушке с рабочим давлением в каждой секции, равным одному фунту на квадратный дюйм (650 кгс/м^2 или $6,4 \text{ кПа}$). Подъемная тяга обеспечивается центробежным нагнетателем, работающим от бензиновой или дизельной энергетической установки, помещенной в корме трейлера. В задней части трейлера на подвижных стойках установлены специальные колеса, предназначенные для управления трейлером при движении назад и боковых наклонах. Фирма располагает возможностями для постройки трейлеров на воздушной подушке грузоподъемностью до 100 т, причем все они сконструированы таким образом, что могут быть состыкованы вместе борт к борту. Это дает возможность транспортировать на них крупногабаритные грузы с высокорасположенным центром тяжести.

В 1970 г. в результате расширения фирмы „Эр кашн икупмент лимитед” в Великобритании и за ее пределами были образованы новые фирмы, приступившие к проектированию, производству и реализации промышленных установок на воздушной подушке. Одна из таких фирм была названа „Ховертрейлерз интернэшнл лимитед” (в настоящее время она именуется VBM „Ховер системз лимитед”). Она была организована как родственное предприятие фирм ACE и „Юнайтед билдерз мерчантс лимитед”. С тех пор было спроектировано и построено множество различных трейлеров на воздушной подушке, которые используются в различных частях земного шара в самых разнообразных отраслях: в машиностроении, при прокладке нефте- и газопроводов, укладке кабеля, в лесном хозяйстве, геологоразведке, сельском хозяйстве, при мелиоративных работах.

Фирма ACE в содружестве с „Ховертрейлерз” спроектировала и построила по заказу авиакомпании „Бритиш эруейз” систему для подъема потерпевших аварию самолетов. Это устройство было впервые испытано в марте 1970 г. Система состоит из нескольких платформ на воздушной подушке. Их можно перевозить на обычном стандартном транспортном самолете „Боинг 707”. Преимущество этой системы заключается в том, что восстановление потерпевшего аварию самолета можно производить в короткие сроки независимо от состояния грунта под его фюзеляжем. Она пригодна для реактивных лайнеров любого размера, в том числе и для самолетов „Боинг 747” и „Конкорд”.

Фирма ACE сотрудничает также с крупной фирмой „Глобал марин”. Эта фирма со штаб-квартирой в Лос-Анджелесе

работает по контрактам, связанным с бурением нефтяных и газовых скважин. АСЕ и „Глобал марин” работают над совместным проектом плавучей нефтебуровой установки на воздушной подушке для использования в арктических районах Канады и на Аляске. Один из первых практических результатов этого сотрудничества – установка АСТ-100 грузоподъемностью 100 т (общей массой 264 т). Это амфибийное транспортное средство было построено в городе Эдмонтоне в провинции Альберта в 1971 г. Пять месяцев суровых испытаний в условиях арктической зимы на Большом Невольничьем озере в местечке Йелоунайф



Круглое ложе на воздушной подушке конструкции Бертина для перемещения промышленных материалов и оборудования. Количество отдельных устройств такого типа, из которых состоит платформа на воздушной подушке, диктуется назначением, массой и общими свойствами груза. Платформа должна состоять по меньшей мере из трех таких устройств, в противном случае невозможно обеспечить достаточную остойчивость. Подушки крепятся к шасси с помощью пружинных зажимов. Воздух в ложе может поступать из любой промышленной компрессорной установки

1 – гибкая полость; 2 – крепление; 3 – воздухозаборник; 4 – рама;
5 – клиренс; 6 – сопло для подачи воздуха в подушку

на северо-западе Канады закончились успешно. Платформа выдержала эксплуатацию при температуре ниже -50° по Фаренгейту (-45°C).

С ноября 1972 г. по июль 1973 г. министерство транспорта Канады использовало АСТ-100 для изучения возможности эксплуатации паромов на воздушной подушке на реке Макензи. После этого АСТ-100 осуществляло перевозку грузов массой 100 т по льду и открытой воде к искусственному острову, построенному фирмой „Империэл ойл Ко” в море Бофорта. По отзывам работавших на установке специалистов, АСТ-100 показало себя в эксплуатации очень устойчивым и маневренным как во время движения по ровной или наклонной поверхности суши, так и при преодолении водного пространства и ледяных полей с различной толщиной льда.

Успешная эксплуатация АСТ-100 воодушевила конструкторов на создание проекта полностью автономной арктической буровой системы на воздушной подушке APS общей массой 3840 т, 6000-тонной арктической системы для укладки труб AMPS и ледокольной установки на воздушной подушке для использования на обычных судах, плавающих в скованных льдом морях.

Вопросами сбыта и эксплуатации продукции фирм ACE и „Глобал марин” занимается компания „Арктик индженирс энд констракторс”, являющаяся объединением фирм „Глобал марин” и „Реймонд интернэшнл” (Нью-Йорк).

Кроме того, ACE сотрудничает с фирмой „Макли-эйс лимитед”, специализирующейся на проектировании и постройке платформ на воздушной подушке и частично участвовавшей в постройке первой в мире землечерпалки на воздушной подушке.

В течение 1974 г. фирма „Макли-эйс лимитед” завершила постройку транспортной установки на воздушной подушке грузоподъемностью 250 т в Абу-Даби для работы в Персидском заливе. Установка применяется для транспортировки готовых блоков завода по производству сжиженного натурального газа от места изготовления к строительной площадке на острове Дас на расстоянии 110 миль (250 км).

В настоящее время с использованием промышленных установок на воздушной подушке фирмы ACE многие компании по лицензиям осуществляют транспортировку емкостей для хранения нефти. Одна из них „Миерз констракшн лимитед” владеет правом на проведение подобных работ в Великобритании, Западной Европе и некоторых районах Ближнего Востока. Среди контрактов, заключенных фирмой в 1975 г., можно выделить операцию по передвижке 700-тонной емкости для нефтепродуктов, выполненную по заданию французского отделения компании „Шелл” на принадлежащем ей нефтеперегонном заводе в городе Пойак около Бордо. Это была самая крупная емкость, когда-либо перемещенная с помощью воздушной подушки.

В области промышленного применения воздушной подушки работают и советские специалисты, создавшие различные варианты платформ на воздушной подушке и целое семейство трейлеров на воздушной подушке.

Еще более необычно, чем сами трейлеры и платформы на воздушной подушке, зачастую выглядят их „буксиры”. Например, в Польше один сельскохозяйственный трейлер на воздушной по-

душке передвигается с помощью лошади либо толкающих его вперед рабочих. Национальный исследовательский совет Канады во время проведения экспериментальных работ на Крайнем Севере Канады использовал в качестве „буксира” для 15-тонной установки „Ховер-Джек” HJ-15 вертолет S55 фирмы „Сикорский”. Как утверждают специалисты исследовательского совета, который заинтересован также в том, чтобы свести к минимуму вред, причиняемый тундре, с помощью вертолета можно увеличить период активной работы в условиях Крайнего Севера с трех месяцев до десяти. Вертолет S-55 способен буксировать трейлер на воздушной подушке с полной загрузкой со скоростью до 20 миль в час (30 км/ч).

Любое исследование, касающееся промышленного применения воздушной подушки, будет неполным, если не упомянуть о средствах CEGB, спроектированных и построенных вначале фирмой „Викерс лимитед”, а позднее и „Бритиш ховеркрафт корпорейшн”. В наше время масса крупных трансформаторов для подстанций возросла до 300–500 т. В целом ряде случаев Британская центральная служба электрификации была вынуждена пойти на значительные расходы по укреплению и перестройке мостов, по которым должны были транспортироваться трансформаторы в случае отсутствия возможности выбора другого маршрута. Если же под центральной частью обычного транспортного средства была бы воздушная подушка, то значительная часть массы груза равномерно распределялась бы по площади, занимаемой подушкой. Путем замены концентрированных нагрузок, которые производят на поверхность дороги колеса, равномерно распределяемым по значительной площади давлением сжатого воздуха можно уменьшить пиковые нагрузки на полотно дороги или мостовые сооружения. В то же время воздушная подушка позволяет намного увеличить массу транспортируемых грузов. Экономия за счет отсутствия надобности в перестройке мостов по подсчетам Центральной службы электрификации может превысить 1 500 000 фунтов стерлингов. Прибавьте к этому, что водители автомашин не испытывают в связи с реконструкцией мостов обычных в этих случаях неудобств.

Фирма ACE разрабатывает систему, предназначенную для транспортировки на 14-осном трейлере 350-тонного трансформатора. В этой системе воздушная подушка, которую обеспечивают две небольшие газовые турбины, позволяет уменьшить давление на оси на 125 т и тем самым значительно снизить нагрузки на

поверхность моста. Оборудование этого типа уже применяли на сотнях различных мостов. В некоторых случаях во время транспортировки тяжелых грузов эту систему использовали для преодоления только одного моста, но был случай, когда к помощи воздушной подушки прибегали двадцать семь раз.

Совсем иные размеры и внешние очертания по сравнению с трейлерами, применяемыми для транспортировки гигантских трансформаторов, имеют компактные устройства ложа на воздушной подушке, все чаще используемые в различных странах для установки на место крупных частей генераторов на электростанциях. Воздухонадувные сопла такого ложа расположены по кругу в определенном порядке; в основании вокруг сопл укреплена гибкая диафрагма. Сжатый воздух, поступающий из обычного заводского воздухопровода либо из передвижного компрессора, надувает диафрагму, вырываясь сквозь маленькие отверстия в пространство под ложем. Тонкий слой воздуха между мембраной и полом образует воздушную пленку, по которой груз, не испытывая трения с поверхностью пола, как бы „плывет”. Такие установки позволяют перемещать грузы в любом горизонтальном направлении с помощью усилия, равного всего 1/1000 массы груза.

Можно перечислить сотни примеров использования устройств воздушной опоры в различных отраслях промышленности, начиная с конвейерных линий по сборке тракторов до механизмов поворота фюзеляжа самолета „Джамбо” типа „Боинг 747” во время предполетных испытаний и калибровки компаса. В Гонолулу компания „Ролэр системз инк” нашла для воздушной подушки весьма оригинальное применение в системе, изменяющей положение трибун нового стадиона на 28 тысяч мест. Стадион состоит из четырех секторов с трибунами на 7000 мест каждый. Система опоры на воздушной подушке в данном случае используется для поворота каждого сектора по дуге на 45 %, что позволяет обеспечить идеальные условия для зрителей во время футбольных и бейсбольных или баскетбольных состязаний, а также во время эстрадных выступлений.

Медицина тоже выиграла благодаря открытию принципа воздушной подушки. Одна из главных разработок аппарата на воздушной подушке для медицинских нужд принадлежит фирме „Ховеркрафт дивелопмент лимитед”, которая первой спроектировала кровать на воздушной подушке для больных, получивших сильные ожоги. После того как пациента помещают на кровать, два ряда небольших карманов, подобных тем, из которых состоит гибкая сегментированная полость на больших

судах на воздушной подушке, образуют завесу по краям человеческого тела, а затем опадают в сторону. Тело целиком покоится на воздушной подушке, а голова, как правило, поддерживается обычной подушкой. Воздушная завеса автоматически изменяет свои очертания в зависимости от размеров тела пациента и следует за любым его движением в пределах ложа. Компрессор и прочее оборудование установки размещены на четырехколесной тележке за пределами палаты. Несколько таких аппаратов уже установлено в больницах Великобритании.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

САМОЛЕТ С ШАССИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

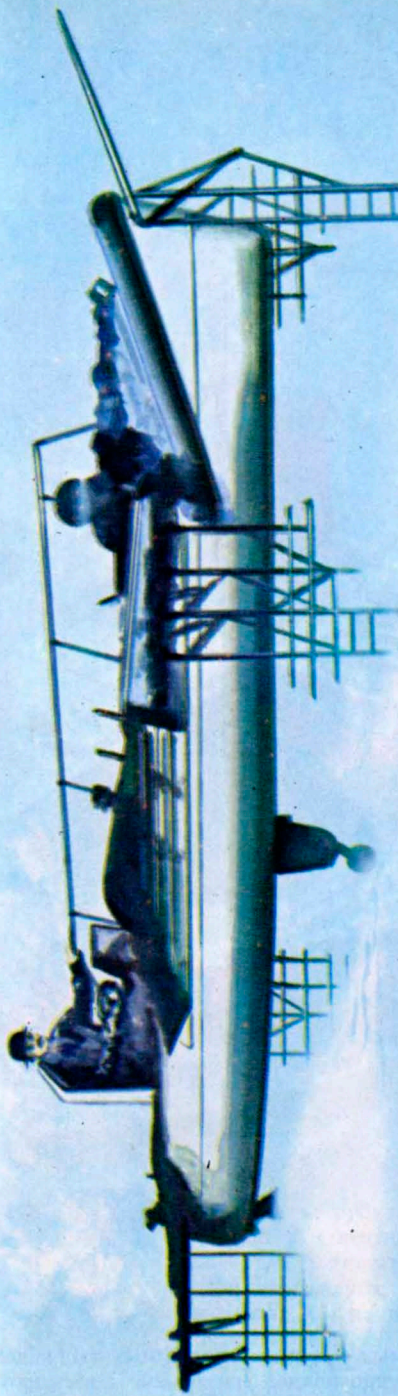
Сравнивая размеры, форму и назначение гигантского американского самолета „Спэнлоудер” фирмы „Локхид” и миниатюрного австралийского „Джиндивика”, трудно найти между ними что-то общее. „Спэнлоудер” — это один из представителей нового поколения тяжелых транспортных самолетов. Предполагается, что он сможет перевезти груз массой более 250 т без промежуточных посадок из США на Ближний Восток. В отличие от самолета-гиганта размах крыльев „Джиндивика” около 6,5 м. Этот радиоуправляемый самолет является мишенью для различных видов оружия. Его грузоподъемность составляет всего около 1,6 т. Однако если присмотреться к обоим самолетам внимательней, то окажется, что „Спэнлоудер” и последняя модель „Джиндивика” имеют одну основную общую черту: они оборудованы системой шасси на воздушной подушке (ACLS).

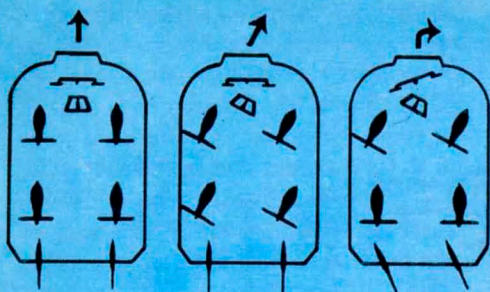
В прошлом шасси самолетов выполнялись на основе колес, лыж или поплавков. Иногда это было сочетание монокорпуса и колес. Но еще не существовало аппарата, который совмещал бы в себе функциональные возможности сразу всех систем. С применением шасси на воздушной подушке (ШВП) сводятся к минимуму требования к взлетно-посадочной полосе и самолет может взлетать и производить посадку практически на любую ровную неподготовленную поверхность, в том числе на поле, воду, снег, лед, болото, песок или размокший, покрытый грязью грунт. Благодаря этой системе можно также совершать взлеты и посадки при сильном боковом ветре.

ВПЕРВЫЕ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ

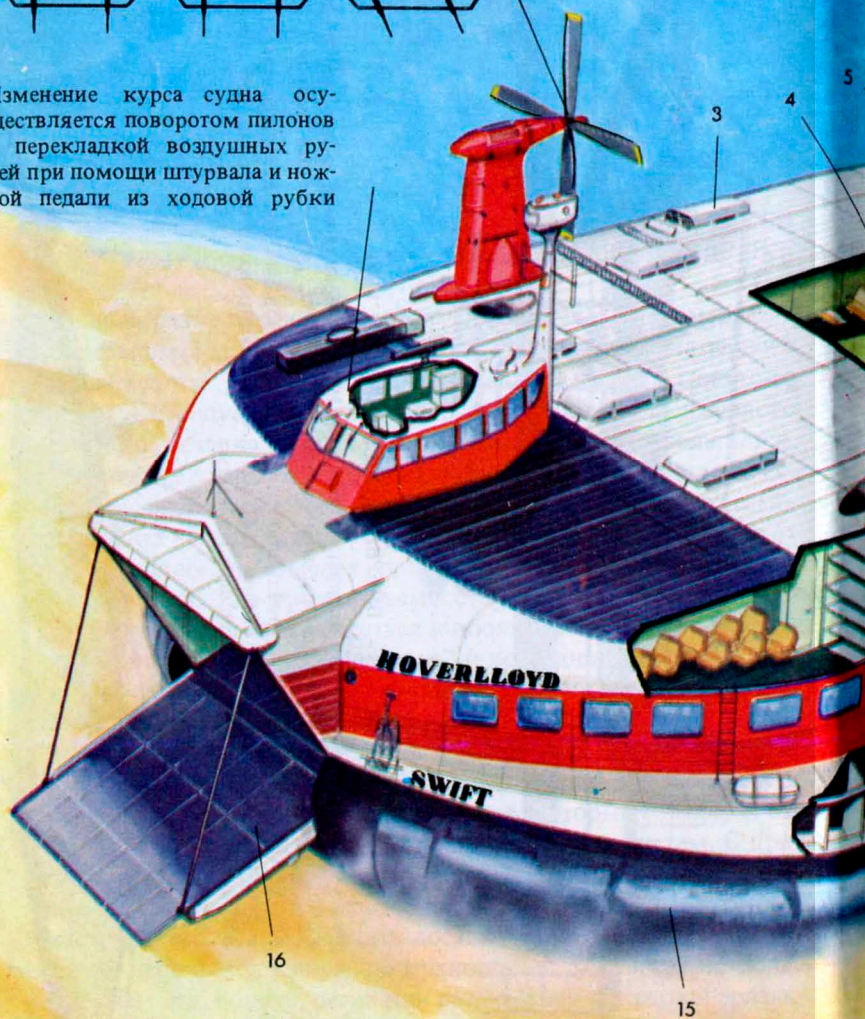
Вверху: Энрико Форланини впервые построил в 1905 г. управляемое судно на подводных крыльях „Гидроаэроплан“ с крыльями этажерочного типа, развивавшее скорость 38 уз

Внизу: Первым катером на воздушной подушке с бортовыми стенками (скегами) явился торпедный катер, имеющий скорость 40 уз. Его спроектировал и построил для австрийских ВМС в 1916 г. Дагоберт Мюллер фон Томамху



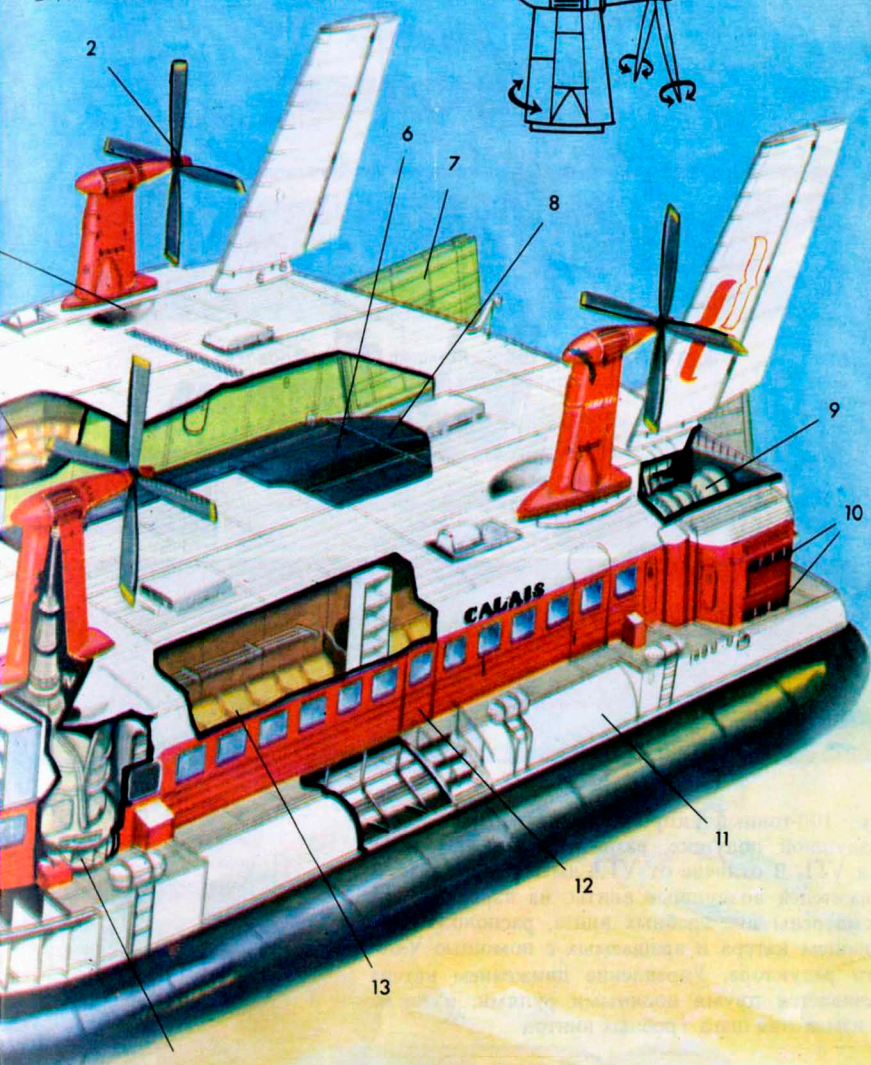


Изменение курса судна осуществляется поворотом пилонов и перекладкой воздушных рулей при помощи штурвала и ножной педали из ходовой рубки

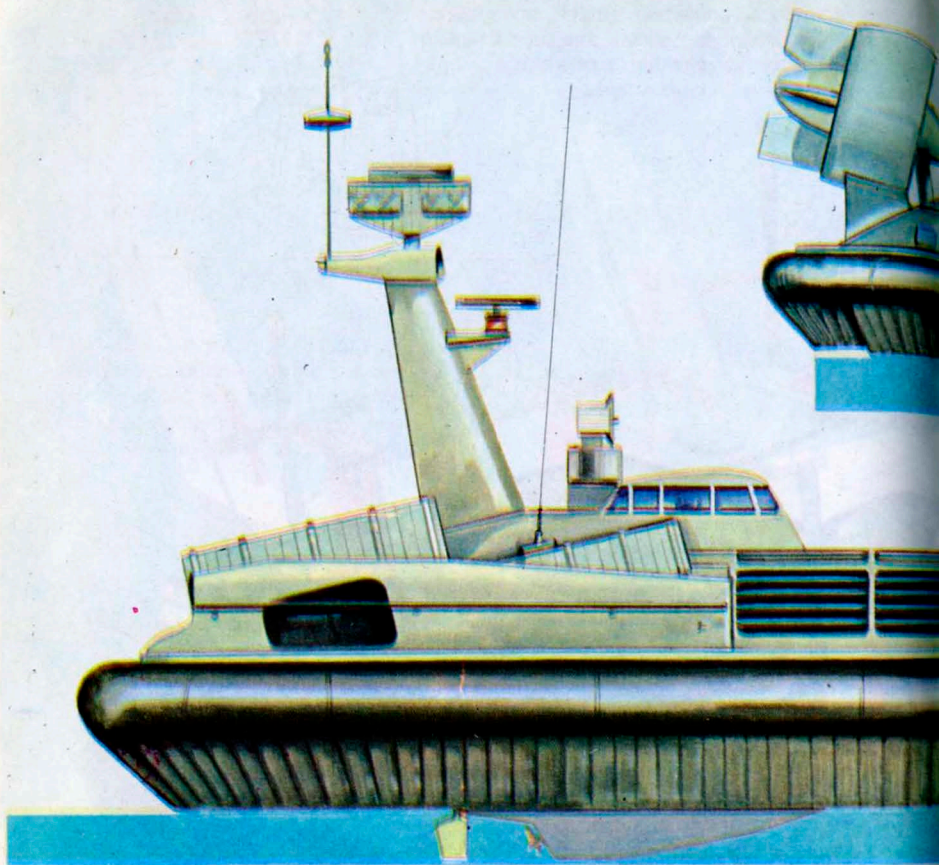


SR.N4 „Маунтбаттен” — одно из самых крупных скоростных амфибийных судов на воздушной подушке. Это судно полной массой 200 т и скоростью 60 уз может перевозить 254 пассажира и 30 машин

Скорость SR.N4 можно варьировать, изменяя угол поворота лопастей (шаг) воздушных винтов. Движение штурвала вперед вызывает положительное изменение шага винтов и приводит к движению судна вперед

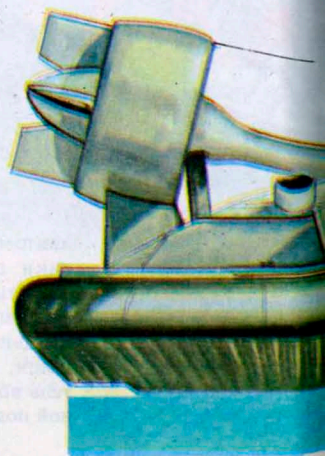


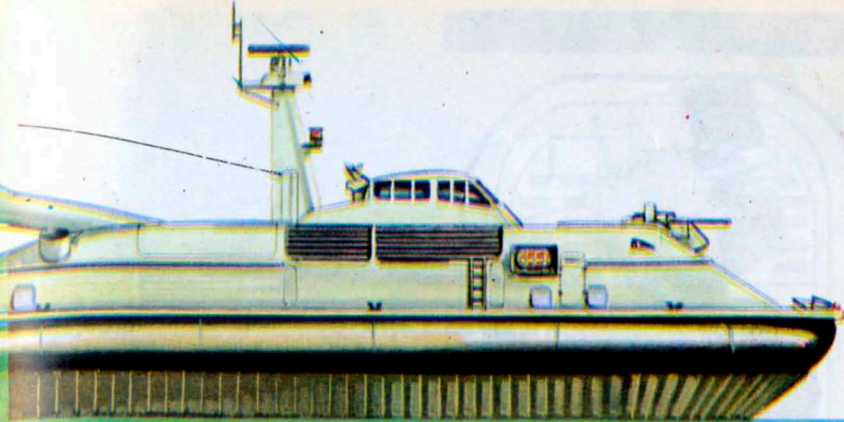
1 - ходовая рубка; 2 - поворотный пилон с воздушным винтом; 3 - вентиляторы; 4 - салон; 5 - воздухозаборники для нагнетателей воздуха в подушку; 6 - автомобильная палуба; 7 - кормовые ворота; 8 - кормовая аппарель; 9 - машинное отделение; 10 - воздухозаборники двигателей; 11 - ресивер; 12 - вход в пассажирский салон; 13 - палубный пассажирский салон; 14 - нагнетатель воздуха в подушку; 15 - гибкое ограждение воздушной подушки; 16 - носовая аппарель



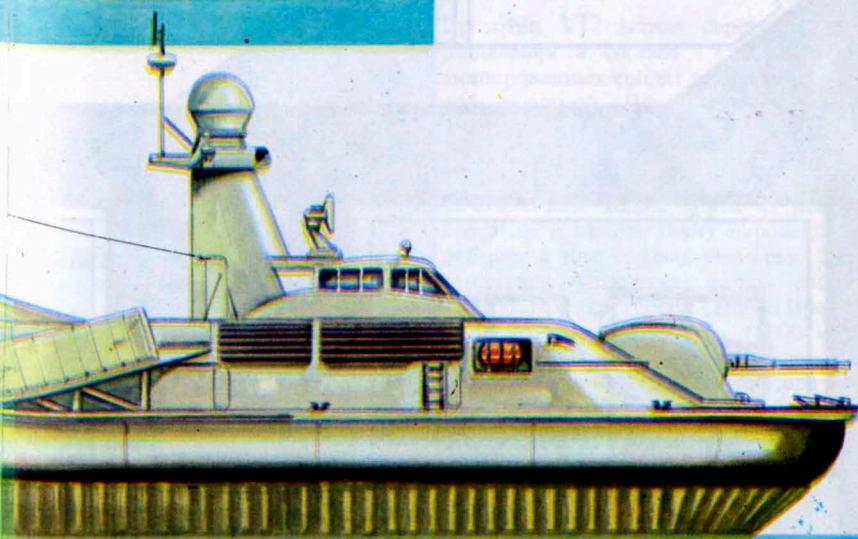
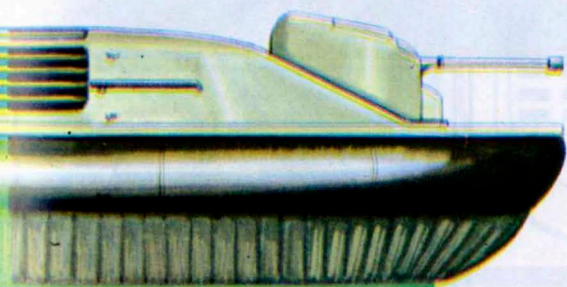
Вверху: 100-тонный скоростной патрульный катер на воздушной подушке, разработанный на основе модели VT1. В отличие от VT2, имеющего в качестве двигателей воздушные винты, на варианте VT1 предусмотрены два гребных винта, расположенных под днищем катера и вращаемых с помощью V-образного редуктора. Управление движением катера обеспечивается двумя водяными рулями, а также путем изменения шага гребных винтов

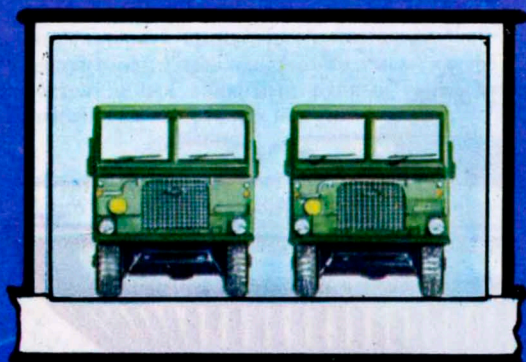
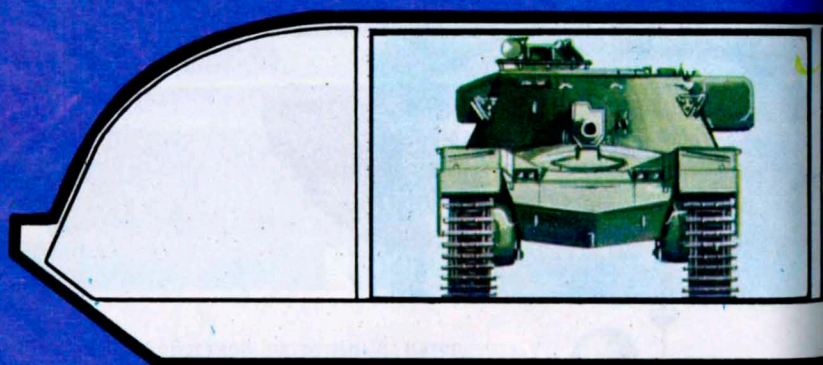
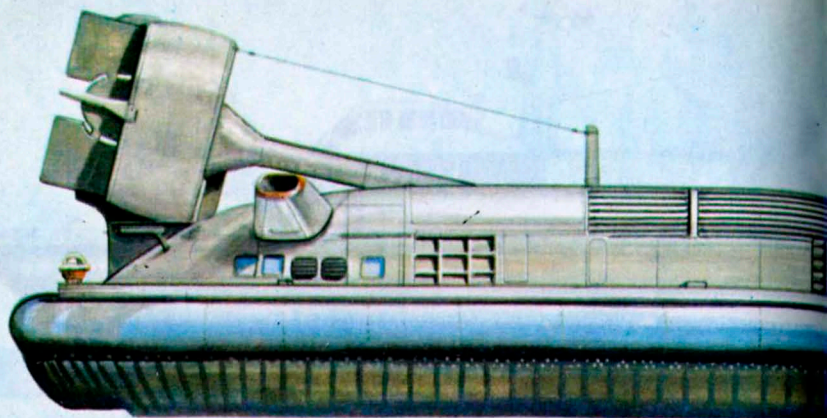
Справа: Вооруженный ракетами скоростной патрульный катер на базе модели VT2. Максимальная скорость 60 уз

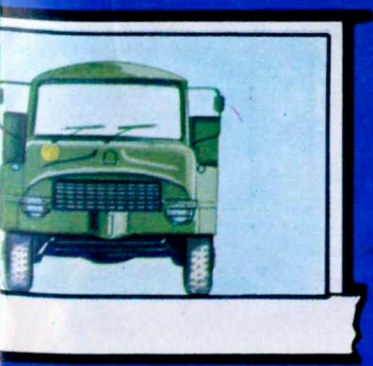
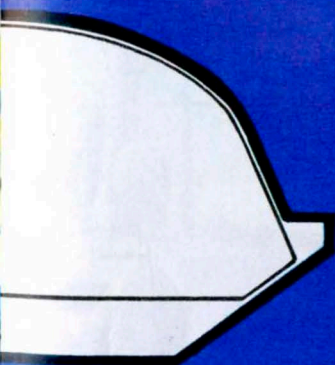
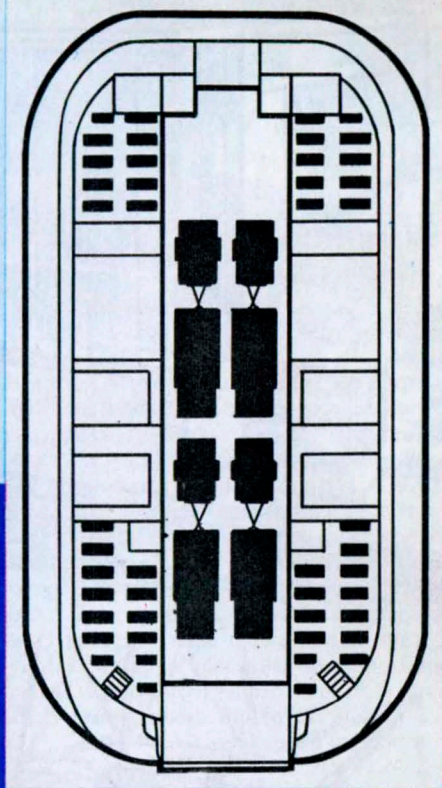
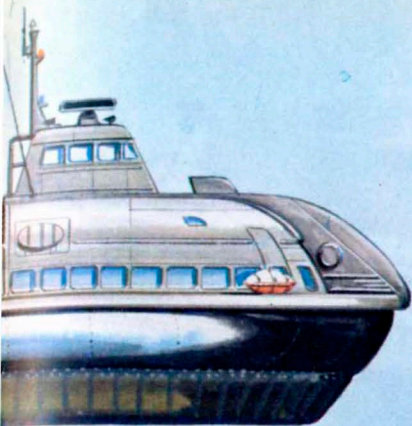




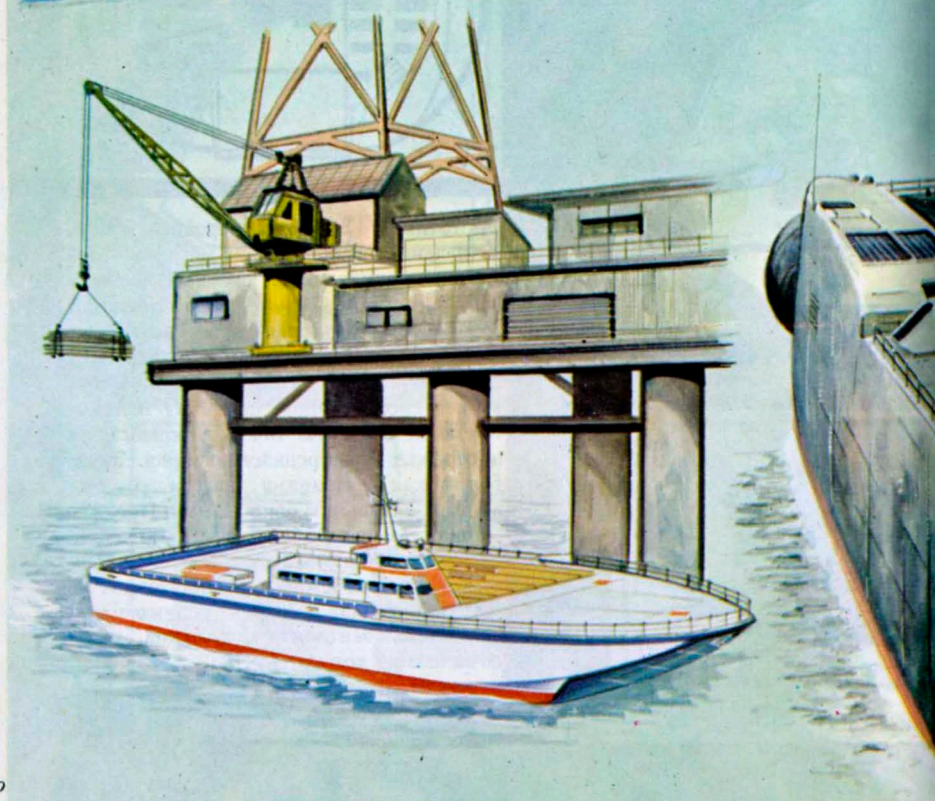
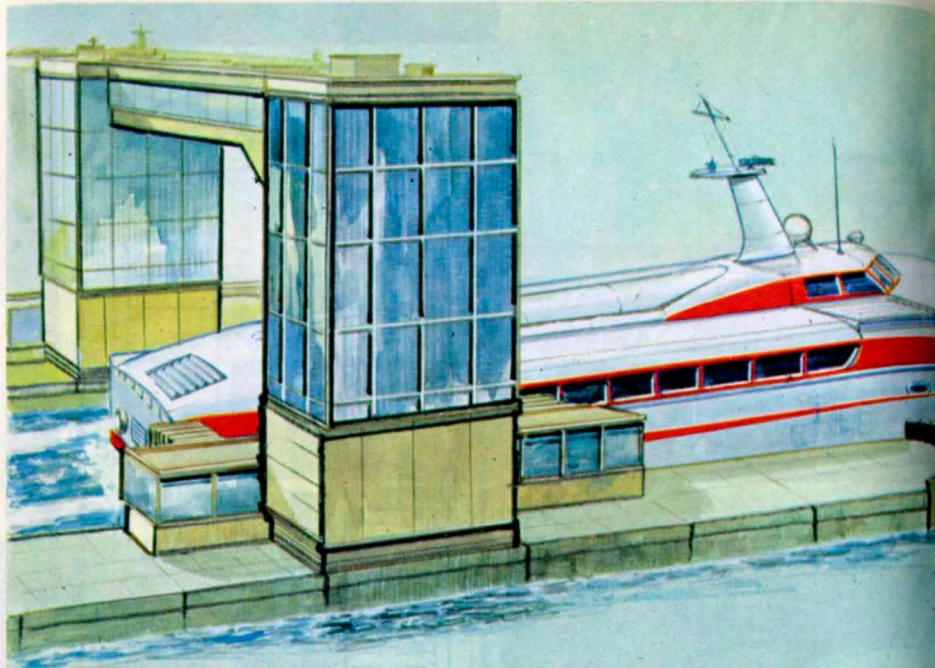
Разработанный фирмой „Воспер Торникрофт”
VT2 в варианте патрульного катера



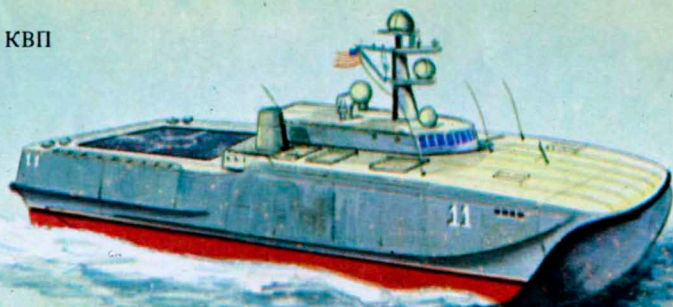




Прототип VT2 может перевозить подразделения в составе 130 полностью экипированных солдат вместе с подвижной техникой. При наличии входной аппарели и подкрепленной палубы он может транспортировать 50-тонный танк „Чифтен”. При необходимости катер может своим ходом дойти из Великобритании в любую точку европейского побережья или средиземноморья. Энергетическая установка катера состоит из двух газовых турбин „Мэрин Протей” мощностью по 4500 л. с. (3300 кВт). Каждая турбина передает вращение на четыре центробежных нагнетателя системы подъема и через редуктор на движитель вентиляторного типа, обеспечивающий ход катеру

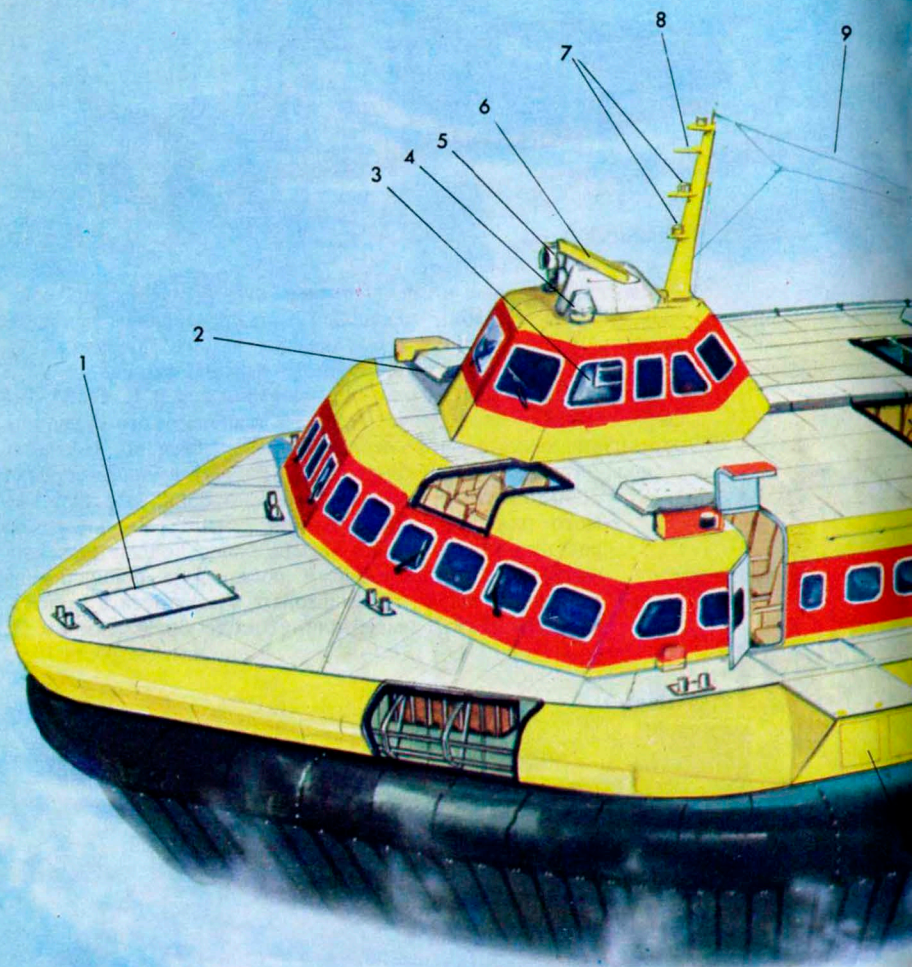


СКЕГОВЫЕ КВП

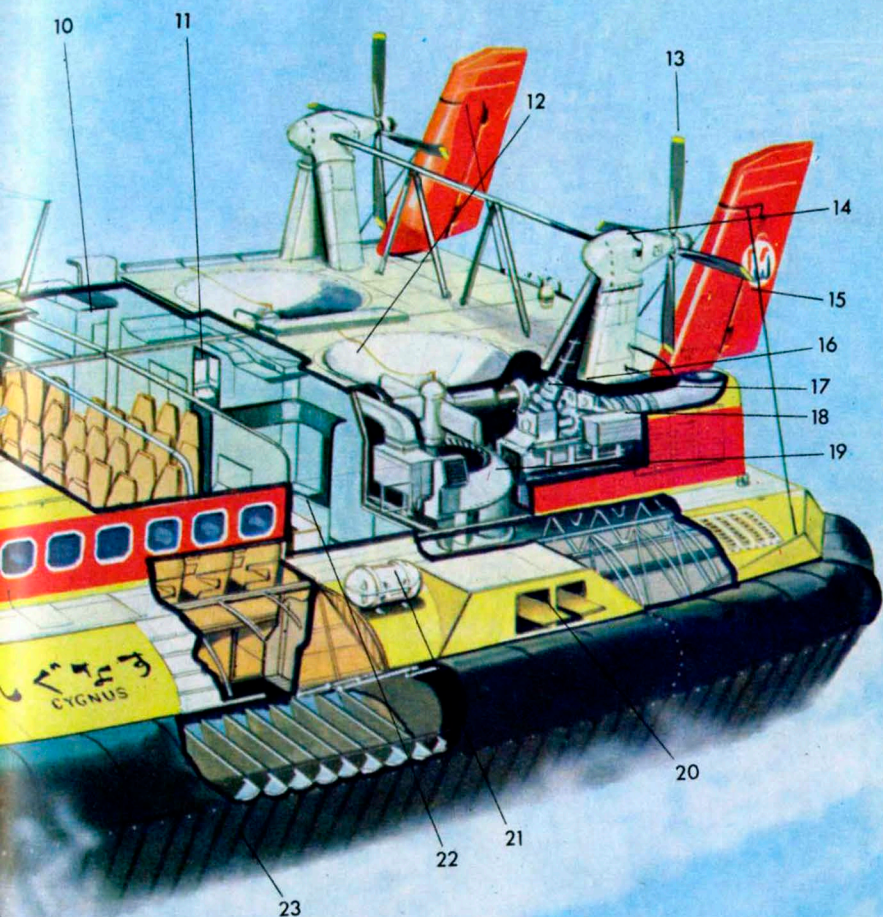


Возникший впервые в США термин "Surface Effect Ship" означает крупный корабль, созданный с использованием принципа воздушной подушки. Здесь показаны четыре проекта КВП: *вверху слева* – проект скоростного парома фирмы „Рор“, а *вверху справа* – проект опытного корабля для ВМС США тоже фирмы „Рор“; *внизу слева* – проект транспортного судна для перевозки технического персонала и снабжения нефтяных буровых установок в открытом море; *внизу справа* – проект 2000-тонного противолодочного корабля, разрабатываемого для ВМС США фирмой „Белл“. На последнем рисунке можно видеть четыре сопла водометных движителей, а также ангар и посадочную площадку на кормовой палубе для вертолета. Названный в проекте корабль 2KSES имеет длину около 80 м, экипаж 92 человека и скорость 70 уз





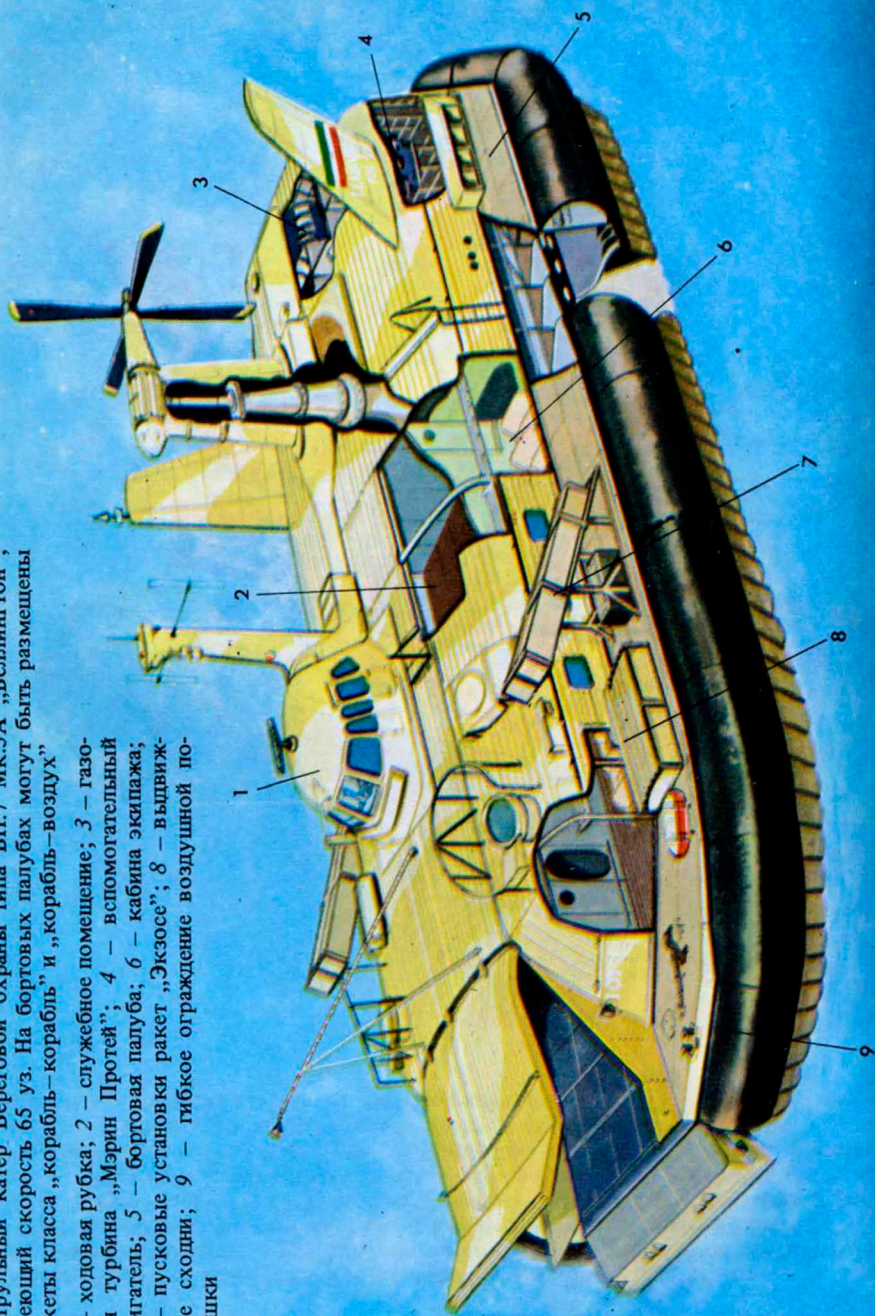
155-местное СВП фирмы „Мицуи“ MV-PP15 является крупнейшим пассажирским судном подобного типа в Японии. Его эксплуатационная скорость около 50 уз (приблизительно 90 км/ч). Энергетическая установка судна состоит из двух газовых турбин фирмы „Авко лайкоминг“ типа TF25, каждая из которых соединена с 13-лопастным центробежным нагнетателем системы подъема и четырехлопастным винтом изменяемого шага. Управление судном осуществляется с помощью двух одинаковых аэродинамических рулей, установленных вплотную к воздушным винтам, а также посредством изменения тяги воздушных винтов



1 – якорное помещение; 2 – вентиляция салона; 3 – ходовая рубка; 4 – прожектор; 5 – электрическая сирена; 6 – антенна радиолокационной станции; 7 – навигационные огни; 8 – измеритель скорости (трубка Пито); 9 – радиоантенна; 10 – багажное помещение; 11 – галюн; 12 – воздухозаборник нагнетателя; 13 – воздушный винт; 14 – редуктор воздушного винта; 15 – аэродинамический руль; 16 – редуктор нагнетателя; 17 – главный редуктор; 18 – газовая турбина; 19 – нагнетатель системы подъема; 20 – кормовые трапы; 21 – спасательный надувной плот; 22 – камбуз; 23 – гибкое ограждение воздушной подушки; 24 – носовые трапы

Патрульный катер Береговой охраны типа ВН.7 Mk.5A „Веллингтон”, имеющий скорость 65 уз. На бортовых палубах могут быть размещены ракеты класса „корабль—корабль” и „корабль—воздух”

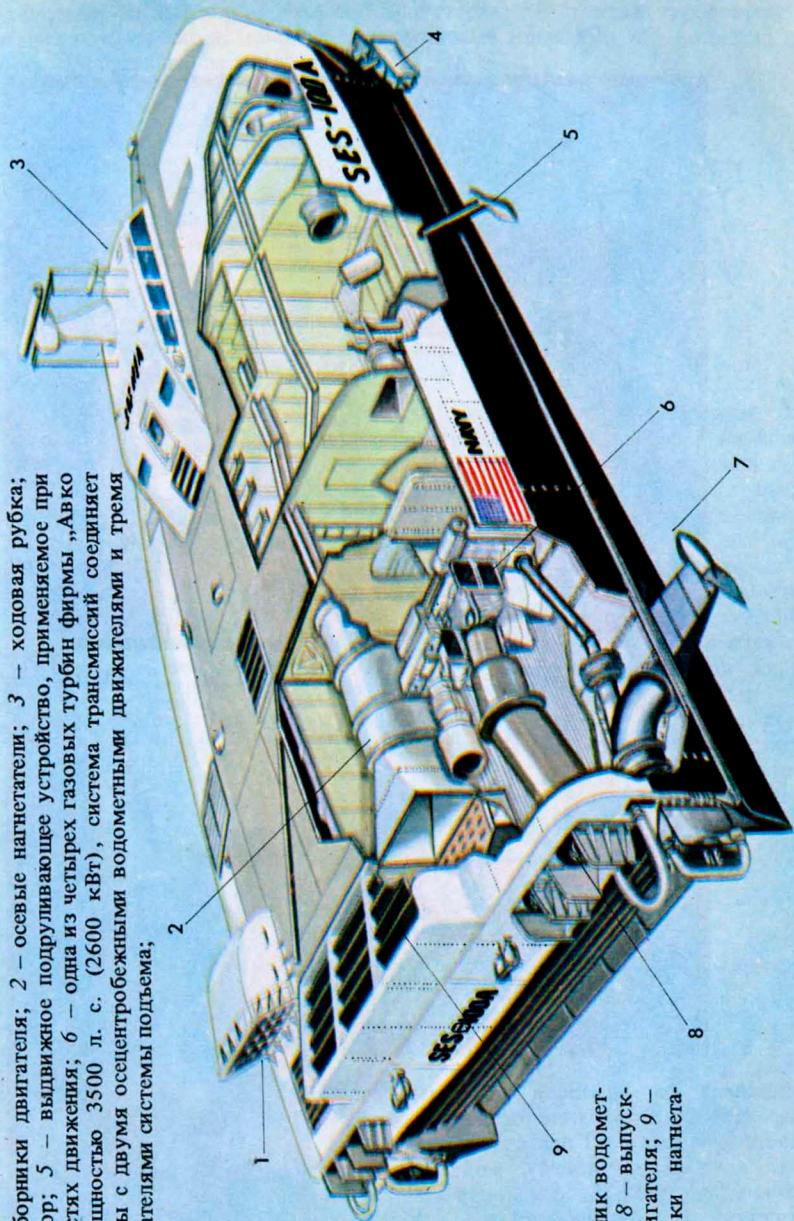
1 — ходовая рубка; 2 — служебное помещение; 3 — газовая турбина „Мерин Протей”; 4 — вспомогательный двигатель; 5 — бортовая палуба; 6 — кабина экипажа; 7 — пусковые установки ракет „Экзосет”; 8 — выдвижные сходни; 9 — гибкое ограждение воздушной подушки

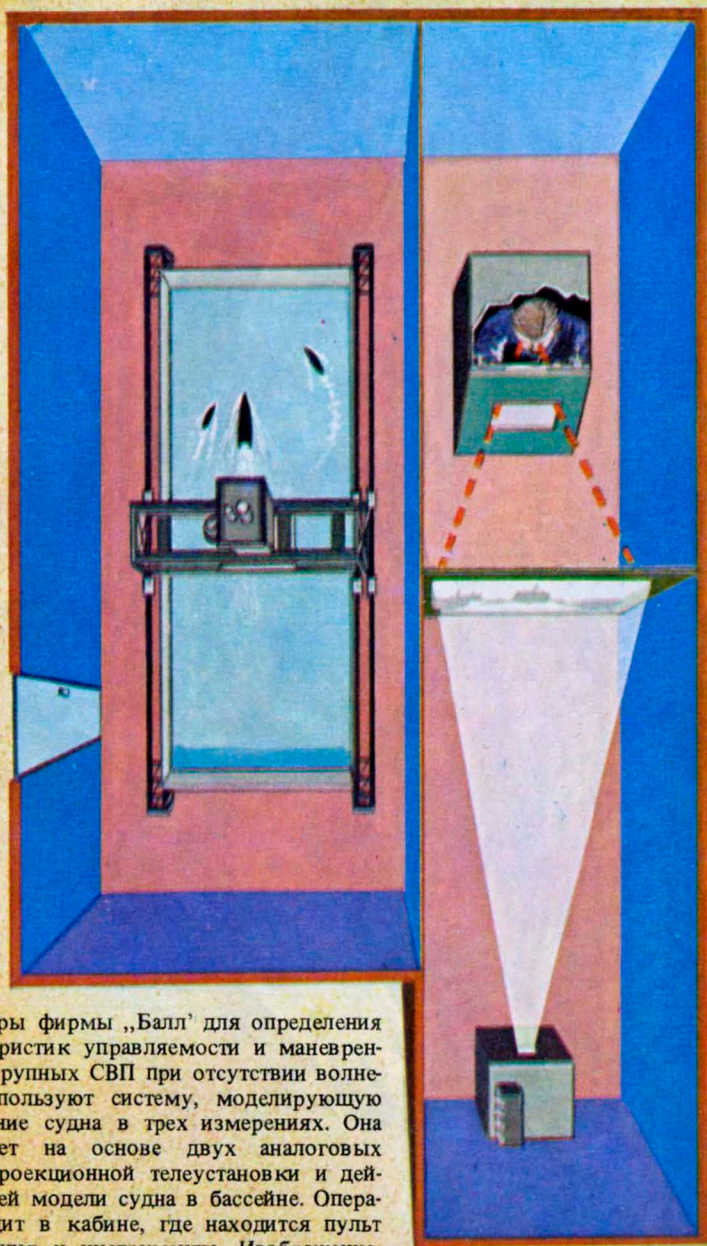


Опытное судно SES-100A фирмы „Эйрджет дженерал корпорейшн“, построенное для исследования возможности эксплуатации крупных скоростных СВП массой 4000–5000 т со скоростью 80 уз и больше

1 — воздухозаборники двигателя; 2 — осевые нагнетатели; 3 — ходовая рубка; 4 — стабилизатор; 5 — выдвижное подруливающее устройство, применяемое при высоких скоростях движения; 6 — одна из четырех газовых турбин фирмы „Авко лайкоминг“, мощностью 3500 л. с. (2600 кВт), система трансмиссий соединяет газовые турбины с двумя осесреднежными водометными двигателями и тремя осевыми нагнетателями системы подъема;

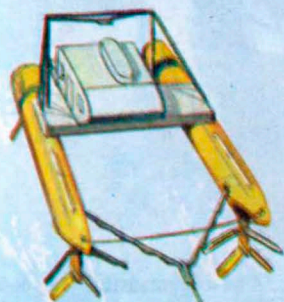
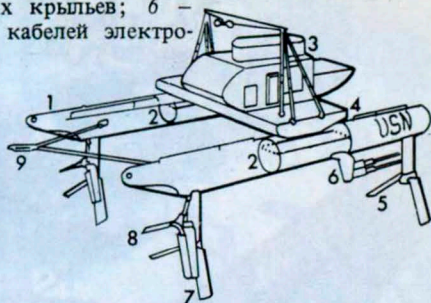
7 — водозаборник водометного двигателя; 8 — выпускная система двигателя; 9 — воздухозаборники нагнетателей



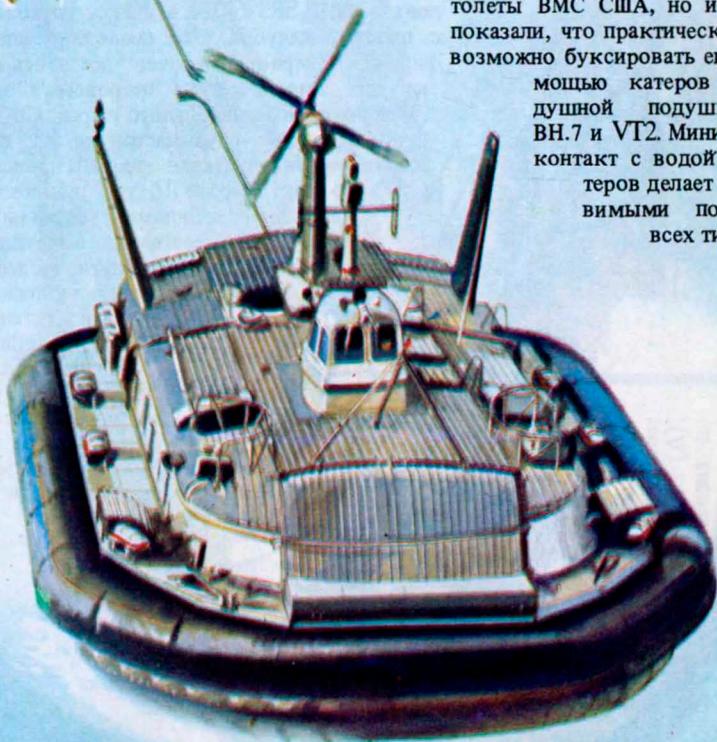


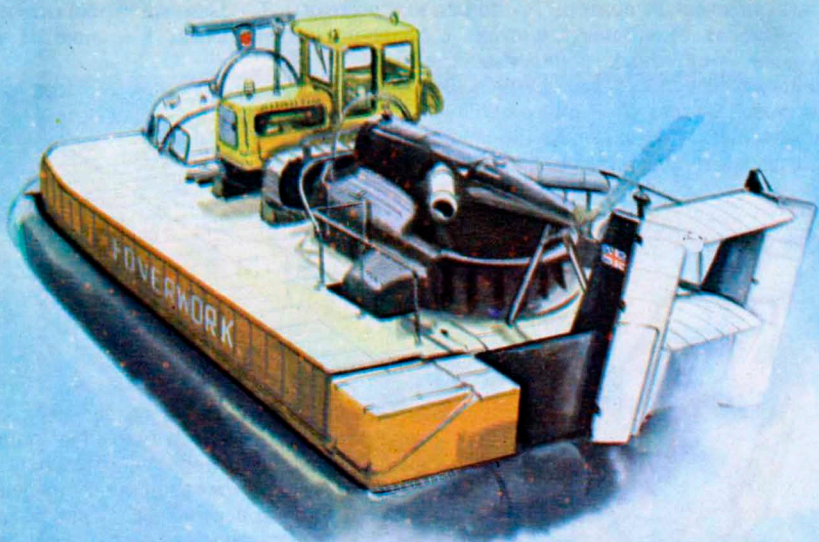
Инженеры фирмы „Балл“ для определения характеристик управляемости и маневренности крупных СВП при отсутствии волнения используют систему, моделирующую положение судна в трех измерениях. Она действует на основе двух аналоговых ЭВМ, проекционной телеустановки и действующей модели судна в бассейне. Оператор сидит в кабине, где находится пульт управления и инструменты. Изображение, полученное как бы из модели, проецируется на большой экран перед оператором и позволяет наблюдать состояние испытываемой модели

1 — цилиндрический понтон; 2 — топливная цистерна; 3 — съемный турбогенератор; 4 — кормовая оконечность понтона с подводными крыльями; 5 — одно из двух кормовых V-образных подводных крыльев; 6 — обтекаемая наделка с выводами кабелей электромагнитного тралла; 7 — одно из двух носовых пересекающихся поверхностей воды подводных крыльев, выполненных по схеме „тандем“; 8 — регулируемый предкрылок 9 — буксирное устройство



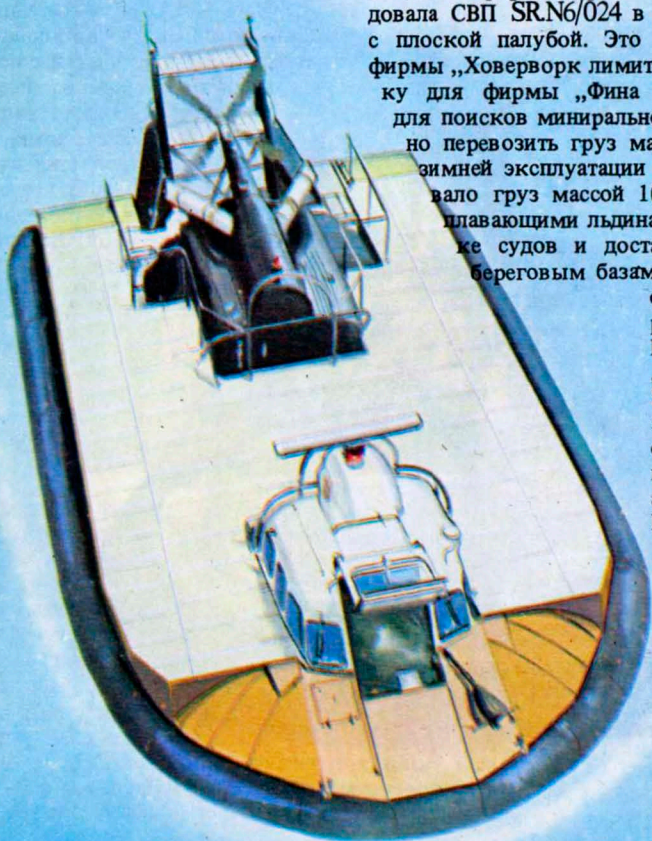
Магнитоакустический трал фирмы „Едо“ типа Мк.105 — это катамаран на подводных крыльях без экипажа, созданный для решения задач, связанных с тралением мин с помощью вертолетов. Первоначально предполагалось, что его будут буксировать только мощные вертолеты ВМС США, но испытания показали, что практически вполне возможно буксировать его и с помощью катеров на воздушной подушке типа ВН.7 и VT2. Минимальный контакт с водой этих катеров делает их неуязвимыми почти для всех типов мин.





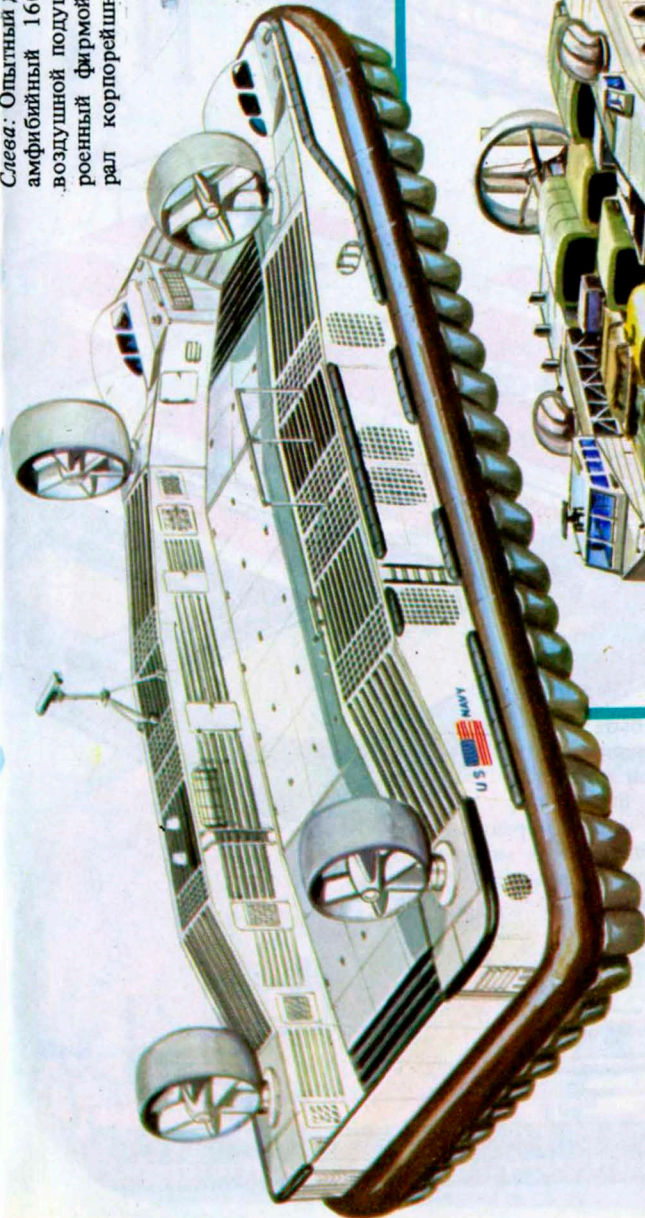
В 1971 г. фирма „Эр виклз лимитед” переоборудовала СВП SR.N6/024 в легкое грузовое судно с плоской палубой. Это позволило владельцам фирмы „Ховерворк лимитед” доставить в Арктику для фирмы „Фина петролеум” бульдозер для поисков минерального сырья. СВП способно перевозить груз массой до 6 т. Во время зимней эксплуатации это СВП транспортировало груз массой 10 т в течение часа над плавающими льдинами, работая на разгрузке судов и доставляя оборудование к береговым базам. Другие модели SR.N6

оснастили легкими буровыми установками. Принадлежащий фирме „Ховерворк лимитед” SR.N6/022 успешно эксплуатировался в операциях по исследованию сейсмической активности в районе Персидского залива

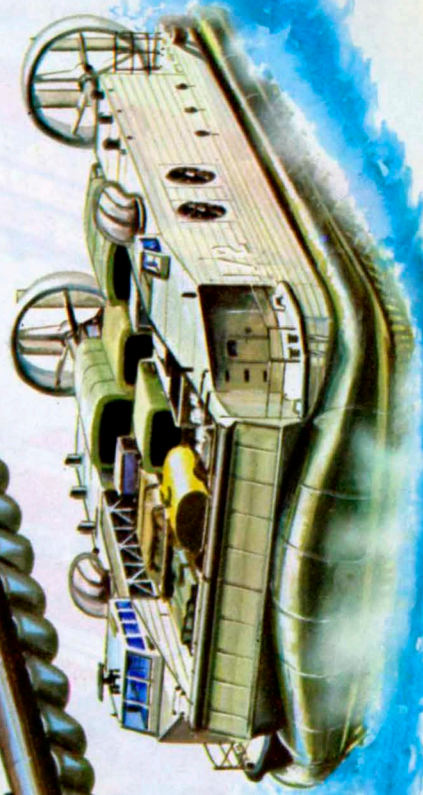


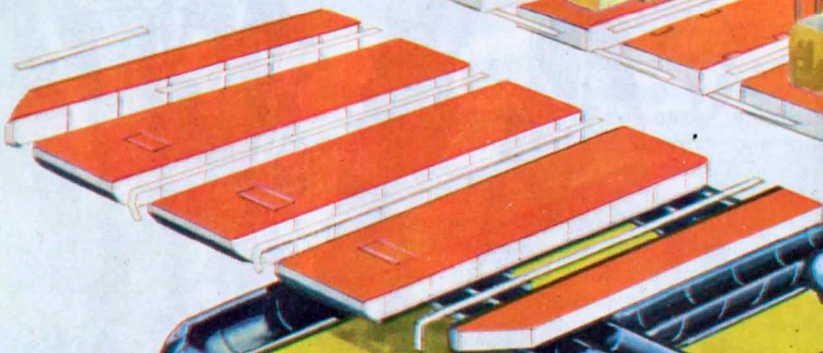
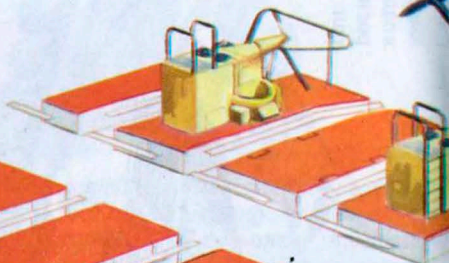
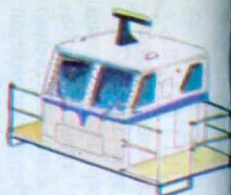
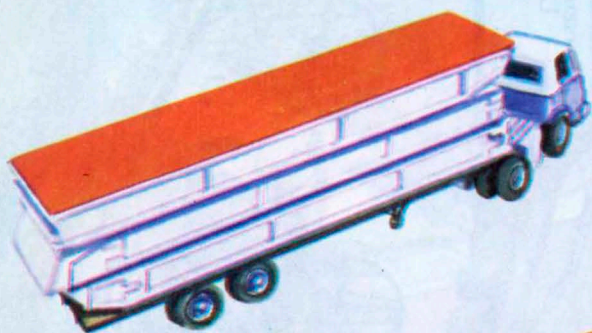
Слева: Опытный десантно-штурмовой амфибийный 160-тонный катер на воздушной подушке JEFF (A), построенный фирмой „Эйрдреджет дженерал корпорейшн“ для ВМС США.

Катер предназначен для транспортировки непосредственно на берег подвижной техники и оборудования с крупных водоизмещающих транспортов-докков типа LSD и LPD

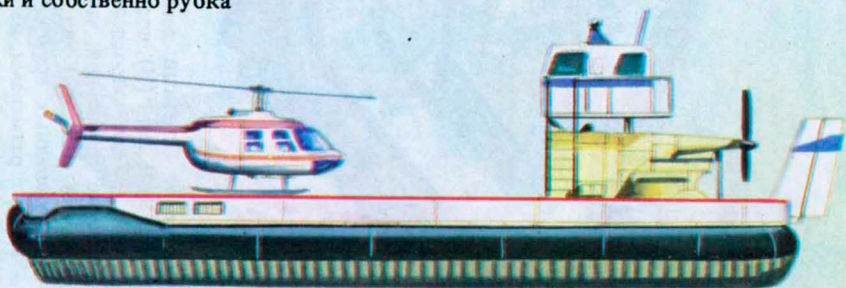


Справа: Опытный десантно-штурмовой КВП JEFF (B), построенный фирмой „Белл Эйрспейс“ с учетом тех же требований, что и JEFF (A). Как и JEFF (A), он перевозит до 25 т военных грузов или оборудования с размерами, не превышающими габарит 60-тонного танка армии США. Наибольшая скорость катера в морских условиях 50 уз

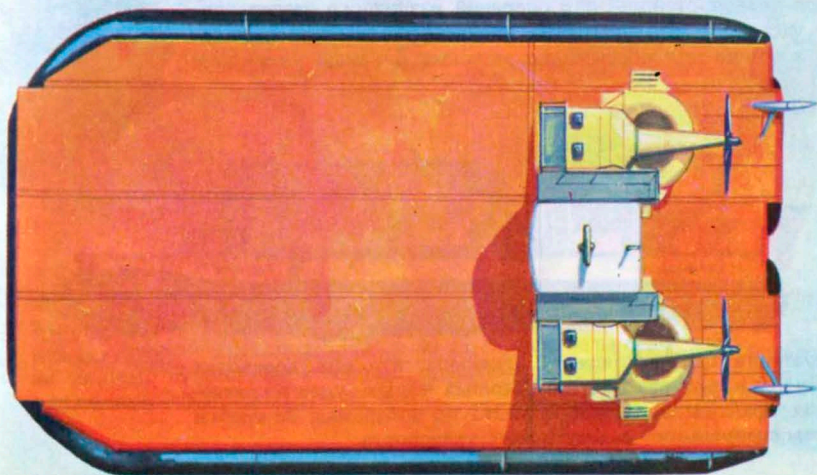
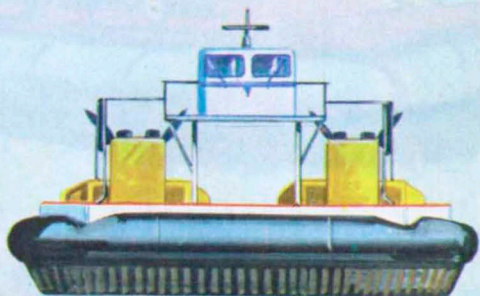
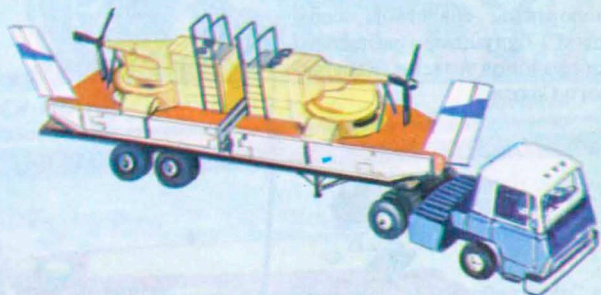




Корпус СВП „Вояджер” состоит из 12 модулей и может быть разобран для транспортировки. Отдельными модулями являются: три носовые камеры плавучести, две бортовые носовые и две кормовые секции палубы, два энергетических модуля, кормовая центральная камера плавучести, фундамент рубки и собственно рубка



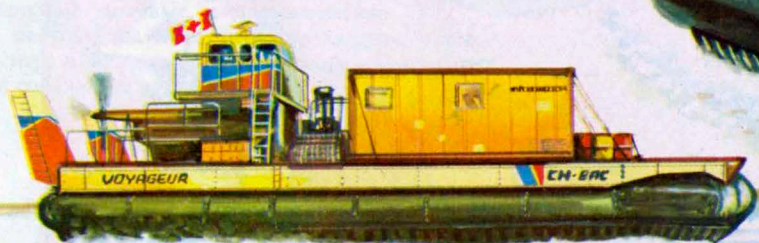
Построенное отделением фирмы „Белл” в Канаде многоцелевое амфибийное СВП „Вояджер” имеет длину около 20 м и является признанной „рабочей лошадью” на Дальнем Севере Канады и США. Оно перевозит грузы массой до 25 т по льду и снегу со скоростью 50 уз



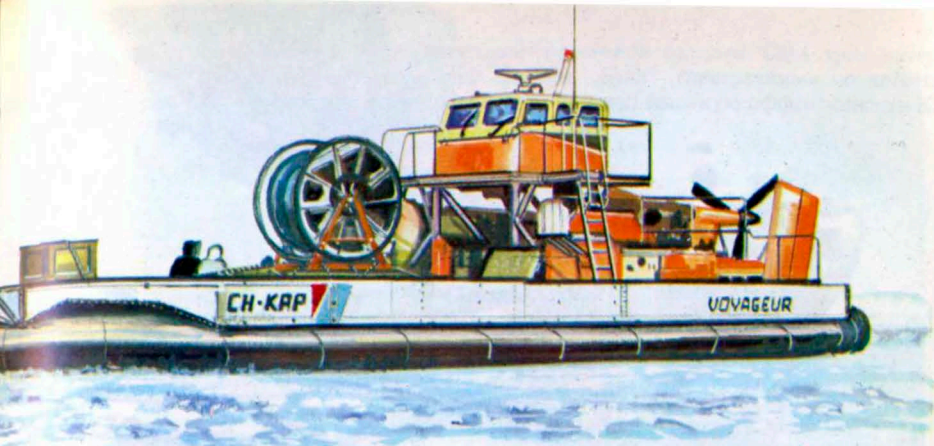
Амфибийные СВП считают единственным транспортным средством, способствующим будущему развитию арктических районов Аляски, Канады и Советского Союза



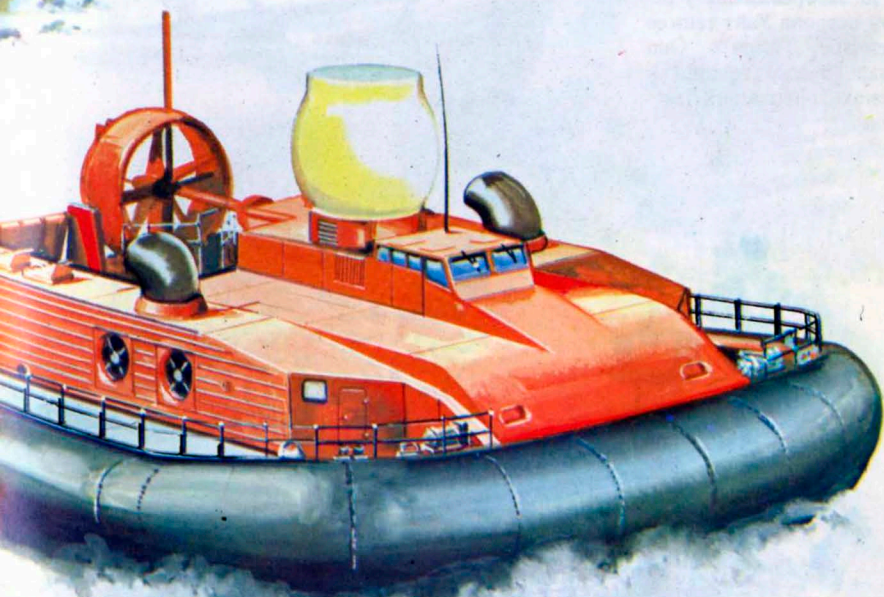
Одно из двух судов типа SR.N6, зафрахтованное компанией „Нозерн транспортешн“ для операций различного назначения, в том числе сейсмографических и гидрографических исследований, а также для обеспечения морских буровых установок



Эксплуатация СВП „Вояджер“ показала, что они перевозят контейнеры в пять раз быстрее обычных малых судов и доставляют их практически в любое место на побережье, не требуя при этом специального разгрузочного транспорта



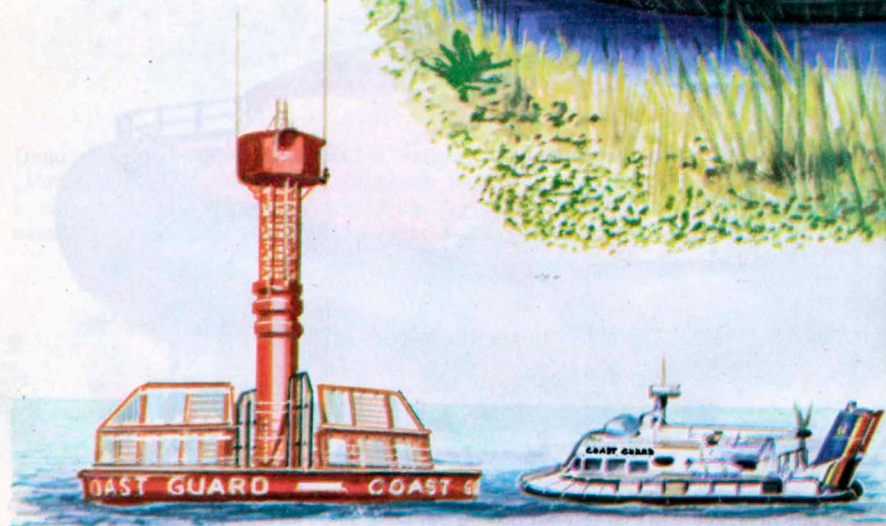
Эксплуатируемое фирмой „Нозерн транспортешн” СВЛ „Вояджер” оборудовано 17-тонной катушкой для укладки кабеля



Таким представляет себе фирма „Белл эйроспейс” 150-тонное арктическое СВЛ со скоростью 80 уз, созданное на основе систем, двигателей и прочих компонентов десантно-штурмового КВП JEFF (В)



В 1970 г. СВП ВН.7 королевского ВМФ Великобритании доставило пожарных и медицинских работников на загоревшийся у берегов острова Уайт танкер „Пасифик Глори“. Оно оказало также помощь в поисках пропавших моряков



СВП, возможно, самые скоростные из всех судов, предназначенных для обслуживания буев и маяков

Справа: При многих поисковых и спасательных операциях предусматривается снятие экипажа с малых судов, севших на мель

Анализ 18-месячной эксплуатации Береговой охраной США трех катеров на воздушной подушке SK-5 фирмы „Белл” (построенных по лицензии на SR.N5), имеющих скорость 70 уз, показал высокую эффективность КВП при небольших эксплуатационных затратах





Легкое пассажирское СВП СО-7. Два центробежных нагнетателя, приводимые в движение от одной газовой турбины STB60 мощностью 390 л. с. (290 кВт), обеспечивают как необходимое давление в воздушной подушке, так и тягу для движения судна



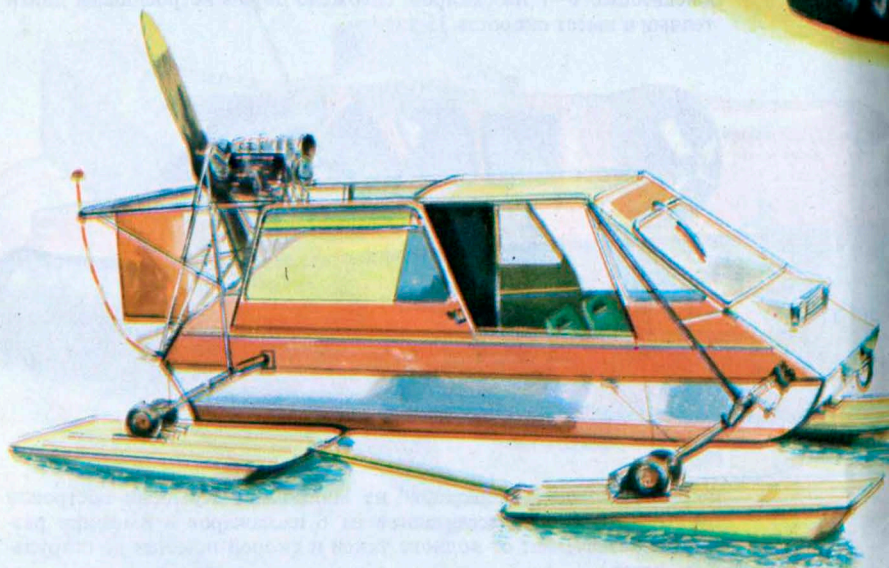
Слева: AV.2 – двухмоторное СВП фирмы „Эр виклз лимитед“, вмещающее 6–7 пассажиров, снабжено двумя встроенными двигателями и имеет скорость 35 уз



Фирма „Силэнд Ховеркрафт“ из Миллома в Кумбрии построила легкое СВП SH-2, рассчитанное на 6 пассажиров и имеющее различное назначение: от водного такси и скорой помощи до патрульного катера



Вверху и внизу: Сочетание СВП и аэросаней. Эти пассажирские средства построены финским дизайнером Эрки Пери для эксплуатации в условиях северных широт по льду, снегу и воде. Благодаря тому, что плавучие понтоподобные лыжи этих средств касаются поверхности, управление ими при движении по снегу и льду значительно проще, чем на обычных СВП с гибким ограждением. Носовые лыжи-понтон и кормовой воздушный руль позволяют успешно управлять их курсом





Вид сзади судна „Ховерслед 1”, построенного
Пери



Первое итальянское пассажирское СВП, спроектированное капитаном итальянских ВВС Тито Беточчи – трехместное СВП ВТ.4–74



Полиция Нигерии использует СВП „Кроссбау” фирмы „Эйр Берингс”. Судно управляется с помощью реверсивного устройства в виде жалюзи, регулирующего истечение воздуха из кормовых каналов

СВП „Скима 2” фирмы „Пиндэйр”, имеющее скорость 30—40 уз, используется в военных целях для подводных работ, а также для спасения на воде, отдыха и спорта. Масса СВП настолько мала, что его можно переносить вдвоем. При благоприятных погодных условиях оно перевозит двух пассажиров



Вверху: Аппарат в упаковке имеет размеры 0,7 х 1 х 0,6 м. *Внизу:* Детали „Скима 2”. Время на полную сборку 30 мин



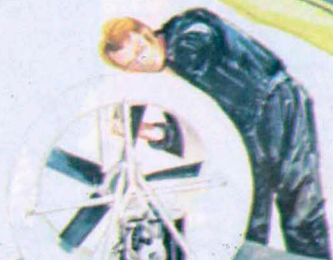
Слева: Накачивание гибкой круговой емкости производится с помощью ножного насоса. Судно имеет четыре отдельных водонепроницаемых отсека



Справа: Сборка двигателя и подъемной системы. Двигатель системы подъема мощностью 4 л. с. (2,9 кВт) „Ровена Стайл” вращает пятилопастной нагнетатель. Для движения судна используется такой же двигатель, но с максимальной мощностью 8,5 л. с. (6,3 кВт). Он вращает (через V-образный ремень) осевой вентилятор – движитель диаметром 60 см, который снабжен насадкой для предохранения от заливания

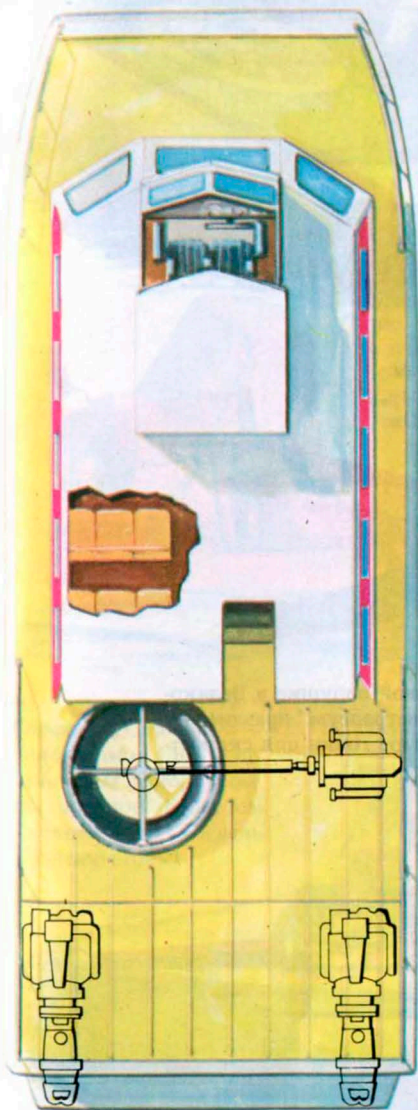


Справа: После установки на место системы подъема судно готово для установки рамы, поддерживающей двигатель

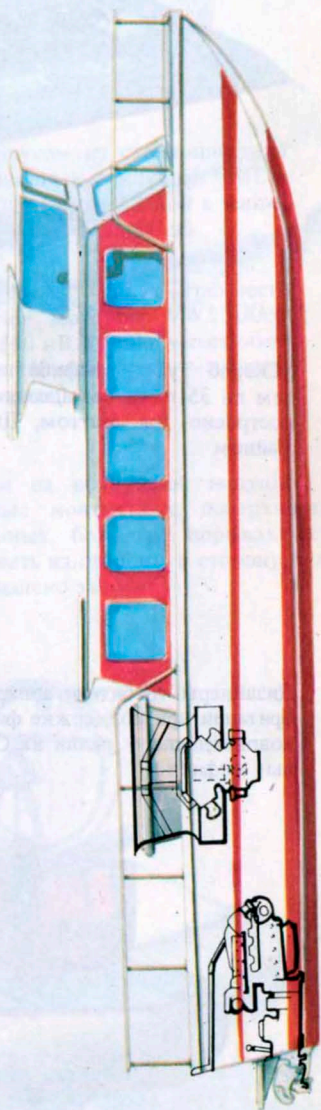


Слева: Установка двигателя путем закрепления на трубчатой стальной раме. Комплект двигательной установки весит всего около 20,5 кг. Управление движением судна осуществляется с помощью воздушного руля



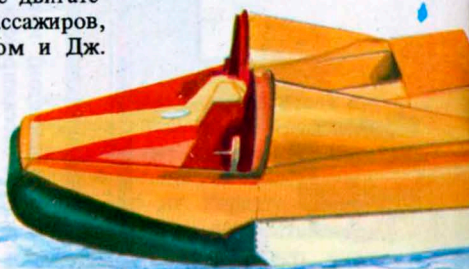


Построенный фирмой „Эркашн боут“ в Такоме (шт. Вашингтон) катамаран с вспомогательной воздушной подушкой „Эрбоут“. На рисунке изображен транспортно-пассажирский паром, рассчитанный на 21 пассажира и имеющий длину 13 м. Максимальная скорость 35 уз. Энергетическая установка состоит из трех дизелей типа СМС 6V-53, один из которых вращает большой центробежный нагнетатель, установленный за надстройкой, а остальные два мощностью 250 л. с. (185 кВт) приводят два водометных движителя фирмы „Хэмилтон“





„Скэреб Ту” — амфибийное СВП с двигателем на 35 л. с., вмещающее двух пассажиров, построено Дж. Наттом, Дж. Брассом и Дж. Лайном



Дизайнеры—любители аппаратов на воздушной подушке в Великобритании при поддержке фирмы „Бритиш петролеум” практикуют нововведение — ралли на СВП, первые в мире гонки для скоростных амфибий



„Аггро” — одноместное судно, построенное фирмой „Т. и Т. Уилкоккс” в Ист-Хоув (Буркемот), без груза имеет массу 180 кг и развивает скорость 30 уз над поверхностью воды



Двухместное СВП „Дэр-и-гоуз” с корпусом из стеклопластика во время скоростных испытаний, проводимых клубом СВП в Шотландии, достигло скорости 37 уз на дистанции длиной в милю. Построено фирмой „Джоба Дэйри” в Ханворте (Мидлсекс)



Слева: „Эр-Лубри-Кэт 4” – двух-, трехместное СВП, оснащенное мотором VW1500cc мощностью 54 л. с. (40 кВт), с полужесткими боковыми стенками. Конструктор – Дерек Бернз из Рекхита (Норвич)

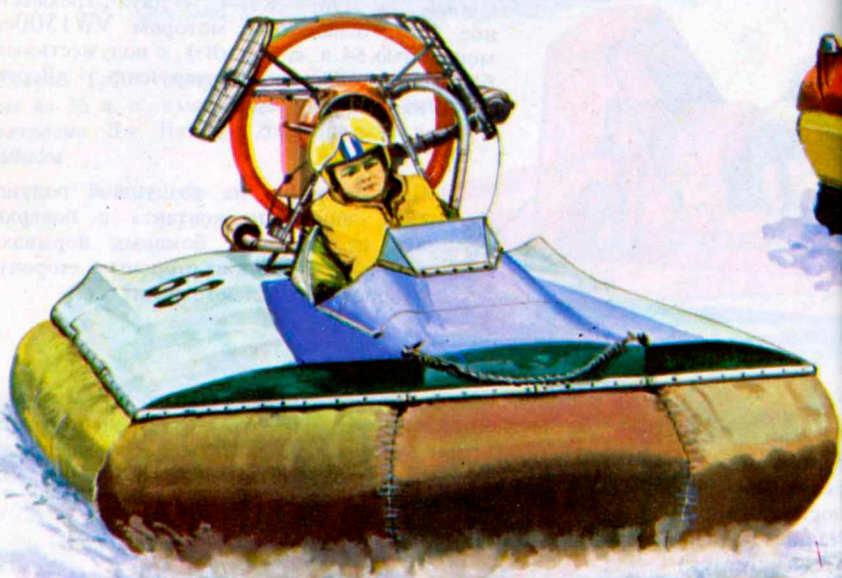
При движении на воздушной подушке эти суда, лишенные контакта с поверхностью, при неожиданных боковых порывах ветра начинают рыскать из стороны в сторону, а при поворотах их далеко заносит

Справа: „Скайбой” – одноместное СВП с деревянным корпусом, построенное Робертом Даллом из Брэмли Бэйсингстоук)





Сверхлегкое прогулочное СВП „Базард”, построено фирмой „Лайт Ховеркрафт”

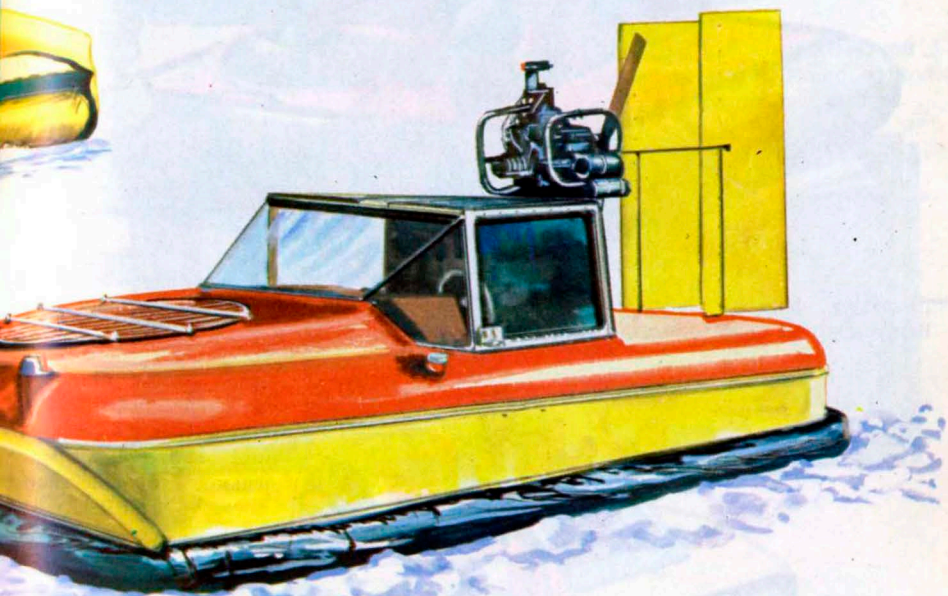


„Рейнджер 1” фирмы „Ховеркингз” — одноместное СВП, имеющее скорость 55 уз. Победитель конкурса на лучшее СВП Великобритании в 1973 г.

Справа: Первое бразильское двухместное СВП FEIVA с двигателем фирмы „Фольксваген”



Внизу: „Акватерра 65Т“, построенная в Канаде
Гордоном Комаром, достигла скорости 60 уз над
льдом



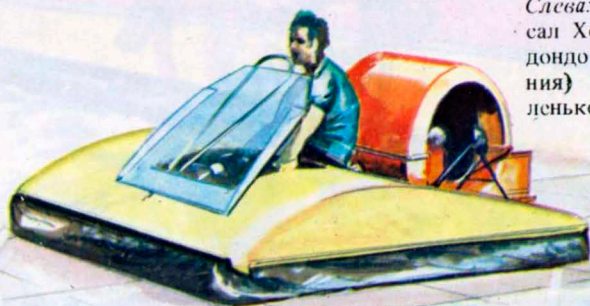
Внизу: „Аэро Сэйбр
Мк1“ – скутер на воз-
душной подушке



СПОРТИВНЫЕ СВП. II



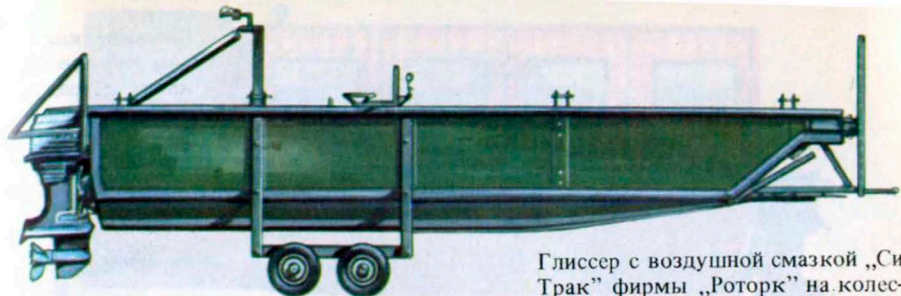
„Баззard” фирмы „Лайт Ховеркрафт” прост в управлении и эксплуатации. Выпускается в двух вариантах: двух- и четырехместном



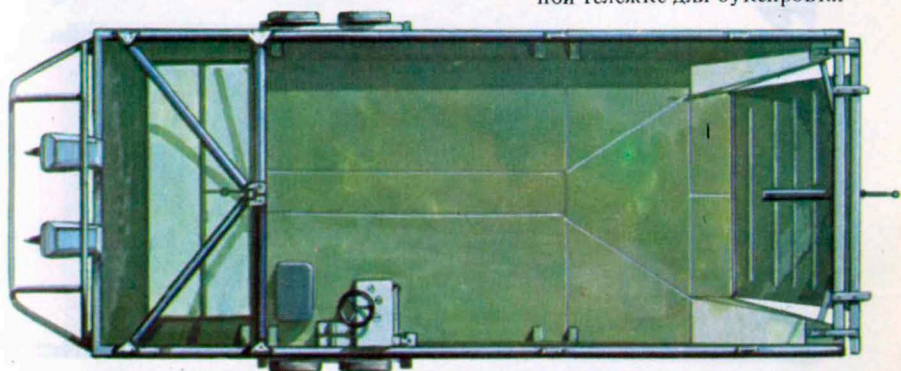
Слева: Фирма „Юниверсал Ховеркрафт” в Редондо Бич (Калифорния) построила маленькое одноместное СВП УН-10

Внизу: СВП „Чинук” фирмы „Ховертек” — еще один образец канадского малогабаритного прогулочного судна. Его можно перевозить на крыше легкового автомобиля

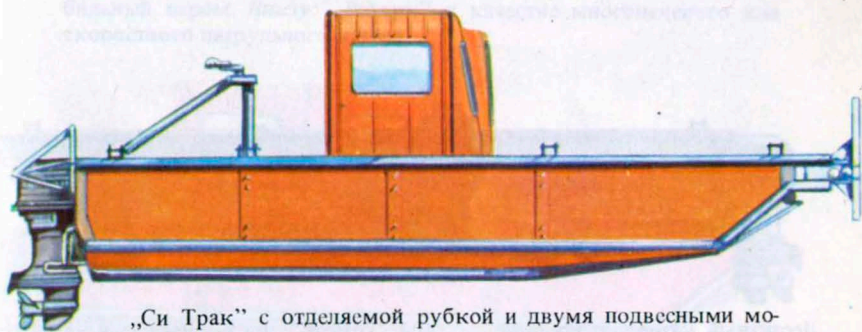




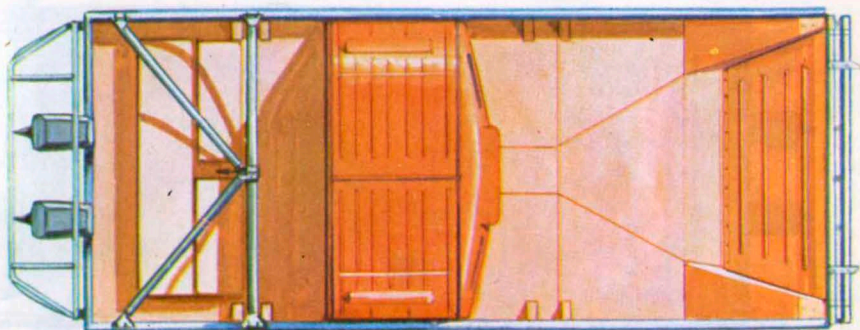
Глиссер с воздушной смазкой „Си Трак” фирмы „Роторк” на колесной тележке для буксировки



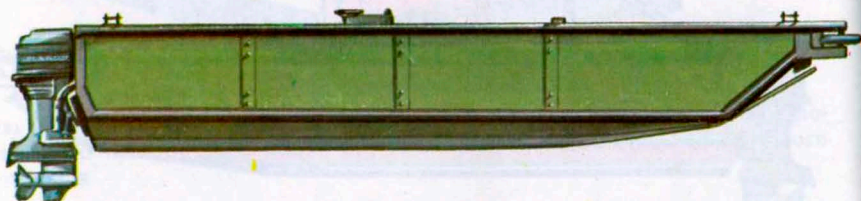
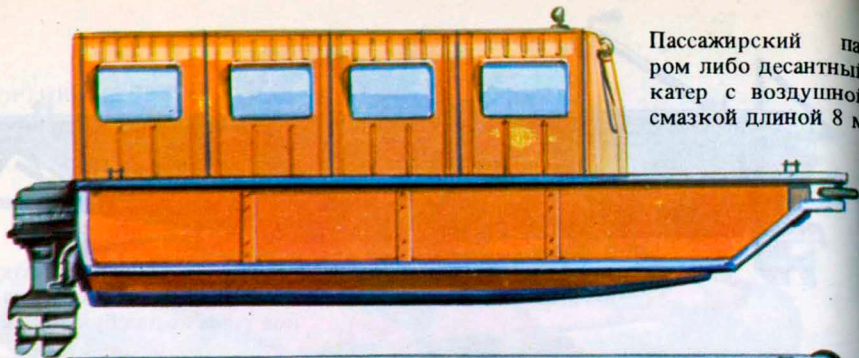
Вариант: Глиссер с воздушной смазкой „Си Трак” фирмы „Роторк” на колесной тележке для буксировки



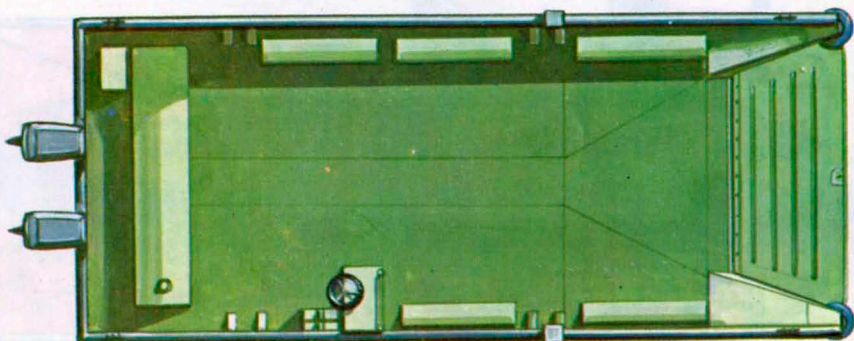
„Си Трак” с отделяемой рубкой и двумя подвесными моторами

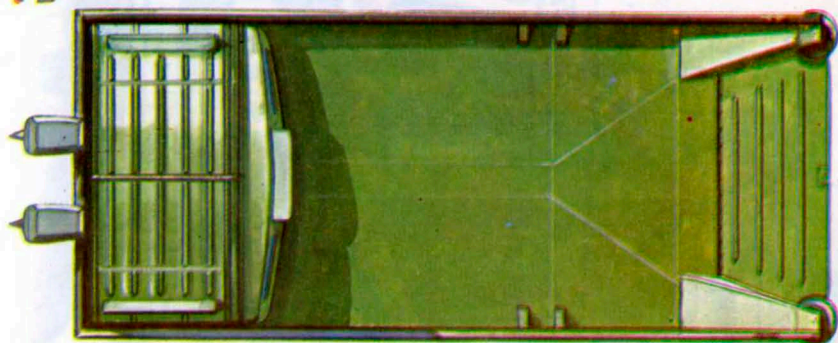
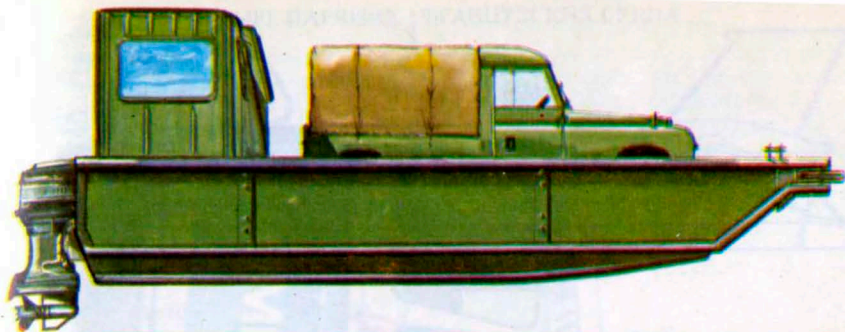


Пассажирский паром
либо десантный
катер с воздушной
смазкой длиной 8 м

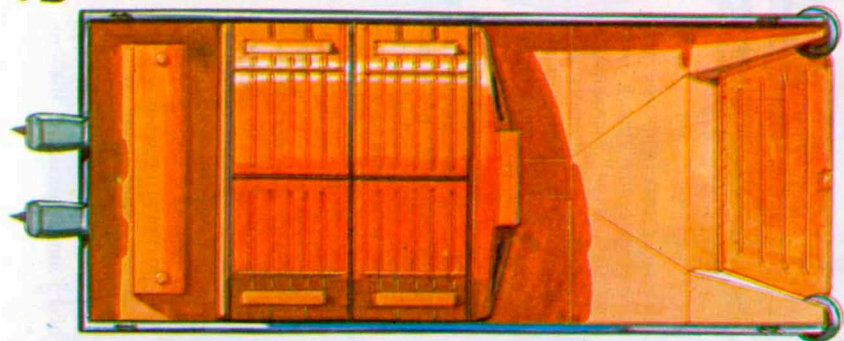
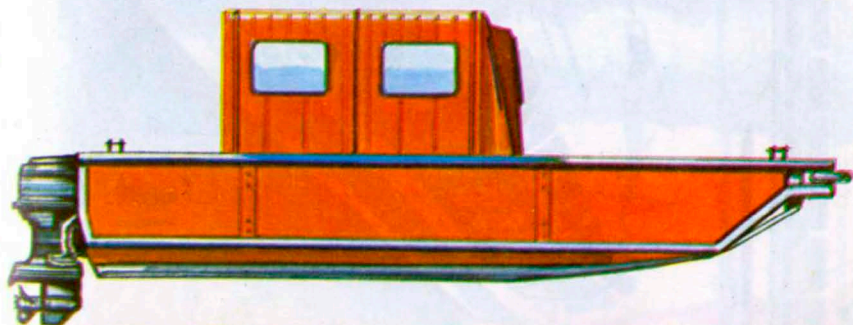


Десантный катер с воздушной смазкой „Роторк”, предназначенный для высадки десанта на мелководье, длиной 8 м и вместимостью 30 десантников





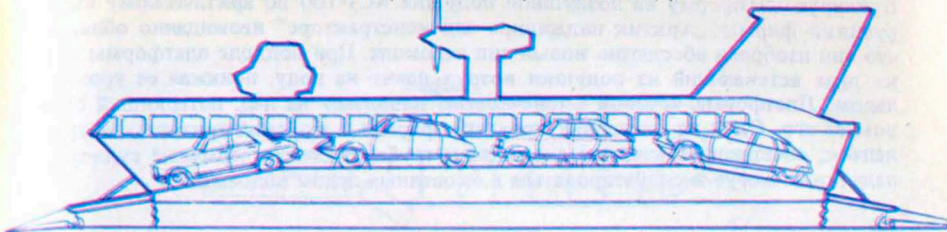
Вверху: „Роторк 8 м” – транспортный катер либо легкий автомобильный паром. *Внизу:* „Роторк” в качестве многоцелевого или скоростного патрульного катера



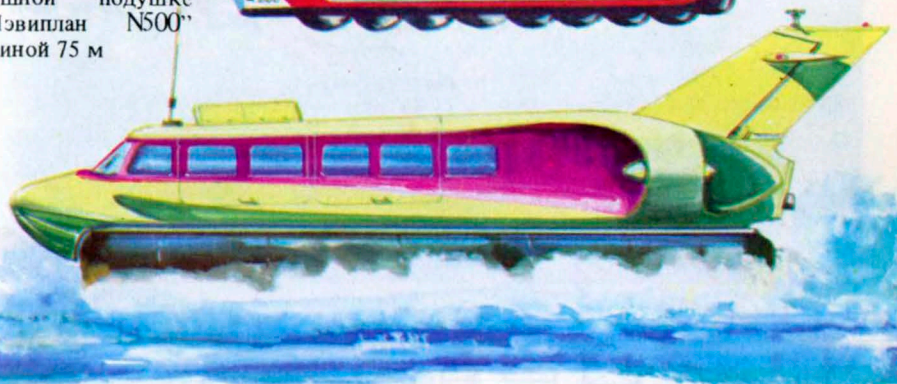
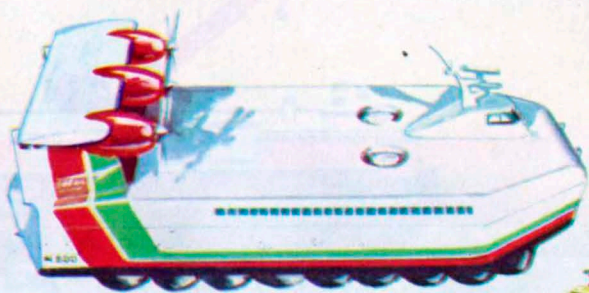


Советское пассажирское речное судно с воздушной смазкой типа „Заря“, оснащенное водометным двигателем. При быстром движении под носовой частью днища судна образуется и удерживается бортовыми скелетами подпушка из нагнетаемого встречным потоком воздуха. Во время движения судна под плоским днищем в направлении корды воздушная масса образует вместе с водяными брызгами водовоздушную смесь, которая служит как бы смазкой для скольжения по поверхности воды. „Заря“ оснащена одним V-образным дизелем, соединенным с одноступенчатым ротором водомета. Судно может двигаться со скоростью 28 уз и эксплуатироваться на реках с глубиной всего лишь полметра. Вместимость салона 65 пассажиров

ЧЕТЫРЕ ПАРЯЩИХ ФРАНЦУЗСКИХ СУДНА



Вверху: Автомобильно-пассажирский паром на воздушной подушке „Нэвиплан N300“ фирмы СЕДАМ
Справа: Автомобильно-пассажирский паром на воздушной подушке „Нэвиплан N500“ длиной 75 м

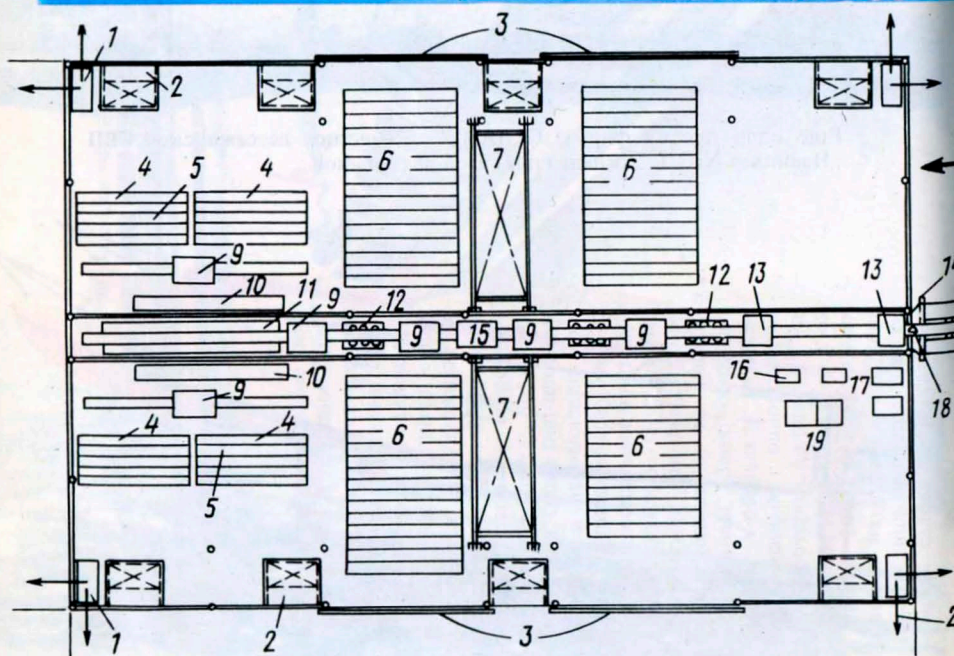


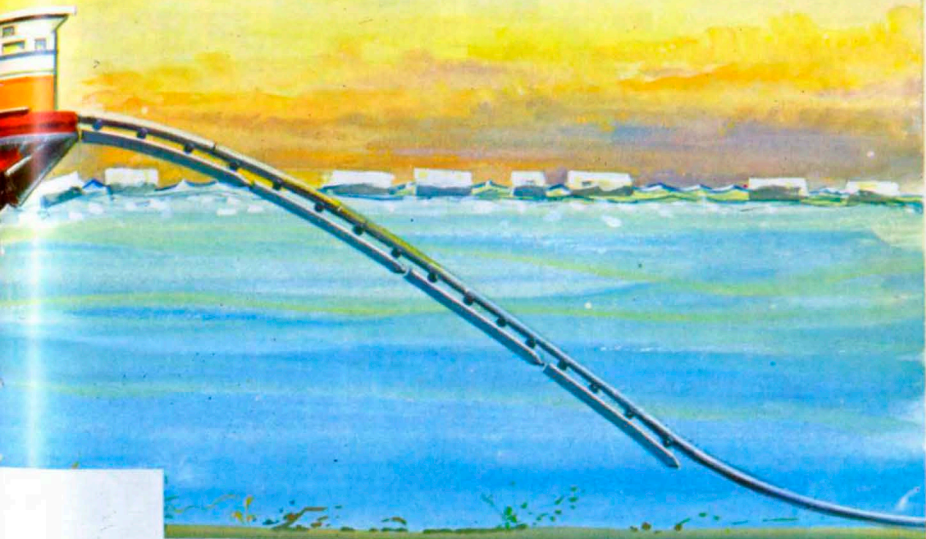
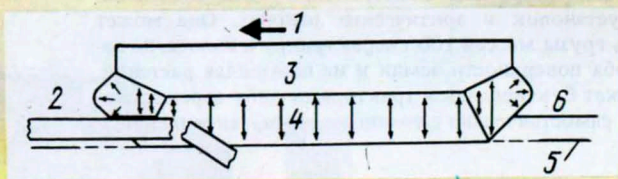
Еще один проект фирмы СЕДАМ – 12-местное пассажирское СВП „Нэвиплан N102L“, оснащенное газовой турбиной



Внизу: 4-тонный опытный катер Н890 фирмы „Аэроспасьяль“ с глубоко погруженными подводными крыльями

Буксируя платформу на воздушной подушке АСТ-100 по арктическому льду, сотрудники фирмы „Арктик инджинирс энд конструкторс” неожиданно обнаружили, что они изобрели абсолютно новый тип ледокола. При подходе платформы к кромке льда истекающий из подушки воздух давит на воду, понижая ее уровень под льдом. Платформа носовой оконечностью наползает на лед, потерявший опору, и ломает его. Один из последних проектов фирмы – морской арктический трубоукладчик, сочетающий качества ледокола и трубоукладчика. Обычные суда-трубоукладчики не могут эксплуатироваться в окованных льдом водоемах





Вверху: 1 – направление движения; 2 – слой льда; 3 – платформа на воздушной подушке; 4 – воздух под давлением; 5 – уровень воды, установившийся в результате действия воздушной подушки; 6 – уровень воды

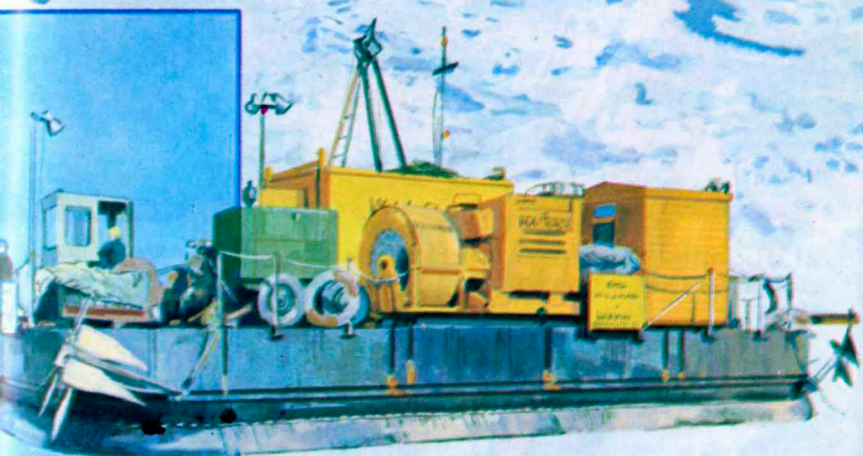
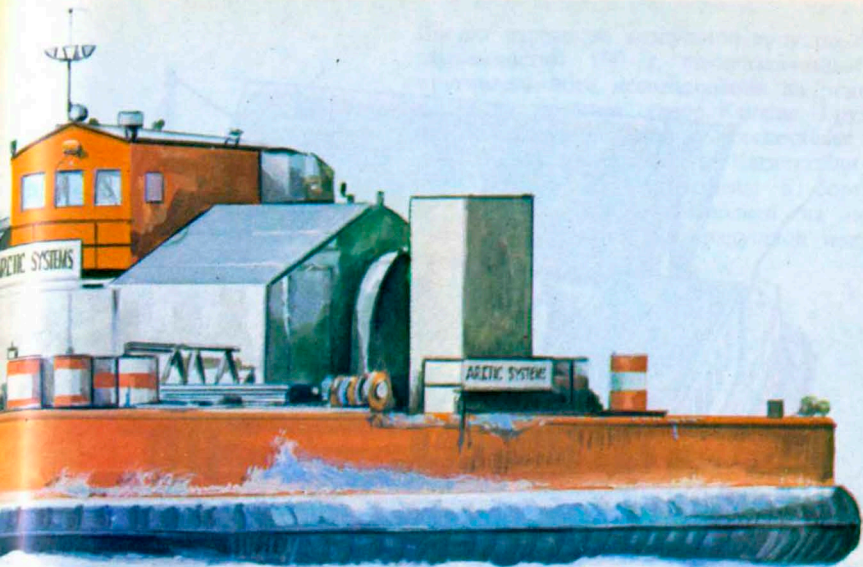
Слева: 1 – якорная лебедка; 2 – нагнетатель воздуха в подушку; 3 – аппарат; 4 – грузовая платформа; 5 – двойная соединительная система; 6 – склад труб; 7 – мостовой кран; 8 – направление движения; 9 – автоматическая сварочная установка; 10 – вертикальный конвейер для труб; 11 – автоматическая выравнивающая установка; 12 – рольганги; 13 – рентгеновская контрольная установка; 14 – горизонтальное направляющее устройство; 15 – направляющее устройство; 16 – бетономешалка; 17 – емкости для смазочного масла; 18 – вертикальное направляющее устройство; 19 – сборные бункеры; 20 – якорная цепь

Баржа на воздушной подушке АСТ-100 построена фирмой „Арктик инджинирс энд констракторс” для снабжения буровых установок в арктических районах. Она может перевозить грузы массой 100 т через тундру и болота, не нанося ущерба поверхности земли и не повреждая растений. Баржа может буксироваться тракторами либо перемещаться по льду самостоятельно с помощью троса, закрепленного якорем

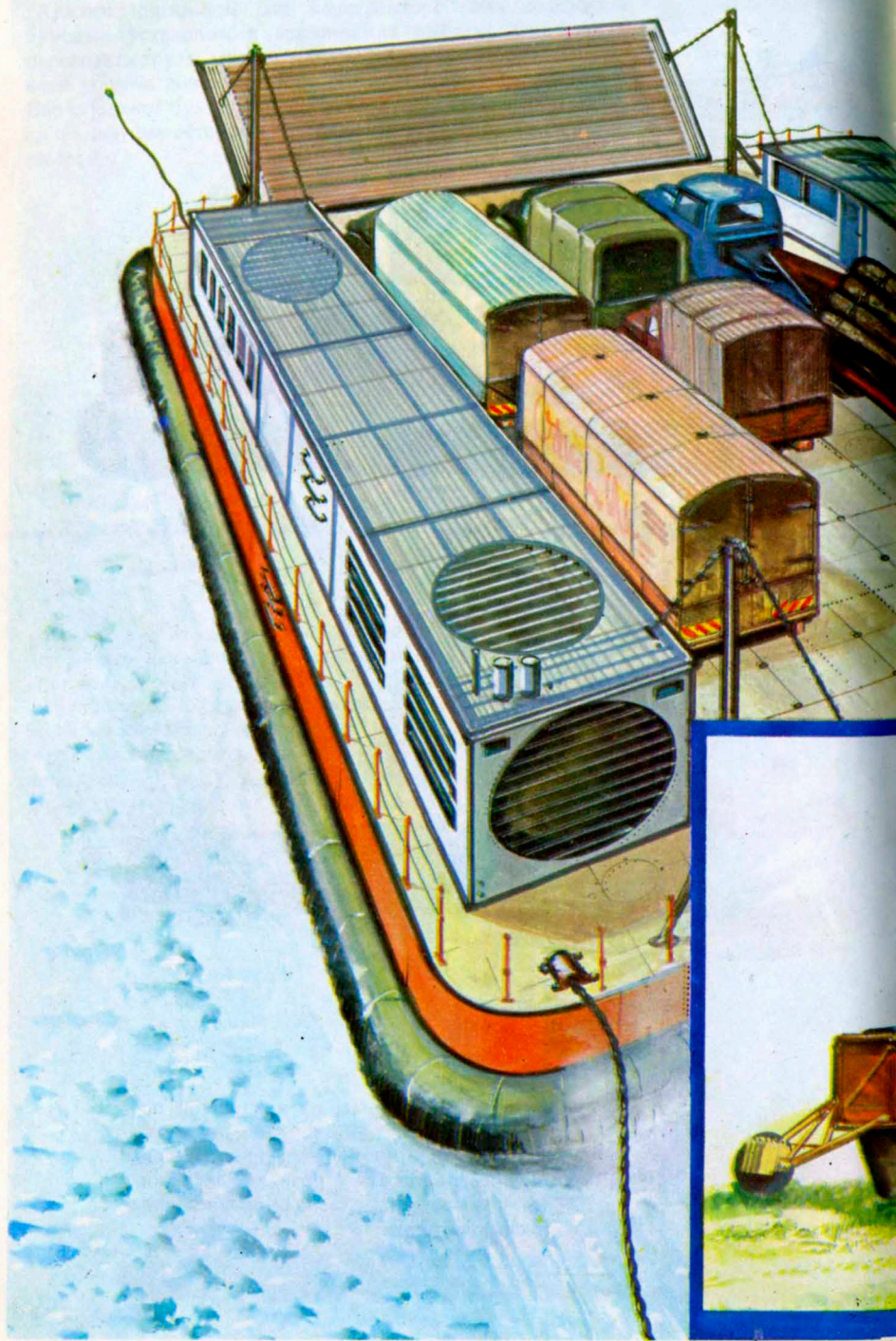


Арктическая буровая установка массой 3840 т спроектирована для эксплуатации в арктических морских условиях. Она представляет собой сочетание баржи на воздушной подушке и буровой установки. Система обогрева корпуса с использованием избыточного тепла от двигателей плавит лед, что позволяет судну находиться на плаву над скважиной





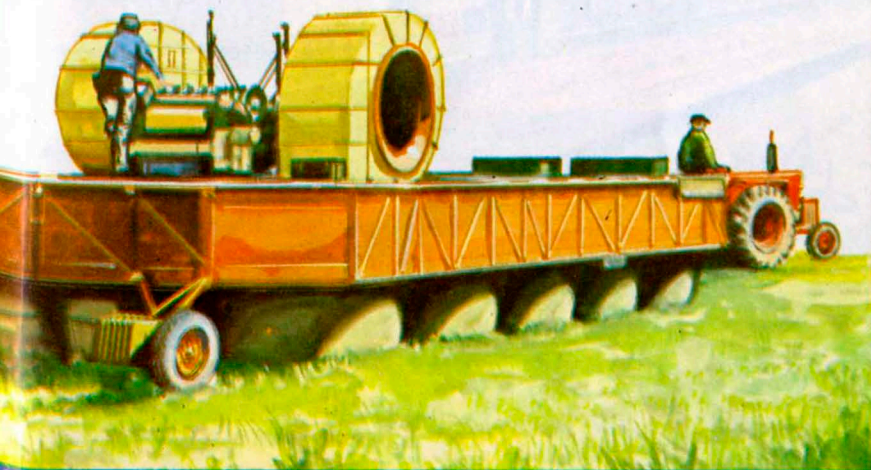
Вверху: Платформы на воздушной подушке фирмы „Макли-эйс лимитед” как правило либо буксируют, либо они передвигаются с помощью лебедки. Возможно также использование подвесных моторов



Проект паром на воздушной подушке грузоподъемностью 100 т, предназначенный для круглогодичного использования на реке Макензи на крайнем севере Канады. Грузовая палуба паромы по ширине обеспечивает трехрядное движение транспорта. Нагнетатели и машинное отделение размещены в бортовых надстройках. Проект выполнен на основе буровой платформы на воздушной подушке АСТ-100

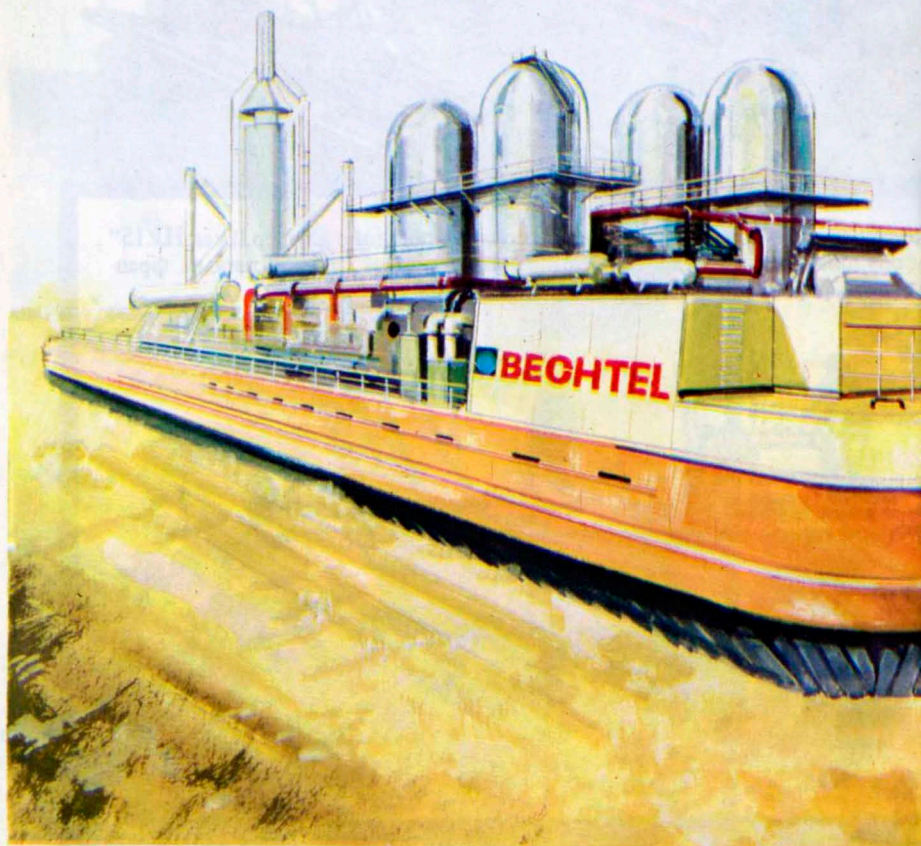


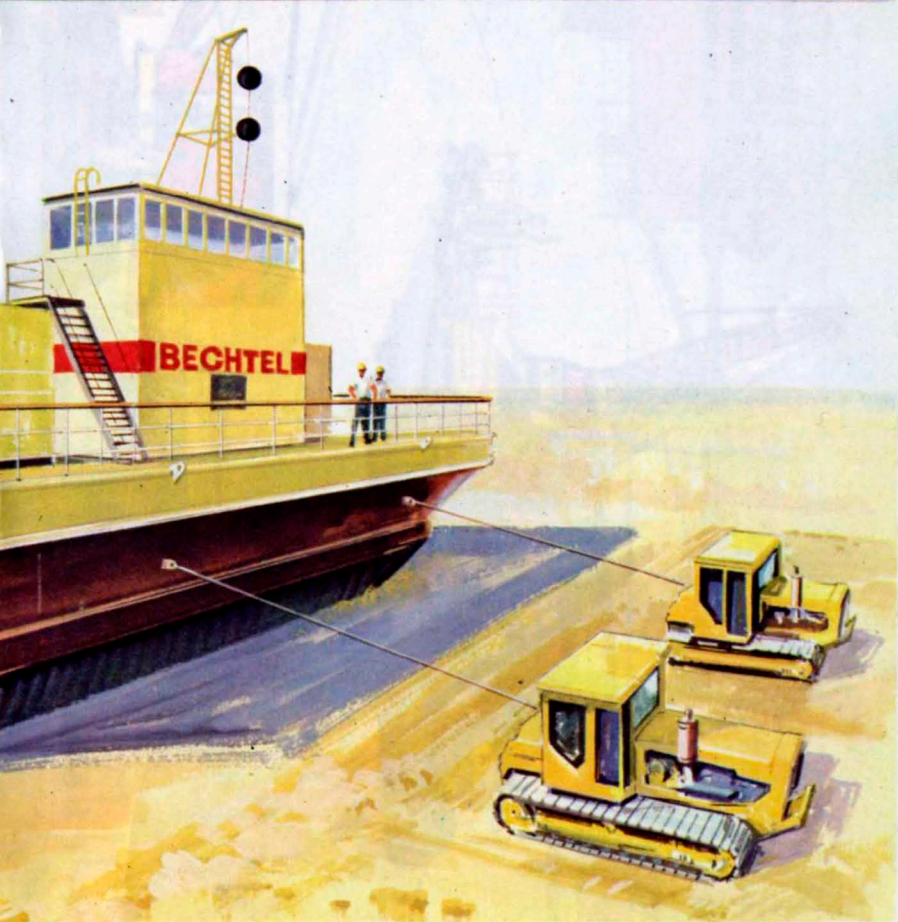
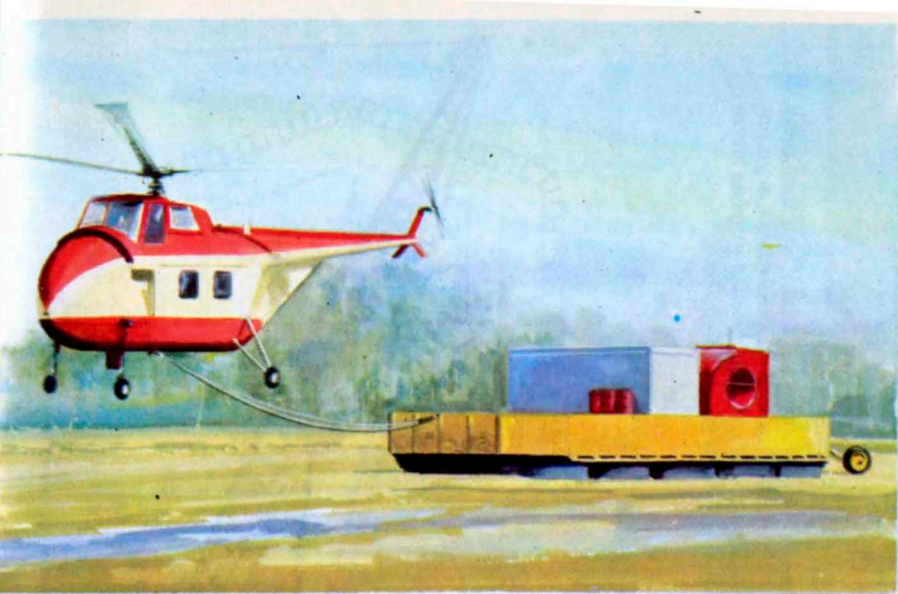
Построенный в Канаде трейлер на воздушной подушке „Ховер Джек НУ.15” оборудован многокамерным гибким ограждением, разработанным французской фирмой „Бертин”



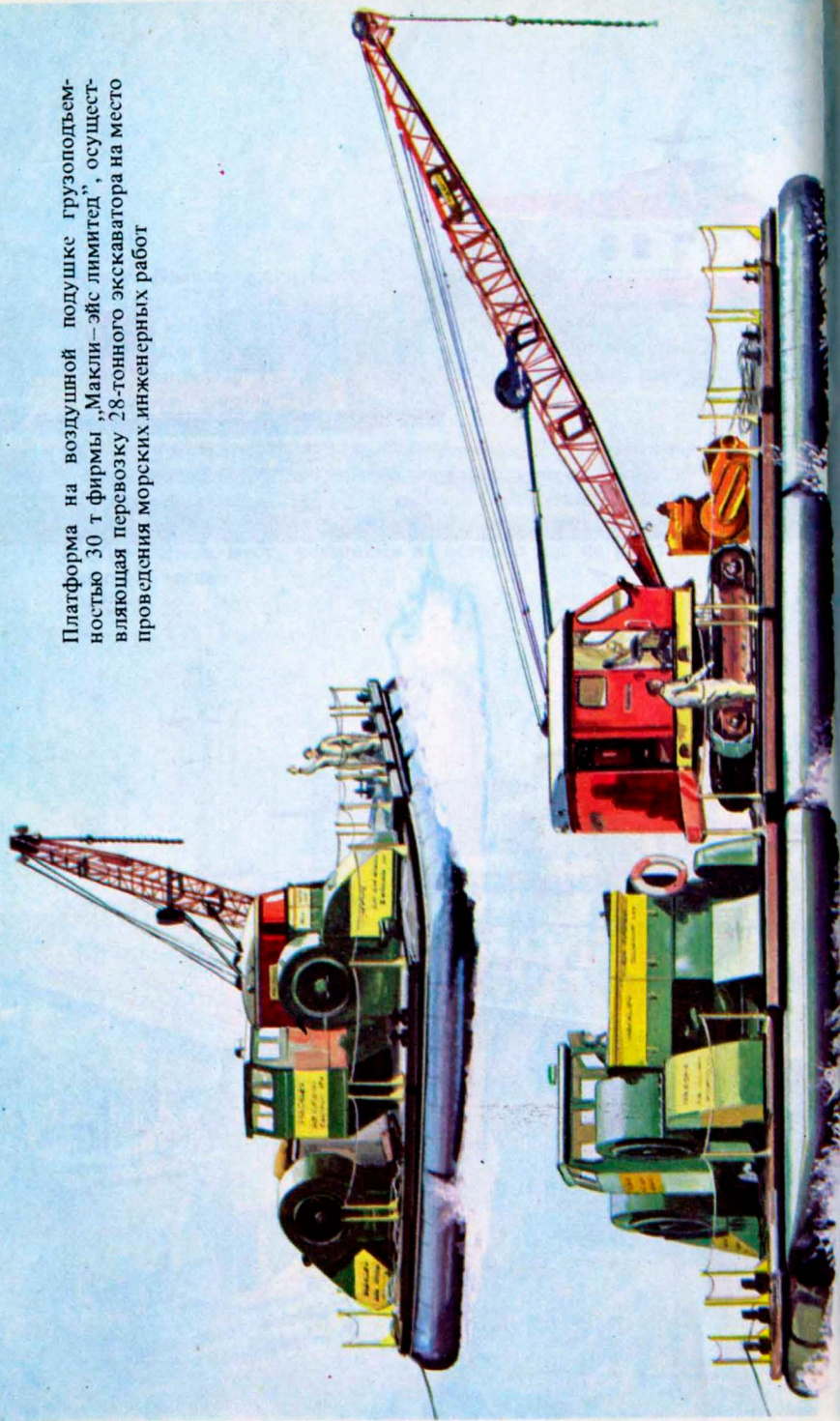
Справа: Практика подтвердила возможность использования вертолета S-55 конструкции Сикорского, принадлежащий фирме „Скай роторз лимитед“, в качестве буксира для трейлера „Ховек Джек НЛ.15“ в районах, где необходимо свести к минимуму степень повреждаемости легкоуязвимой поверхности тундры

Внизу: „Си Перл“ („Морская жемчужина“) – 750-тонная транспортная платформа на воздушной подушке, построенная фирмой „Макли-эйс лимитед“ для перевозки по частям нефтехимического предприятия со строительной площадки в Абу-Даби к месту установки на острове Дас на расстоянии в 110 миль

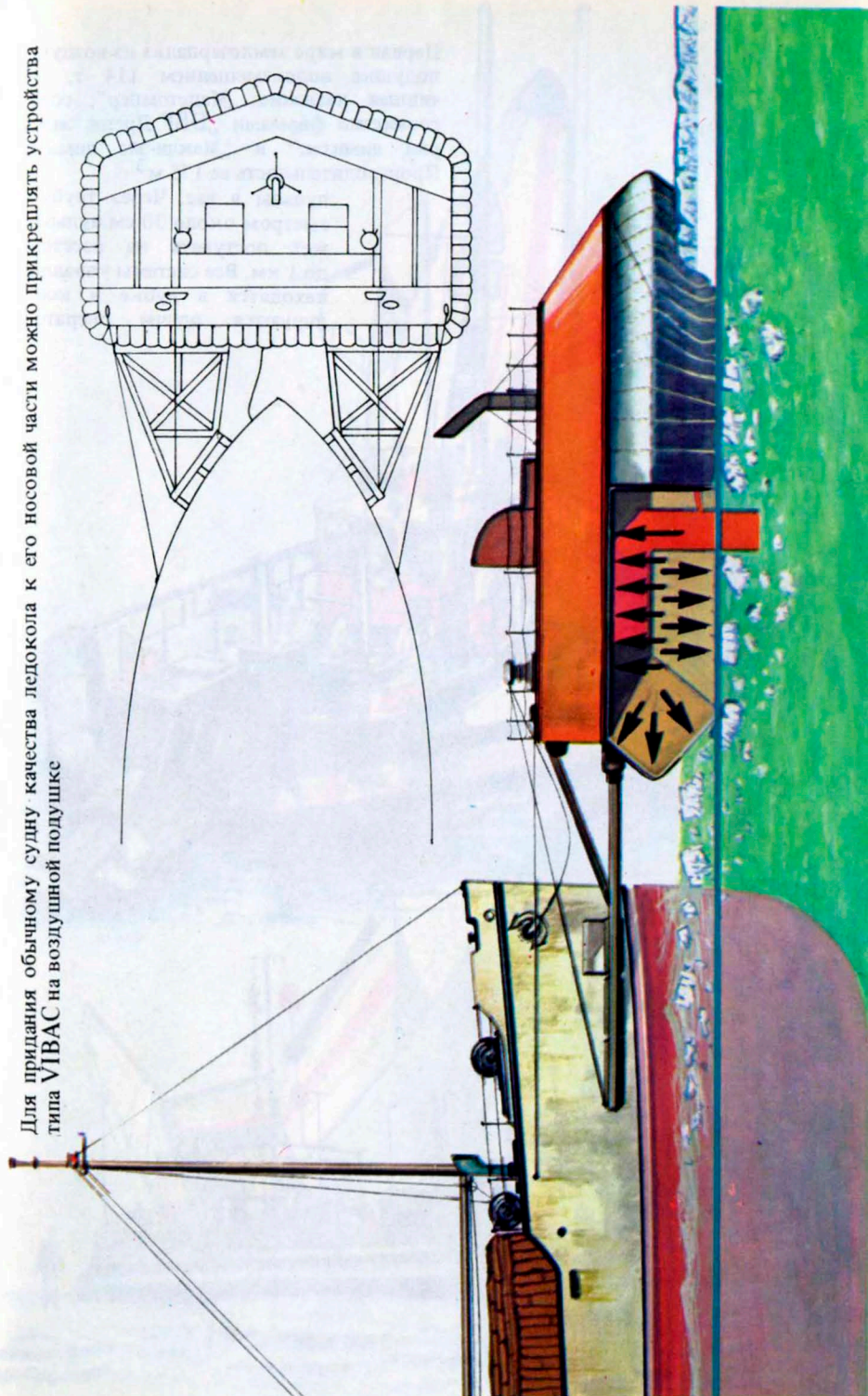




Платформа на воздушной подушке грузоподъемностью 30 т фирмы „Макли-эйс лимитед“, осуществляющая перевозку 28-тонного экскаватора на место проведения морских инженерных работ

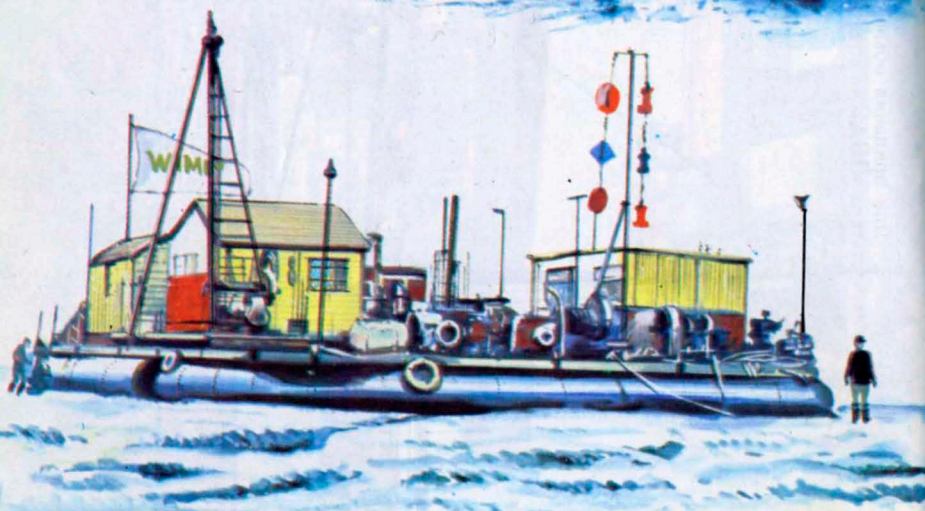


Для придания судну судно качества ледокола к его носовой части можно прикреплять устройства типа ВІВАС на воздушной подушке



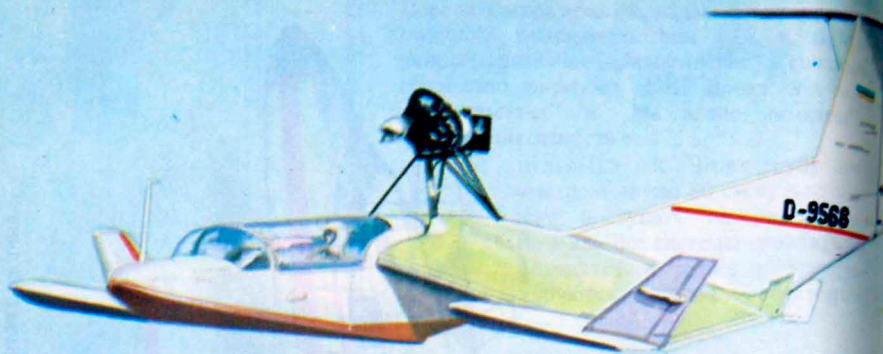
Первая в мире землечерпалка на воздушной подушке водоизмещением 114 т, получившая название „Мадстомпер“, создана совместно фирмами „ДВР Дредж энд марин лимитед“ и „Макли-эйс лимитед“. Производительность ее 175 м³

пульпы в час. Через трубу диаметром около 30 см пульпа может поступать на расстояние до 1 км. Все системы управления находятся в рубке и контролируются одним оператором



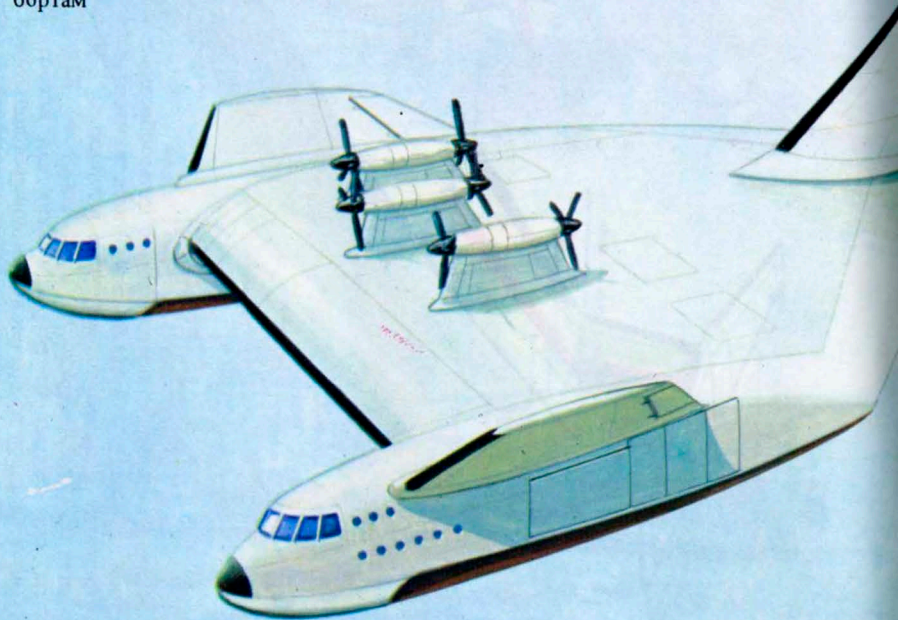


Один из проектов экраноплана с дельтообразным крылом под названием „Аэрофойл Боут“ конструктора Александра Липпиша. В подобных аппаратах использован эффект влипания опорной поверхности (воды или суши). Как и самолеты, они зависят от скорости движения вперед, которая является одной из причин возникновения подъемной силы. Однако эти аппараты как бы скользят на динамической воздушной подушке, образовавшейся между их корпусом и расположенной внизу опорной поверхностью. Проектная масса экраноплана 6 т. Он должен быть оснащен газовой турбиной и перевозить



Устойчивость экраноплана X-113 Ам в режиме движения над опорной поверхностью такова, что пилот может практически не касаться рычагов управления экранопланом

Проект 300-тонного транспортного экраноплана, выполненный по схеме „летающее крыло”, с двумя водоизмещающими корпусами по бортам





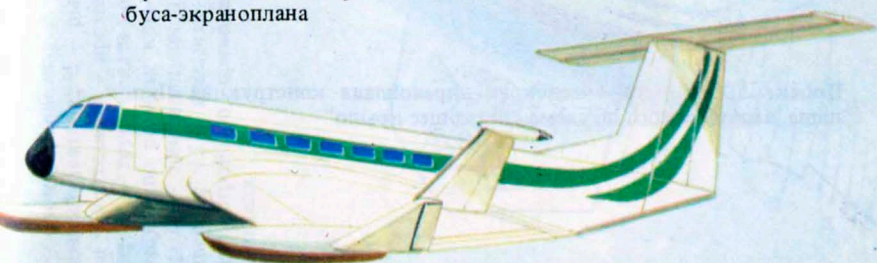
Экраноплан X-112 конструкции Липпиша, оснащенный двигателем „Рихтер” мощностью 25 л. с. (18 кВт)

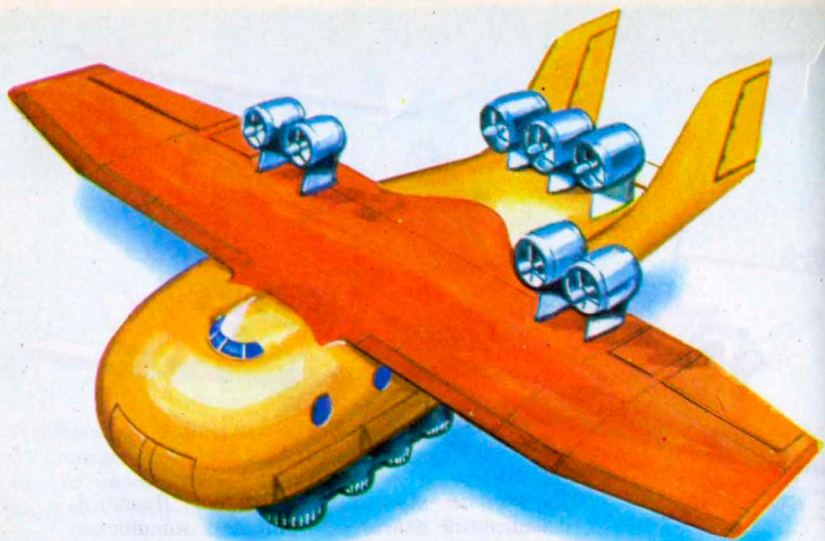


ВЕК НОВЫХ ЛЕТАЮЩИХ СУДОВ

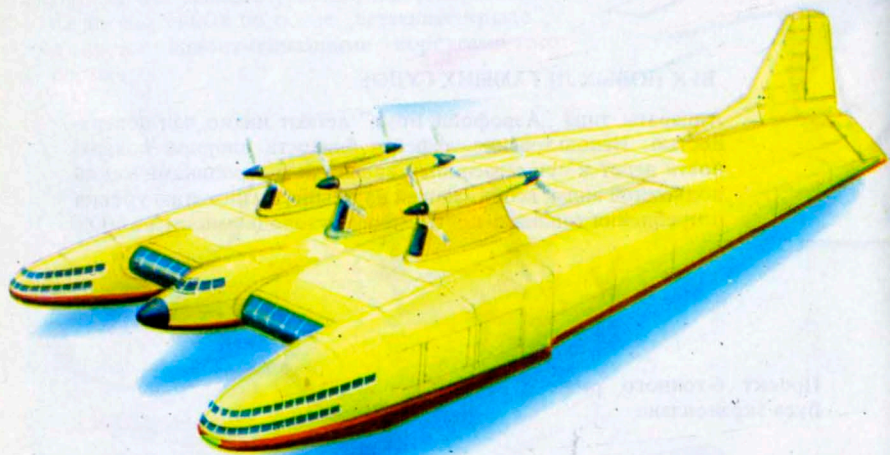
Аппараты типа „Аэрофойл Боут” летают низко над поверхностью. Использование эффекта близости опорной поверхности ведет к существенному увеличению аэродинамической подъемной силы, возникающей на крыле, к снижению уровня потребления топлива и повышению грузоподъемности на 400%

Проект 6-тонного речного автобуса-экрANOплана



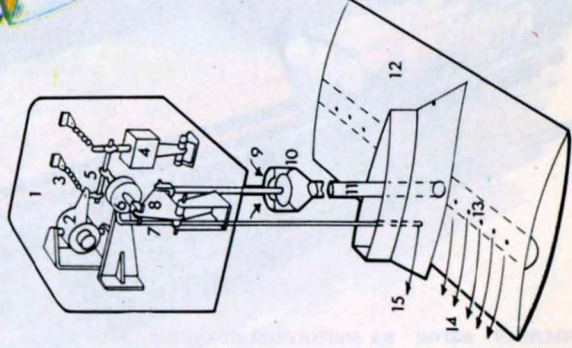


Проект 1400-тонного экраноплана французской фирмы „Бертин”, имеющего большую дальность полета в режиме движения над опорной поверхностью

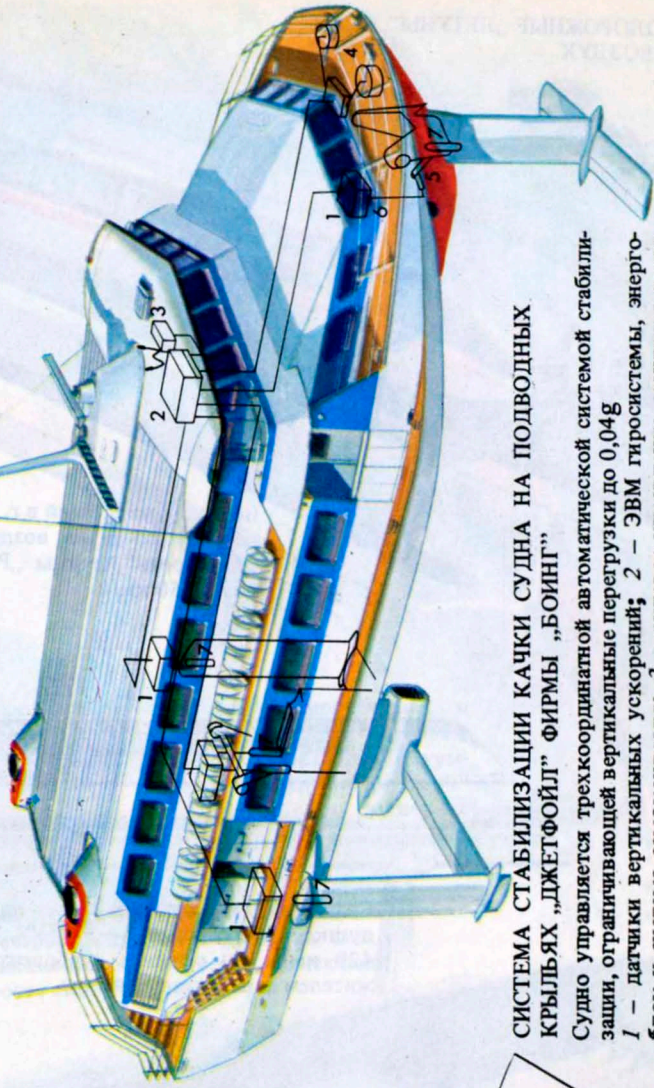


Проект 500-тонного океанского экраноплана конструкции Липпиша, выполненного по схеме „летающее крыло”

1 — блок управления; 2 — гидроскоп; 3 — пружина; 4 — поперечный инерционный маятник; 5 — рычаг-сумматор; 6 — вакуумный усилитель; 7 — привод усилителя; 8 — промежуточный рычаг; 9 — воздухозаборник; 10 — клапан; 11 — труба подачи воздуха; 12 — подводное крыло; 13 — распределение воздуха по размаху крыла; 14 — зона воздушной кавсерны; 15 — всасывающее устройство привода усилителя



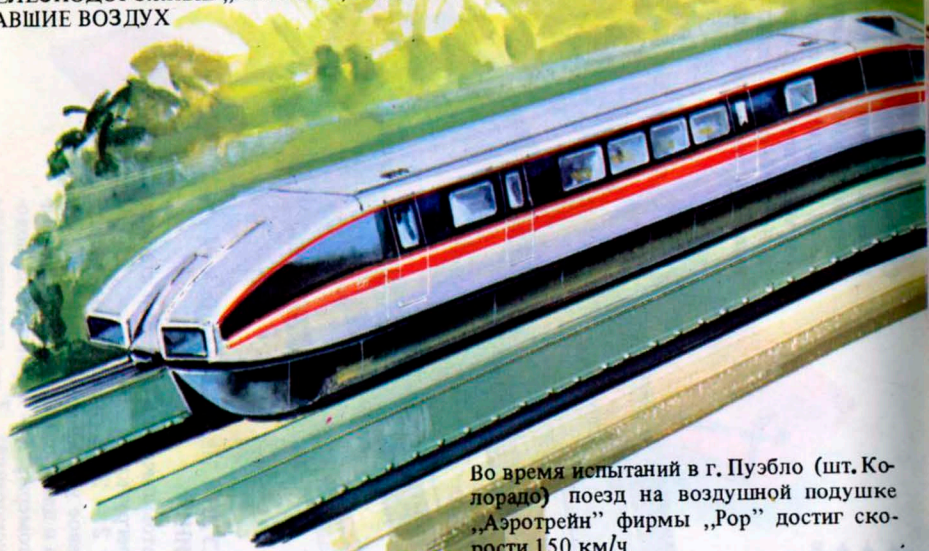
Система воздушной стабилизации фирмы „Шартел-Супрамар“ уменьшает качку на волнении в открытом море, причем для этого не требуется использования движущихся частей



СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧКИ СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ „ДЖЕТФОЙЛ“ ФИРМЫ „БОИНГ“

Судно управляется трехкоординатной автоматической системой стабилизации, ограничивающей вертикальные перегрузки до 0,04g
 1 — датчики вертикальных ускорений; 2 — ЭВМ гиросистемы, энергоблок и система самоконтроля; 3 — рулевое управление, контроль высокого крыла; 4 — приборная панель с указателем курса и датчиками положения подвоята пилона; 6 — датчик боковых ускорений; 7 — сервопривод пово-

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ „ЛЕТУНЫ”, ОСЕД-
ЛАВШИЕ ВОЗДУХ



Во время испытаний в г. Пуэбло (шт. Колорадо) поезд на воздушной подушке „Аэротрейн” фирмы „Рор” достиг скорости 150 км/ч



Созданный во Франции поезд на воздушной подушке „Аэротрейн 1—80HV” имеет скорость 420 км/ч. Он оснащен турбовентиляторным двигателем горизонтальной тяги



Опытный вагон на магнитной подушке „Комет”, сконструированный фирмой МВВ в ФРГ, движется с помощью ракетных двигателей

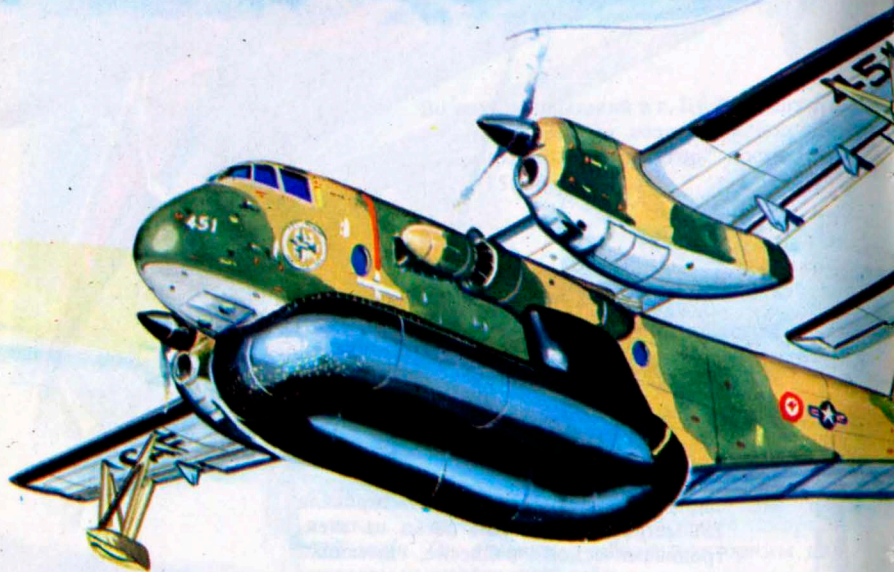


Спроектированный и построенный во Франции поезд на вакуумной подушке „Урба 30” крепится на подвесные тележки

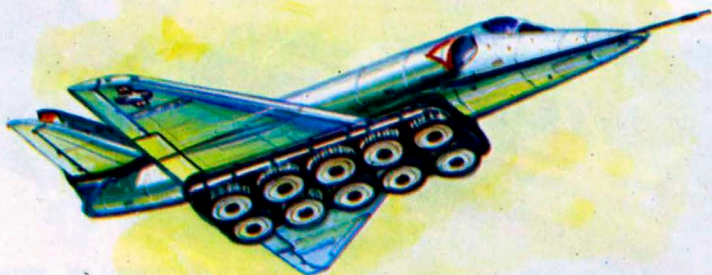
Фирма „Грумман” спроектировала 150-метровый опытный поезд на электродинамической подвеске, имеющий скорость около 500 км/ч

ВОЗДУШНАЯ ПОДУШКА ДЛЯ МЯГКОЙ ПОСАДКИ

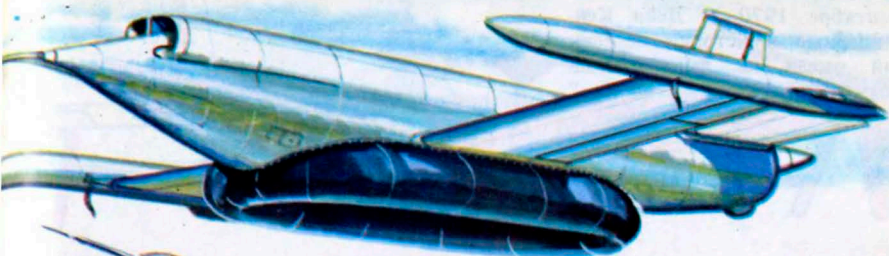
Проект самолета с шасси на воздушной подушке „Спэнлоудар” фирмы „Локхид-Джорджия” массой 5 000 т. Шасси на воздушной подушке будут установлены на концах крыльев на фюзеляже



Первый крупный самолет с шасси на воздушной подушке „ХС-8А Буффало”



Для одной из модификаций палубного истребителя „А-4 Скайхок” разработан вариант шасси на многокамерной воздушной подушке



Шасси на воздушной подушке обеспечит радиоуправляемому самолету „Джиндивик” благополучную посадку без повреждений

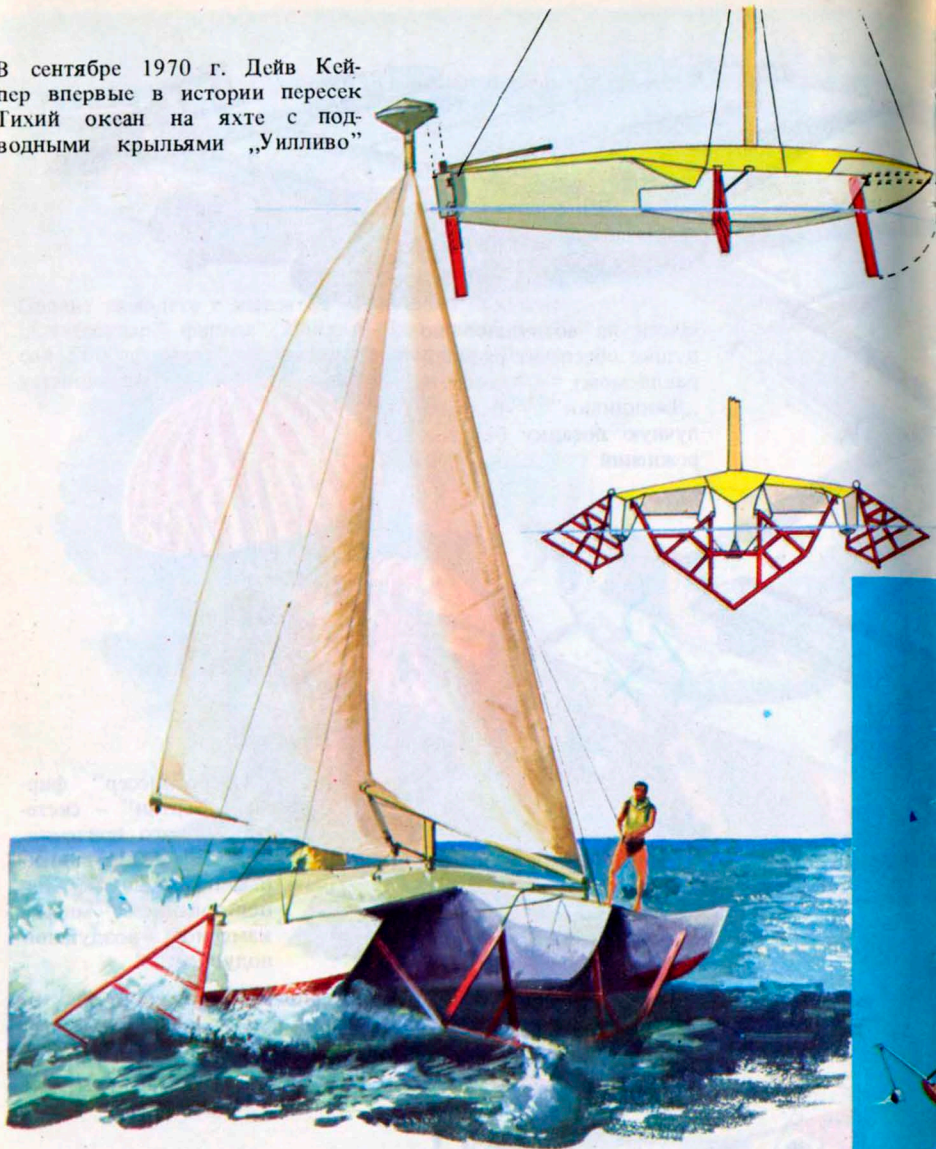


„Аттероглиссер” фирмы „Бертин” — система мягкого приземления грузов, сброшенных на парашюте, с использованием многокамерной воздушной подушки

Внизу: „Лейк L-4” — первый самолет, доказавший возможность практического применения воздушной подушки в авиации

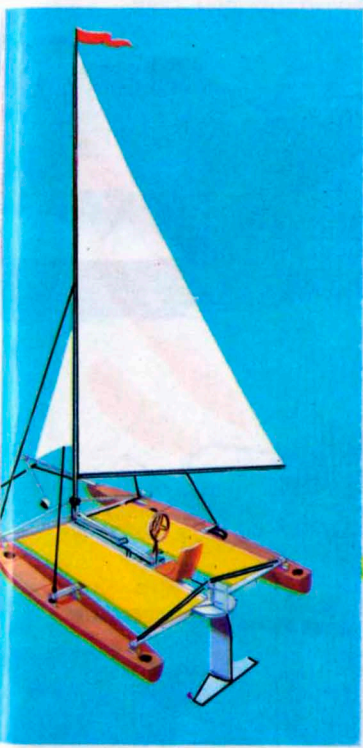
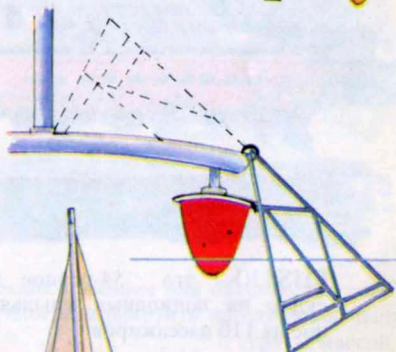
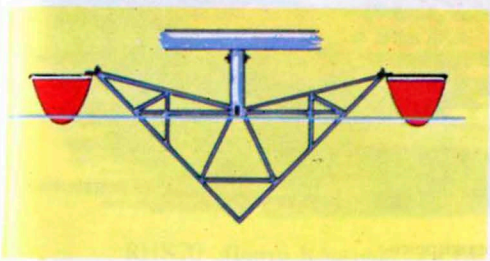
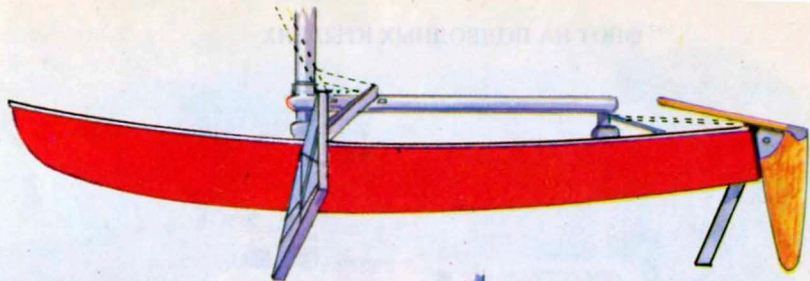


В сентябре 1970 г. Дейв Кейпер впервые в истории пересек Тихий океан на яхте с подводными крыльями „Уилливо”



Этот тримаран длиной около 10 м оснащен V-образным крылом в носовой части, этажерочной системой подводных крыльев на корме и одним боковым подвесным крылом на каждом из двух понтонов слева и справа. При сильном устойчивом ветре скорость яхты достигает 30 уз

Справа: Один из проектов парусной яхты на подводных крыльях класса „Финн” Кристофера Гука. Остойчивость обеспечивается с помощью сенсорной системы, регулирующей угол атаки подводных крыльев



Фирма „Дак хайдро-
фойлз” из Сосалито в
Калифорнии выпускает
в продажу складные
подводные крылья для
общедоступных ката-
маранов длиной 4–6 м

ФЛОТ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ



RHS110 – это 54-тонное пассажирское судно на подводных крыльях, рассчитанное на 110 пассажиров

Справа: Роскошное СВП „RHS Алияхт” со скоростью 38 уз и радиусом плавания 400 миль (740 км)



Внизу: СПК RHS1400 „Кондор 3” эксплуатируется компанией „Кондор лимитед” на линии между островами в проливе Ла-Манш и Францией





RHS70 „Порто Корсини” – СПК, предназначенное для обеспечения снабжения морских буровых установок, может перевозить на открытой палубе грузы массой 3 т



Фирма „Кантиере Навалтекника” (бывшая верфь „Леопольдо Родригес”) в Мессине (Сицилия) является старейшим предприятием-изготовителем транспортных СПК. За время с 1956 г., когда был спущен на воду первый катер на подводных крыльях „Супрамар”, фирма построила и поставила более 120 катеров. Среди ее последних разработок вспомогательные катера для морских буровых установок и скоростные ракетные катера

Слева: Новое судно серии RHS – 82-тонное СПК RHS160 со скоростью 36 уз и салоном на 160–200 пассажиров



ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ КРЫЛЬЕВ

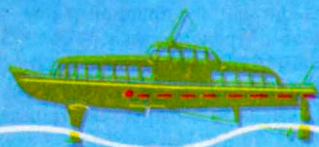


Слева: Обычная, или „самолетная“, схема подводных крыльев. Иногда основное подводное крыло делится на две части, чем обеспечивается возможность их подъема в вертикальное положение

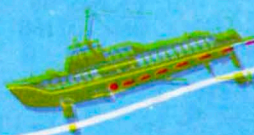
Справа: Схема подводных крыльев типа „тандем“. Площадь поверхности носовых крыльев приблизительно равна площади поверхности кормовых крыльев. Масса катера распределена между ними поровну



Слева: Расположение подводных крыльев типа „утка“, при котором основное крыло с большим размахом расположено в корме позади центра тяжести, а малое крыло — в носовой оконечности катера



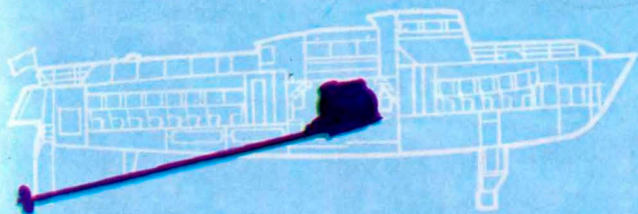
Платформинг — движение СПК, не следующего за контуром волны



Контуринг — движение СПК с закрепленными гидрокрыльями в соответствии с профилем волн

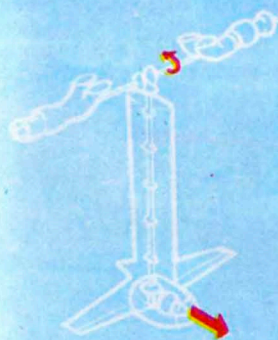
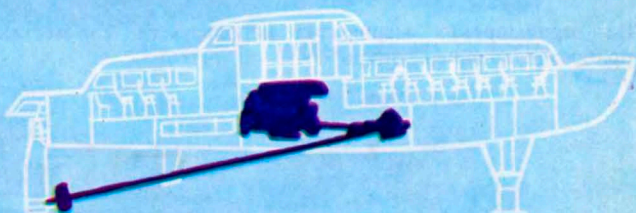


Сглаженное движение на крутой волне СПК с автоматическим управлением глубоко погруженными подводными крыльями

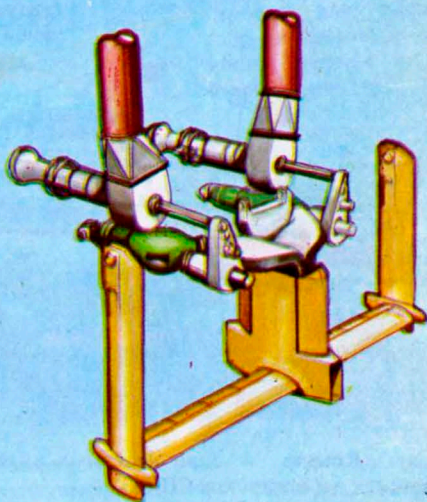


Слева: Гребной винт с передачей через наклонный вал

Справа: Винт, вращаемый с помощью V-образной передачи. Как и передача через наклонный вал, эта система используется на СПК с малым клиренсом от киля до поверхности воды

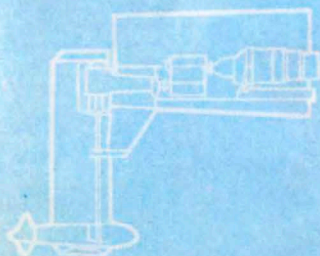


Сконструированный во Франции комплекс с водометным двигателем



Двигательная система с водометами, примененная на катере на подводных крыльях „Джетфойл” фирмы „Боинг”. Каждый из двух осевых насосов перерабатывает по 2780 кВт и дает тягу порядка 5000 кгс

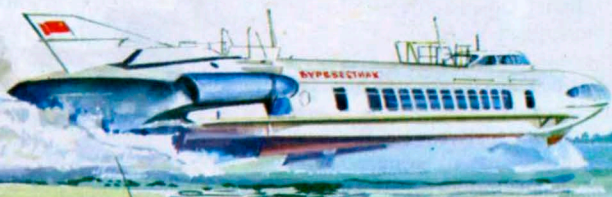
Слева: %-образная передача. Двигатель работает через установленный на нижней палубе угловой редуктор на вертикальный вал, соединенный со вторым редуктором и передающий вращение через горизонтальный вал на гребной винт. Это устройство обеспечивает намного большую высоту хода над поверхностью, чем при использовании V-образной передачи или наклонного вала



СОВЕТСКИЕ ЭКСПРЕССЫ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ



На черноморских маршрутах используется 268-местный
прибрежный лайнер „Вихрь”



„Буревестник” оснащен водометными дви-
жителями, работающими от газовой турбины



На Черном море курсирует 94-местная
„Стрела”

Внизу: „Комета” — одно из самых удачных
советских пассажирских СПК





„Метеор” — речной вариант „Кометы”

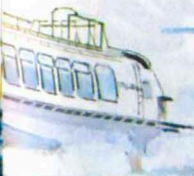


Вверху: „Беларусь” построена для эксплуатации на каналах и мелководных реках с глубинами менее 1 м

Внизу: „Тайфун” — наиболее современное советское СПК. Имеет систему автоматического управления подводными крыльями и может эксплуатироваться в открытом море



Слева: „Восход” заменил „Ракету”, которая эксплуатируется уже 17 лет

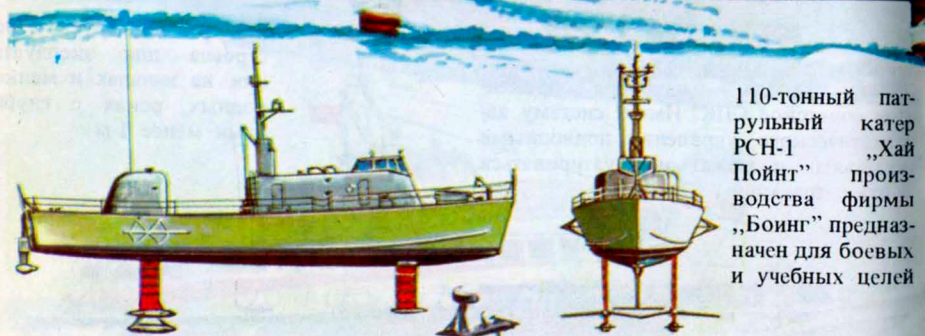


„Ракета” — первое пассажирское судно конструкции Алексева



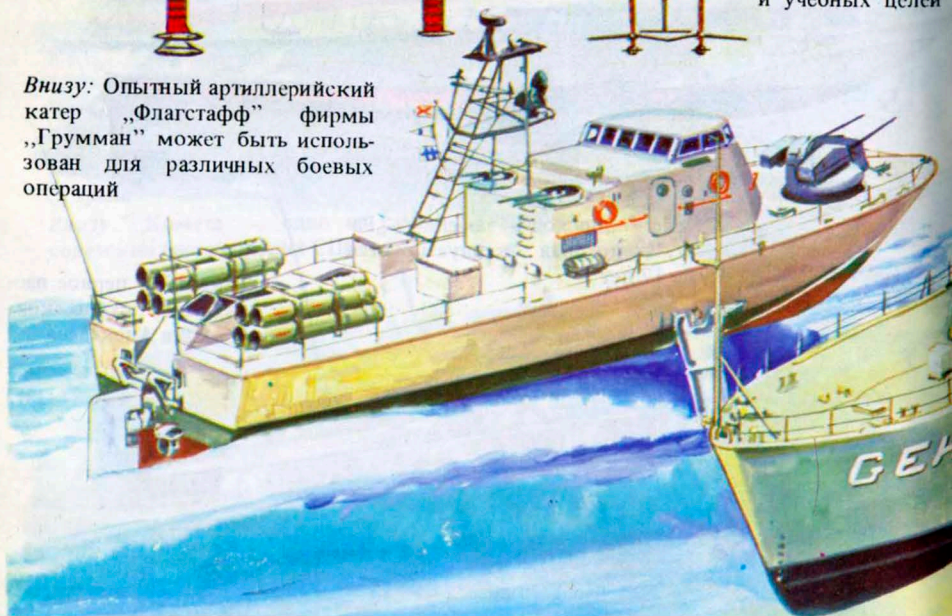
БОЕВЫЕ КПК

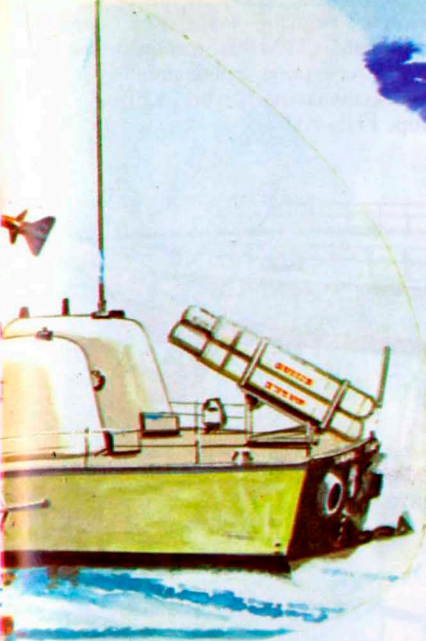
С середины 50-х годов основную роль в создании КПК играли ВМС США. Военно-морское ведомство США считает КПК одним из лучших средств обороны против скоростных ракетных кораблей, эсминцев и атомных подводных лодок, особенно при сложных погодных условиях



110-тонный патрульный катер РСН-1 „Хай Пойнт” производства фирмы „Боинг” предназначен для боевых и учебных целей

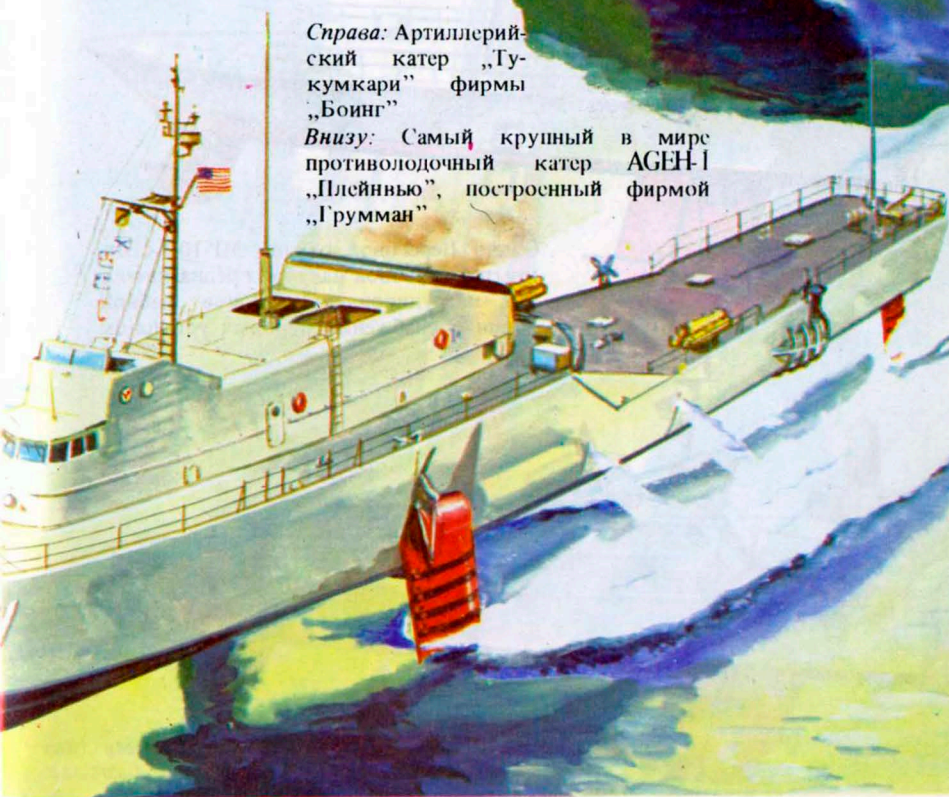
Внизу: Опытный артиллерийский катер „Флагстафф” фирмы „Грумман” может быть использован для различных боевых операций





Справа: Артиллерийский катер „Гукумкари“ фирмы „Боинг“

Внизу: Самый крупный в мире противолодочный катер АGEN-I „Плейнью“, построенный фирмой „Грумман“



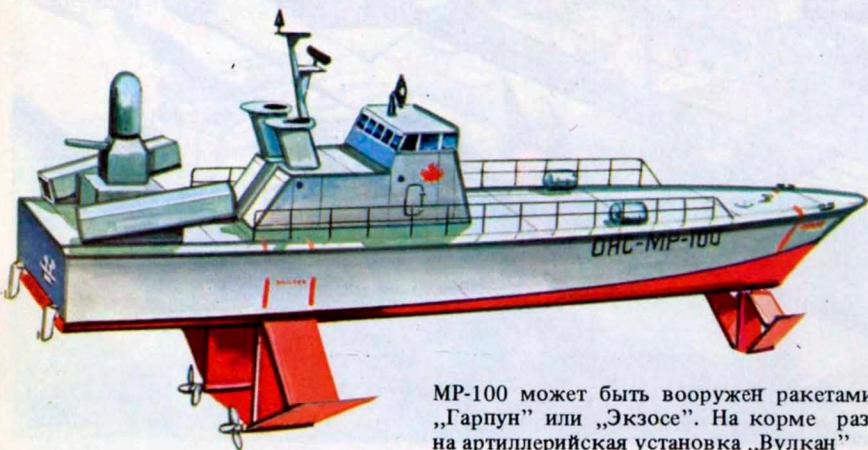
В последней модели канадской фирмы „Де Хэвилленд“ МР-100 использована та же система жесткого крепления крыльев с расположением по схеме „утка“, что и на катере FHE-400



Патрульно-противолодочный вариант

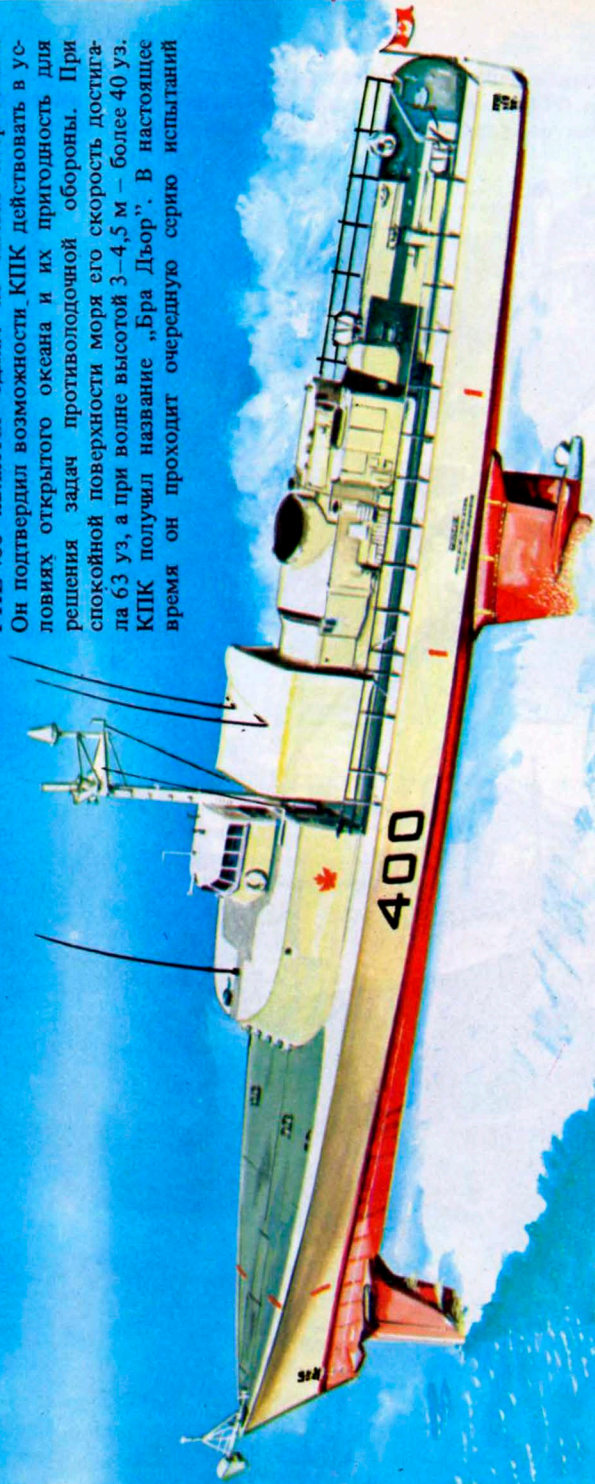


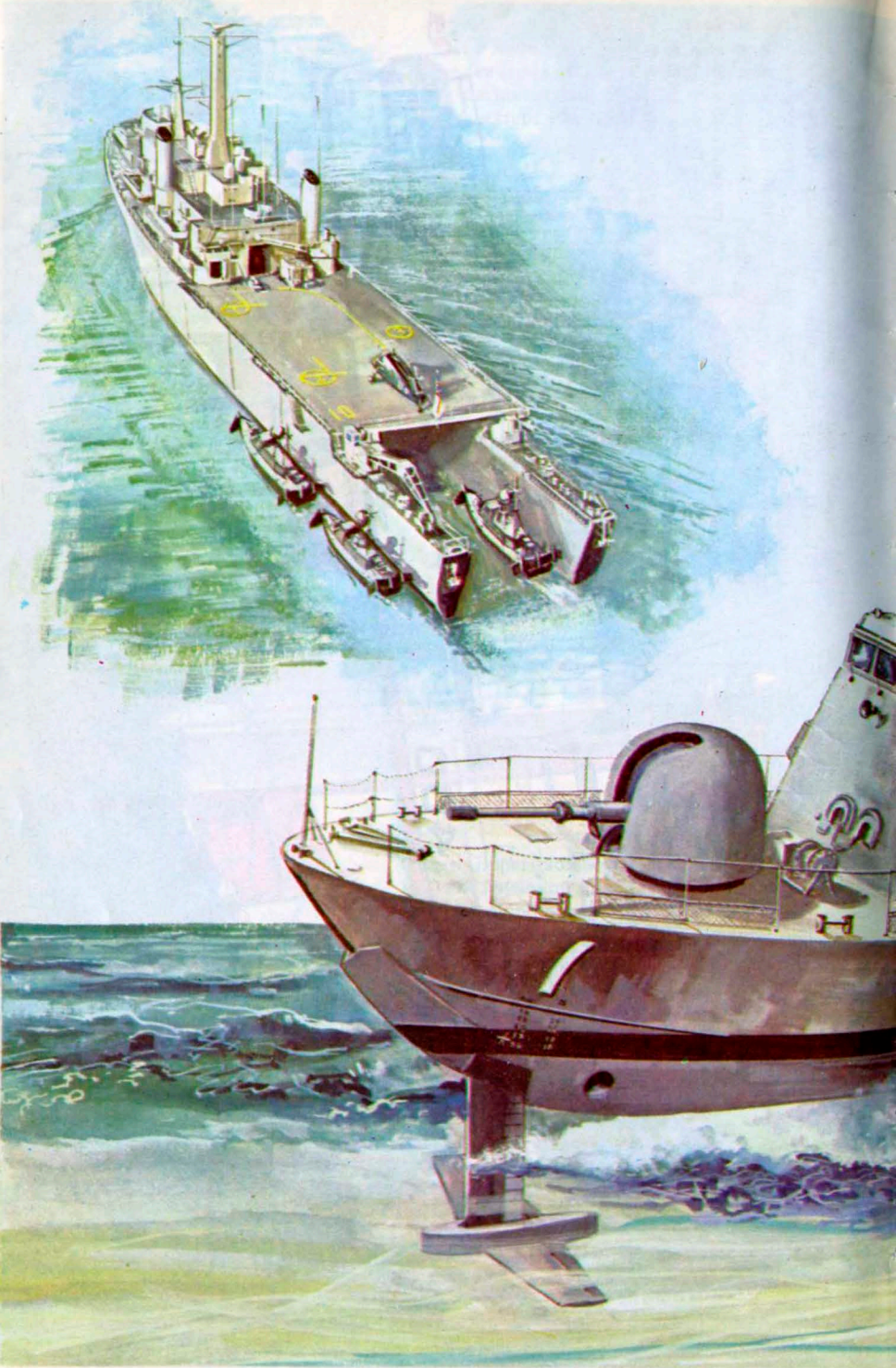
Судно Береговой охраны МР-100 с открытой грузовой палубой предназначено для патрулирования районов рыбной ловли и снабжения буровых установок



МР-100 может быть вооружен ракетами типа „Гарпун“ или „Экзосе“. На корме размещена артиллерийская установка „Вулкан“

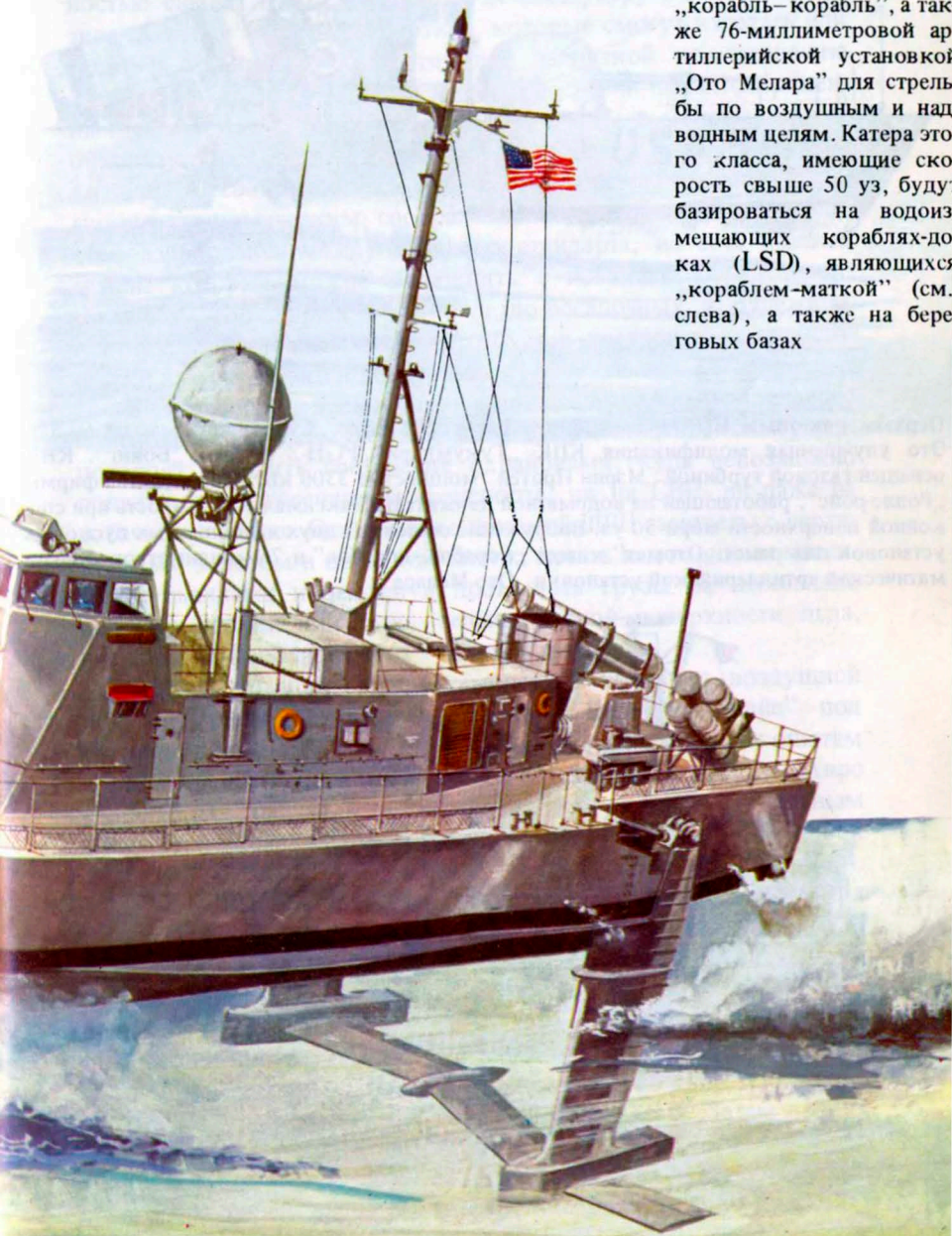
230-тонный катер канадского королевского ВМФ FHE-400 является одним из самых скоростных. Он подтвердил возможность КПК действовать в условиях открытого океана и их пригодность для решения задач противолодочной обороны. При спокойной поверхности моря его скорость достигала 63 уз, а при волне высотой 3-4,5 м — более 40 уз. КПК получил название «Бра Дьор». В настоящее время он проходит очередную серию испытаний



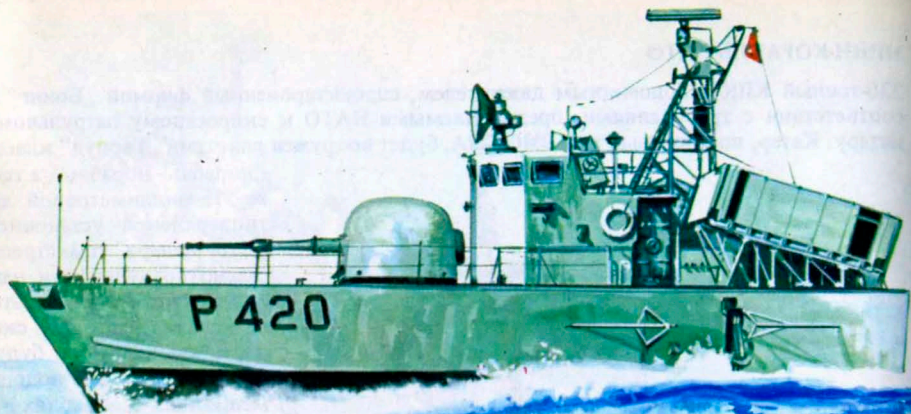


МИНИ-КОРАБЛЬ НАТО

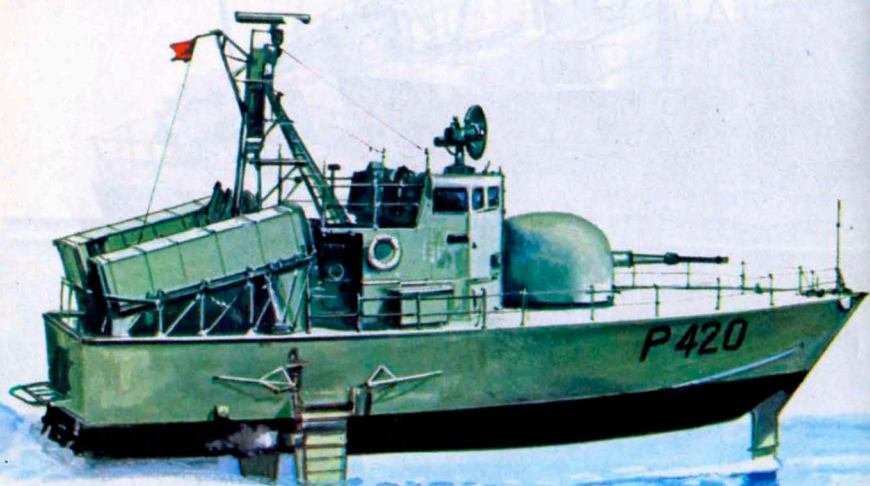
230-тонный КПК с водометным двигателем, спроектированный фирмой „Боинг” в соответствии с требованиями, предъявляемыми НАТО к скоростному патрульному катеру. Катер, построенный для ВМС США, будет вооружен ракетами „Гарпун” класса „корабль-корабль”, а также 76-миллиметровой артиллерийской установкой „Ото Мелара” для стрельбы по воздушным и надводным целям. Катера этого класса, имеющие скорость свыше 50 уз, будут базироваться на водоизмещающих кораблях-доках (LSD), являющихся „кораблем-маткой” (см. слева), а также на береговых базах



На рисунке водозаборник на кормовых стойках подводного крыла ошибочно повернут на 180° относительно вертикальной оси. — Прим. ред.



Первым ракетным КПК итальянского ВМФ стал катер „Суордфиш” массой 62,5 т. Это улучшенная модификация КПК „Тукумари” РGH-2 фирмы „Боинг”. КПК оснащен газовой турбиной „Мэрин Протей” мощностью 3300 кВт производства фирмы „Роллс-ройс”, работающей на водометной движитель. Максимальная скорость при спокойной поверхности моря 50 уз. Вооружение состоит из двух неподвижных пусковых установок для ракет „Отомат” класса „корабль-корабль” и 76-миллиметровой автоматической артиллерийской установки „Ото Мелара”



Более того, ШВП позволит в будущем создать целый ряд новых гигантских транспортных экранопланов грузоподъемностью свыше 1000 т, подобных „Спенлоудеру”, или аппараты типа „Сайджи” инженера Бертина, которые смогут взлетать или садиться с гораздо более тяжелой загрузкой по сравнению с выдерживаемой обычными многоколесными шасси современных самолетов. Эти крупные транспортные самолеты смогут обходиться без обычных аэродромов. Тогда станет возможным воздушное сообщение со многими районами земного шара, где по экономическим соображениям невозможно строительство аэродромов международного стандарта, но есть участки земли, которые можно выровнять с помощью бульдозеров. Отпадает необходимость во взлетно-посадочных и рулежных полосах. Единственное, что потребуется построить, — это площадки для разгрузки и погрузки.

В настоящее время проявляется значительный интерес к использованию самолетов с ШВП в Арктике, поскольку они позволят наладить сообщения с районами, куда невозможно попасть ни на гусеничном транспорте, ни на СВП, ни даже на собачьей упряжке. Оснащенные системой ШВП самолеты с вертикальным взлетом и посадкой смогут летать над горными массивами, льдинами и землей и доставлять грузы на небольшие полосы ровной или относительно ровной поверхности льда, находящиеся поблизости от пункта назначения.

Первая удачная модель самолета с шасси на воздушной подушке была разработана фирмой „Белл эйроспейс” под руководством Т. Р. Ерла, который впервые приступил к опытам с системой ШВП еще в начале 50-х годов, работая в фирме „Авро Канада” над созданием истребителя „Аврокар” с вертикальным взлетом. Самолет фирмы „Белл эйроспейс” представляет собой легкую одномоторную амфибию и носит название „Лейк” LA-4. Система ШВП самолета LA-4 состоит из гибкого ограждения в виде бублика, укрепленного на днище фюзеляжа. Полость ограждения изготовлена из нескольких слоев растягивающейся нейлоновой ткани, придающей прочность, и покрыта натуральным каучуком для обеспечения эластичности, а снаружи — неопреном для защиты от воздействия окружающей среды. Осевой нагнетатель, работающий от отдельного двигателя, гонит воздух в полость, надувая ее до высоты 0,6 м. Затем воздух через тысячи маленьких сопел вырывается уже в самую воздушную подушку под полостью. После прекращения надува полость благодаря своей эластичности сокращается и плотно прилегает к фюзеляжу.

Во время посадки путем поддува пневматических подушек в соприкосновение с поверхностью приземления приводятся шесть тормозных колодок. Во время стоянки на земле или воде сопла снизу прикрываются легким надутым пузырем, расположенным внутри полости. Этот пузырь поддерживает самолет, а на воде, кроме того, обеспечивает ему плавучесть. Пилоты, летавшие на LA-4, утверждают, что при взлете и посадке на специально подготовленных площадках управлять системой ШВП в общем легче, чем обычным колесным шасси. А там, где использование обычных колес не представляется возможным, применение ШВП также не создает никаких трудностей. Летчики считают, что устойчивость самолета с ШВП при сильном боковом ветре просто поразительна. По их словам, эта система не слишком чутко реагирует на ошибки пилотов в выборе высоты при заходе на посадку в отличие от обычных средств посадки.

Самолет LA-4 совершил впервые взлет и посадку в сентябре 1969 г. на озере Эри при скорости ветра около 13 м/с. Для взлета ему потребовалось только 200 м водной поверхности и порядка 75 м для посадки. Затем самолет самостоятельно подрулил к берегу, тем самым продемонстрировав свойства амфибии.

В ноябре 1970 г. были начаты работы по совместной американо-канадской программе, целью которой было посредством наземных и воздушных экспериментов выявить возможности военно-транспортного самолета, оснащенного ШВП. Фирма „Де Хэвилленд эркрафт оф Канада лимитед“ осуществила реконструкцию транспортного самолета XC-8A „Буффало“ с целью приспособить его к установке системы ШВП. Фирма „Юнайтед эркрафт оф Канада лимитед“, в свою очередь, разработала две газотурбинные нагнетательные установки ST6F-70 для нагнетания воздуха, а фирма „Белл“ поставила гибкое ограждение. Гибкая надувная полость, по существу представляющая собой увеличенный вариант такой же системы, применяемой на экспериментальном самолете LA-4, была смонтирована в феврале 1973 г. Летные испытания начались в середине 1974 г. Двигатели для ШВП установлены по обе стороны фюзеляжа под крыльями, точно так же как реактивные установки для ускорения взлета, которые применяют на обычных самолетах и в „ударной“ авиации, базирующейся на авианосцах, для сокращения пробега при взлете, когда самолеты имеют максимальную загрузку. Каждый из двух дополнительных двигателей можно использовать для обеспечения работы размещенного на борту компрессора в

случае выхода другого двигателя из строя. После взлета двигателя можно выключить либо использовать для создания дополнительной тяги. На концах крыльев расположены поплавки, используемые во время надводных операций. В каждом поплавке снизу имеются пружинные тормозные колодки, уменьшающие бортовую качку на воде, а на земле во время руления они служат в качестве ограждения воздушных винтов. Наконец, пришлось отказаться от стандартных воздушных винтов, применявшихся на всех самолетах „Буффало”. Вместо них установили винты, позволяющие пилоту осуществлять изменение шага лопастей и применять так называемую асимметричную тягу. Во время руления он может неодинаково изменять шаг лопастей двух двигателей, что обеспечит ему лучшие возможности для управления движением самолета. Летчик может также с помощью реверса лопастей осуществлять торможение самолета. При торможении используются тормозные подушки (колодки), о которых было сказано раньше. Большие полости воздушной подушки позволяют самолету ХС-8А преодолевать канавы шириной до 3 м, валуны и пни высотой до полуметра. Многие считают, что в связи с успехом экспериментов по применению на самолетах LA-4 и ХС-8А системы ШВП в ближайшем будущем резко возрастет спрос на эти установки, которые будут использованы и в гражданской, и в военно-транспортной авиации.

Военно-воздушные силы США в 1974 г. приступили к финансированию программы фирмы „Белл” по изучению самолета „Джиндивик”. Цель программы — изучить возможность применения системы ШВП на летающих мишенях, что позволило бы отказаться от ракетных ускорителей и ракетных площадок при взлете, от пусковых установок и парашютов. Без всех этих дорогостоящих приспособлений практически невозможно использовать современные радиоуправляемые летающие мишени. На самолете „Джиндивик” для поддува воздушной полости при посадке служит газовая турбина „Вайнер”, а также применяется более совершенная и быстрodeйствующая тормозная система, но во всем остальном эта система почти идентична установленной на ХС-8А.

Предварительные результаты исследований, предпринятых фирмой „Белл” и некоторыми другими ведущими американскими фирмами, показали, что применение воздушной подушки для взлета и посадки позволит одному морскому самолету выполнять все те функции, которые прежде были присущи по отдельности авиации наземного базирования, авианосного базирования и морской авиации. В эти функции входят прикрытие,

поиск и преследование, снабжение, поддержка и высадка десанта, разведка, переброска техники и личного состава между кораблями во время боевого похода.

Высказывают предположение, что, возможно, к концу этого столетия установки типа ШВП займут место обычных колесных шасси на большинстве типов самолетов.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

СУПЕРПОЕЗДА БУДУЩЕГО

Если осуществление на практике идеи „парящих” поездов окажется успешным, то поезда завтрашнего дня будут перевозить пассажиров из одного города в другой гораздо быстрее реактивного авиалайнера.

Одна из основных задач специалистов по наземному транспорту Франции, США, Западной Германии и Японии состоит в разработке рельсовой транспортной системы, объединенной с автоматически управляемой сетью городских и пригородных железнодорожных маршрутов и способной перевозить пассажиров и грузы на расстояние до 500 миль со скоростью 300 миль в час. Эти транспортные системы, предназначенные для постоянных пассажиров, могут быть размещены под или над землей, либо на ее поверхности. Они могли бы перевозить от 1000 до 20 000 человек в час во время пиковых нагрузок.

Растущий интерес к этой идее можно объяснить тем, что обычный железнодорожный транспорт устарел, а прочие виды перевозок создают шум, приводят к высоким затратам и наносят вред окружающей среде. По подсчетам доктора Ховарда Т. Коффи из Стэнфордского научно-исследовательского института в Калифорнии (этот институт проводил исследования в соответствии с программой „Высокоскоростные наземные транспортные системы” по поручению правительства США) в 1969 г. парк транспортных средств США состоял из 84 миллионов автомашин, 88 тысяч автобусов, 16 тысяч железнодорожных

вагонов, 1500 четырехмоторных самолетов, 120 тысяч самолетов с меньшим количеством моторов, а также из многих других средств передвижения. В том же году они стали причиной гибели 50 тысяч человек, 4 миллиона были ранены. Кроме того, использование традиционных транспортных средств привело к еще большему загрязнению воздушного бассейна. В настоящее время степень загрязнения воздуха в крупнейших городах мира приближается к критическим показателям.

В связи с этим любая попытка увековечить существующую сегодня систему транспортных перевозок, которая целиком изжила себя, может привести к катастрофической ситуации, причем задолго до конца нашего столетия, когда требования к транспорту станут еще более высокими.

В США, например, численность населения к 2000 г. скорее всего удвоится по сравнению с 1969 г. Специалисты по наземному транспорту убеждены, что многие проблемы могли бы быть решены с помощью введения скоростной, комфортабельной, незагрязняющей окружающую среду транспортной железнодорожной системы. Но вероятнее всего фактором, который вынудит ускорить разработку новых транспортных систем, явится постоянный рост цен на традиционные виды топлива. Если удастся обеспечить скорость движения 300 миль в час, на поездки потребуется исключительно мало времени. Дорога от Лондона до Глазго займет 80 мин, от Парижа до Берлина — 1 ч 50 мин, а от Нью-Йорка до центрального вокзала в Вашингтоне — всего 40 мин. Одновременно исчезнут зависимость междугороднего воздушного сообщения от погодных условий, задержки и пробки на дорогах, ведущих в аэропорты, отпадет необходимость в затратах времени на предполетную регистрацию пассажиров и багажа. Если сравнить новую транспортную систему с авиалайнерами, обслуживающими трассы средней протяженности, то график движения скоростных поездов будет более насыщенным, а сами поездки будут проходить почти в полной тишине. В Японии эта транспортная система должна быть введена в действие уже в начале 80-х годов.

В области разработки проектов парящих поездов в настоящее время уже сложились две соперничающие друг с другом концепции, каждая из которых достаточно привлекательна, чтобы вновь привлечь внимание к железной дороге тысяч пассажиров. Это проекты поезда на воздушной подушке (TACV) и поезда, движущегося на магнитной подушке (MAGLEV). Поезда на воздушной подушке удерживаются и движутся по бетонным направляющим с помощью воздушной подушки,

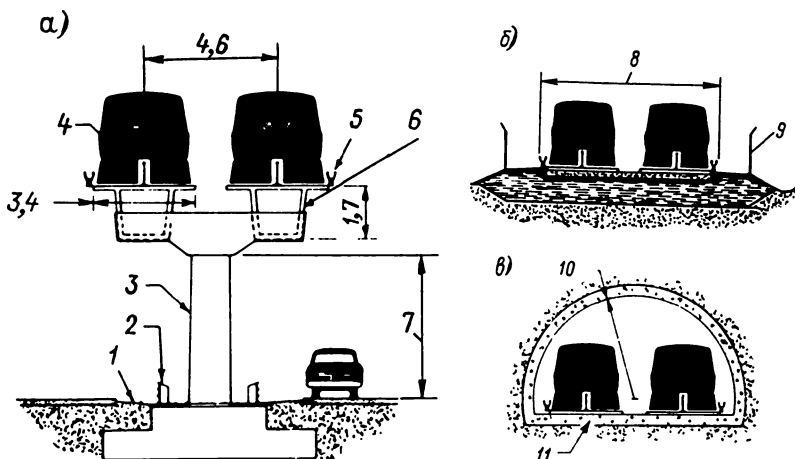
заключенной в гибкие ограждения. В качестве двигателей на них применяются газотурбинные установки, пропеллерно-турбинные системы или линейные асинхронные двигатели.

Поезда на магнитной подушке, как правило, приподнимаются над поверхностью пути и движутся с помощью только магнитных полей. Опыты показали, что с помощью магнитного поля поезда могут парить над полотном пути со скоростью 300 миль в час. В настоящий период усилия конструкторов сконцентрированы на разработке двух систем поездов на магнитной подушке. В первой системе используется сила притяжения, возникающая между управляемым электромагнитом, установленным на транспортном средстве, и ферромагнитным рельсом. Во второй системе применены супермагниты, выполненные из сплава, обладающего сверхпроводимостью. Супермагниты установлены внутри средства, а ток возникает в направляющем рельсе. При движении супермагнита над открытым алюминием направляющим рельсом в его катушках возбуждаются вихревые токи. Это ведет к возникновению устойчивой силы отталкивания, которая приподнимает аппарат и удерживает его в равновесии на направляющем рельсе, имеющем посередине желоб. Считается, что пока ни одна из систем не доказала своего преимущества над другой. Не было выявлено и их преимущество перед системами воздушной подушки. Напротив, последние исследования, проведенные в Соединенных Штатах Америки, показали, что аппараты с воздушной подушкой плунжерного типа по расчетам будут потреблять меньше энергии, чем ранние модели поездов на воздушной подушке или поезда MAGLEV.

Разработкой проектов поездов на воздушной подушке TACV занимаются уже около 75 лет. Впервые эту идею выдвинул известный французский инженер Шарль Тери, который в период с 1902 по 1915 гг. получил целый ряд патентов на использование воздуха в скользящих железнодорожных системах. В 1922 г. Ф. Траск из штата Северная Дакота в США запатентовал проект скользящей железнодорожной установки, в которой воздух, поддерживающий аппарат над полотном дороги, использовался и для движения вперед. В 1927 г. вице-президент фирмы „Форд мотор“ доктор Эндрью А. Кучер представил на обсуждение проект вагона „Левакар“. А. Кучер понял, что основным фактором, сдерживающим увеличение скорости движения наземного транспорта, — это колесо. Чтобы исключить этот фактор, он предложил принцип „приподнимания“ (левитации), в соответствии с которым транспортные средства должны будут скользить

по тонкой пленке воздуха с гораздо более высокой скоростью, чем на колесном ходу.

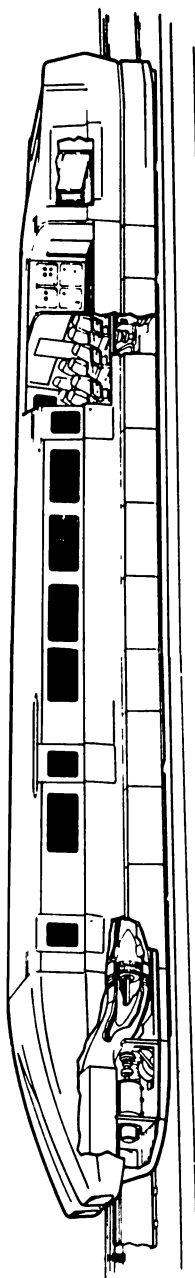
Один из проектов Кучера, вагон на воздушной смазке „Левакар X-5”, приводимый в движение воздушными винтами, предназначался для сообщения между городами, расположенными



Типичные образцы дорожного полотна, постройка которого предполагается в США для поезда на воздушной подушке „Аэротрэйн” со скоростью движения 150 миль в час: *а* – наземный вариант полотна, расположенного в разделительной полосе автостреды; *б* – поверхностный вариант; *в* – туннельный вариант

1 – мягкое покрытие; *2* – типичное ограждение от автомашин; *3* – колонна (1,2 x 0,9 м); *4* – алюминиевый рельс; *5* – трехфазная боковая энергораспределительная система; *6* – направляющая балка из предварительно напряженного бетона (размеры в метрах); *7* – минимальный клиренс (4,9 м); *8* – ширина дорожного полотна; *9* – забор (9,1 м); *10* – внутренний диаметр (9,8 м); *11* – бетон

друг от друга на расстоянии 90–100 миль. „Левакар X-5” должен был развивать скорость 150 миль в час. Фирма „Форд мотор” и сейчас по-прежнему проявляет активность в этой области и осуществляет ряд исследовательских программ правительства США по использованию поездов на воздушной подушке. Установки TACV имеют неоспоримые преимущества перед существующими в настоящее время железнодорожными системами. Строительство дорожного полотна для них обходится



Посмотрев на форму «Тур» голландский образец поезда М-60 «Аэротрейн» приводится в движение линейным асинхронным двигателем, а скрепит под поверхностью благодаря системе воздушной подушки конструкции Бертина. Движение поезда осуществляется по направлению от базиса, имеющей в разрезе вид перевернутой буквы Т. Управление осуществляется с помощью ЭВМ. Машинист наблюдает за полотною дороги и вперед и назад поезда с помощью телекамер

относительно дешево. Сама колея ТАСV будет расположена над землей на тонких стойках, поэтому можно беспрепятственно использовать площади под дорогой. Кроме того, поезда на воздушной подушке не будут подвергать колею нагрузкам и вибрации, которые характерны для обычного колесного транспорта. Движение этих поездов будет практически бесшумным. Для того чтобы обеспечить составу достаточную гибкость, будут создаваться относительно небольшие поезда. Так как в периоды пиковой нагрузки поезда будут ходить с очень высокой частотой — от 10 до 20 составов в час — по существу отпадет необходимость в составлении расписания движения. Первоначально междугородние поезда смогут развивать скорость 200—300 миль в час, а пригородные — 50—120 миль в час, в будущем их скорость предполагается повысить.

Во Франции разработку системы ТАСV «Аэротрейн» начал в 1965 г. инженер Бертин. Длительный период исследований завершился постройкой поезда на воздушной подушке «Аэротрейн 1—80» для маршрутов средней дальности. Он был сконструирован для трассы Орлеан — Париж. Первый участок линии с полотном протяженностью 11,5 мили был завершен в июле 1969 г. К маю 1974 г. «Аэротрейн 1—80» отработал на линии более 850 ч, преодолел расстояние более 30 тыс. миль и перевез 13 тыс. пассажиров.

Первоначально предполагалось применить на нем воздушный винт, но позднее был установлен турбовентиляторный движитель фирмы „Пратт энд Уитни” JT8D-11 тягой около 7000 кг, что позволило увеличить скорость до 250 миль в час. Во время испытаний поезда характеристики скорости, торможения и ускорения совпали с расчетными, а пассажиры остались очень довольны уровнем комфорта в пути.

В ноябре 1969 г. фирма „Сосьете де л’аэротрэн” открыла отделение в США под названием „Аэротрэн-система инк”, которое должно было изготавливать и поставлять поезда „Аэротрэн” заказчикам в США и Мексике. Это отделение является совместным предприятием фирм „Рор индастриз”, „Бертин” и „Сосьете де л’аэротрэн”. Федеральное управление министерства транспорта США уже получило от этой фирмы головной образец поезда на воздушной подушке, который должен пройти серию испытаний на полигоне министерства около города Пуэбло в штате Колорадо. На этом же испытательном полигоне проводятся испытания аппарата TLRV фирмы „Грумман”, оснащенного тремя турбовентиляторными двигателями JT15P, и опытно о поезда с линейным асинхронным двигателем LIMRV. Все эти три поезда на воздушной и магнитной подушках сыграли важную роль в ходе осуществления программы министерства транспорта по изучению скоростных наземных транспортных средств, целью которой явилось накопление к 70-м годам технической информации для ответа на вопрос, является ли транспортная система на основе магнитной индукции приемлемой и способной добавить что-то новое к существующим транспортным средствам.

В Западной Германии объединенными усилиями „Краус-Маффей” и „Мессершмит-Бельков-Блом” создается новая транспортная система, отвечающая трем главным требованиям. Она должна обеспечить:

- 1) связь между крупными промышленными центрами ФРГ с высокой плотностью населения;
- 2) перевозку грузовиков, легковых автомобилей и контейнеров, что позволило бы разгрузить шоссе и автострады;
- 3) прямое сообщение до места назначения без промежуточных остановок и пересадок.

После завершения напряженной программы исследований пришли к выводу, что наиболее приемлемым можно считать транспортное средство со скоростью движения до 312 миль в час, которое приподнимается над путями и движется вперед на основе действия магнитного поля.

Обе фирмы в настоящее время сосредоточили усилия на разработке транспортного вагона „Трансрапида” длиной 45 м, который сможет в зависимости от внутренней компоновки перевозить пассажиров, автомашины, генеральные грузы или контейнеры со скоростью 312 миль в час. Полезная нагрузка стандартной модели вагона „Трансрапида” составит 25 т. В передней и задней его частях будут расположены большие двери самолетного типа во всю ширину корпуса, что позволит осуществлять сквозную загрузку автомобилей и контейнеров. В 1977 г. планировалось завершить строительство первой очереди испытательного полигона, где предполагалось начать испытания головной модели.

Фирма „Краус—Маффей” проводит серию испытаний железнодорожного вагона „Трансурбан”, который будет обслуживать короткие маршруты. Скорость вагона „Трансурбан” составляет 38 миль в час. Подобно более крупным вагонам он оборудован магнитной системой, которая приподнимает, направляет и толкает вагон вперед. „Трансурбан” имеет одну важную отличительную особенность. Дорожное полотно этой системы оборудовано стрелками, а повороты вагон производит в помощью магнитов, управление которыми осуществляется непосредственно из поезда.

На главных магистралях, где потребность в транспорте выше, из отдельных вагонов можно формировать целые составы. А там, где главная дорога разветвляется на отдельные пригородные линии, такие составы автоматически делятся на несколько автономных вагонов. Каждый транспортный аппарат запрограммирован для работы на определенной линии. Перед отходом состава пассажир выбирает нужный ему вагон, следующий к определенному пункту назначения. В том случае ему уже не надо пересаживаться с поезда на основной транспортной артерии на другой, следующий по боковому ответвлению транспортной сети. Вероятно, будет построено и испытано еще немало различных скоростных наземных транспортных систем, прежде чем появится оптимальная система. Но одно можно утверждать с полной определенностью: железная дорога, равно как и водный транспорт, к концу этого столетия будут выглядеть абсолютно иначе.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО СВП И СПК

Аэродинамическая подъемная сила – сила, возникающая на крыле вследствие разницы давлений на его верхнюю и нижнюю плоскости при обтекании скоростным напором набегающего воздуха.

Азростатическая подъемная сила – сила, возникающая в воздушной подушке при сжатии в подкупольном пространстве нагнетаемого воздуха.

„Аэрофойлбоут“ – название, которое доктор А. М. Липпиш дал многочисленному семейству своих экранопланов, использующих принцип влияния опорной поверхности.

„Аэротрэн“ – название, которое присвоил М. Жан Бертин целому ряду проектов железнодорожных средств передвижения на воздушной подушке; эти поезда разрабатываются совместно с французской фирмой „Сосьете де л’аэротрэн“ и американской „Рор корпорейшн“.

Балластная система – система перекачки воды или горючего между емкостями для удифферентовки носовой и кормовой оконечностей путем изменения распределения массы по длине судна.

Баржа на воздушной подушке – полностью плавучий аппарат на воздушной подушке, имеющий малую осадку и предназначенный для транспортировки грузов; может буксироваться либо двигаться самостоятельно.

Бортовая качка – качание или вращение корпуса относительно продольной оси.

Воздухоструйные рули – регулируемые отверстия в системе гибкого ограждения или в трубопроводах обеспечения воздухом воздушной подушки, через которые может производиться выброс воздушной струи для осуществления управления судном на малых скоростях путем создания боковой тяги.

Воздушная подушка – объем воздуха с давлением, превышающим давление окружающей среды, заключенный между корпусом судна и опорной поверхностью и способствующий поддержанию судна на некотором расстоянии от поверхности.

Воздушный винт с изменяемым шагом – воздушный винт с лопастями, которые могут вращаться относительно своей продольной оси, что обеспечивает положительную или реверсивную тягу, а также управление судном при движении на разных курсах.

„Встахивание“ – тенденция наклона носа судна вниз в результате касания носовой части гибкого ограждения поверхности воды, что ведет к усилению тормозящего момента и заставляет судно зарываться носом.

В случае неуправляемости этого явления оно может привести к серьезной потере устойчивости и даже к перевертыванию судна.

Встречное волнение – волнение моря в направлении, обратном курсу судна.

Высота волны – вертикальное расстояние от подошвы волны до гребня.

Газовая турбина – приводимая в движение газами в расширенном состоянии.

Газотурбинный двигатель – двигатель, в основном состоящий от воздушного компрессора, камеры (или камер) сгорания, силовой газовой турбины и выпускной системы.

Гибкий ресивер – простейшая система гибкого ограждения, состоящая из наполненной воздухом полости (мешка).

Гибкое ограждение – эластичный полог, находящийся между металлическим корпусом СВП и поверхностью, обеспечивает возможность увеличения общей высоты между основанием корпуса и поверхностью, что необходимо для преодоления препятствий и волн. Высота гибкого ограждения также зависит от воздушного зазора между нижним краем гибкого ограждения и поверхностью.

Глубоко погруженные подводные крылья – тип подводных крыльев с использованием глубоко погруженных плоскостей подводного крыла. Глубина погружения крыльев и остойчивость судна обеспечиваются механическими, электронными или пневматическими системами управления, которые, действуя через активаторы, изменяют угол атаки крыла или переключают закрылки на подводном крыле, тем самым обеспечивая устойчивость и управление движением судна.

ГТВП – гусеничный трактор на воздушной подушке. Аппарат на воздушной подушке, использующий для движения вперед гусеницы тракторного или танкового типа. Воздушная подушка и ее ограждение могут быть расположены между гибкими гусеницами, как в советском аппарате типа МВП-3, либо она принимает форму широкого пояса или гусениц, которые петлей окружают всю воздушную подушку.

Движение в режиме на подушке – режим движения СВП, при котором в подушке поддерживается необходимое давление воздуха, обеспечивающее движение СВП с минимальным сопротивлением.

Дифферент – положение корпуса СВП и СПК относительно линии направления движения.

Зона истечения – пространство между гибким ограждением и поверхностью, через которое воздух может вытекать из подушки.

Кавитация на СПК – явление, вызывающее образование пузырьков насыщенного пара из-за падения давления на верхней плоскости подводного крыла при высокой скорости обтекания или на задней поверхности лопастей винта при большой скорости вращения. Кавитация бывает двух видов: устойчивая и неустойчивая. Неустойчивая кавитация возникает, когда пузырьки насыщенного пара образуются в близости от передней кромки подводного крыла и распространяются по профилю вниз, расширяясь и лопаются. В точках, где они лопаются, пики локализованного давления достигают $13 \cdot 10^6$ кгс/м² (127 МПа), вызывая значительную эрозию и раковины на металле. Кавитация также обуславливает неустойчивый поток обтекания крыльев, что приводит к резким изменениям в подъемной силе, тем самым создавая неудобства для пассажиров. В настоящее время разрабатываются конструкции подводных крыльев,

препятствующие натиску кавитации за счет уменьшения кривизны профиля крыла и применения более тонких профилей крыльев. В том случае, если крыло предназначено для работы в режиме суперкавитации, производится управление кавитацией с целью обеспечения плавного перехода от докавитационных скоростей к суперкавитационным.

Камерная схема – наиболее простая из схем образования воздушной подушки. Давление воздуха в воздушной подушке поддерживается путем постоянного нагнетания воздуха под корпус судна.

Классификация (а также *сертификация*) – как водоизмещающие, так и амфибийные суда, предназначенные для коммерческого использования, классифицируются в зависимости от типа и места постройки с помощью

системы регистрации, изобретенной в 1760 г. в Лондоне Эдвардом Ллойдом и с тех пор практикуемой судовым Регистром Ллойда. В настоящее время осуществляют классификацию также такие организации, как „Реджистро италиано навале“, „Германский Ллойд“, „Бюро Веритас“, „Американское судовое бюро“ и японское министерство транспорта. Сотрудники классификационных обществ через регулярные промежуток времени производят детальную проверку судна, получившего у них сертификацию, чтобы убедиться в соответствии состояния судна с требованиями данного общества. Сертификация, являющаяся по существу лицензией на практическое использование судна, производится в США Береговой охраной, а в Великобритании министерством торговли. В нее включено не только подтверждение надежности конструкции, но и наблюдение за соответствием судна данному проекту во время постройки и эксплуатации в таких аспектах, как состав экипажа, безопасность и стандартность оборудования. В некоторых странах, например в США, сертификация представляет собой почти непрерывающуюся связь с регистрирующим агентством, что обеспечивает соответствие состояния судна определенным требованиям в течение всего времени эксплуатации.

Клиренс СВП – световой зазор между нижней кромкой ограждения воздушной подушки и поверхностью при наличии необходимого давления воздуха в подушке.

Крен – изменение положения судна под действием перемещаемых грузов.

Крылатый корпус – название, которое доктор Александр М. Липшиц присвоил целому ряду своих машин с аэродинамическим ударным крылом.

Крыльевой режим – режим движения СПК, при котором его корпус полностью приподнят над водой и поддерживается в этом положении исключительно за счет подъемной силы, возникающей на подводных крыльях.

Ложь на воздушной подушке – устройство, с помощью которого путем закачивания постоянного объема воздуха низкого давления между перемещаемым грузом и подготовленной поверхностью создают воздушную пленку, тем самым устраняя трение.

Многокамерное гибкое ограждение – изобретенная инженером М. Жаном Бертином система с использованием целого ряда отдельных гибких ограждений, образующих множество самостоятельных, независимо нагнетаемых воздушных подушек.

Нагнетатель системы подъема – нагнетатель, применяемый для подачи воздуха под давлением в воздушную подушку или для создания воздушной завесы.

Наклонный валопровод – вал гребного винта, применяемый на малых судах с V-образными крыльями и мелкосидящих судах с малопогру-

женными подводными крыльями при ограниченном клиренсе над основным уровнем воды во время движения на крыльях. Обычно вал имеет небольшую длину и во избежание кавитации винтов установлен под углом к горизонту 12–14°. На более крупных судах, предназначенных для эксплуатации на высокой волне, необходимость движения с более высоким клиренсом между поверхностью и корпусом вынуждает прибегнуть к различным видам передач, таким, как V-образная и Z-образная передачи мощности.

Нэвиллан — название ряда пассажирских и автомобильно-пассажирских СВП, сконструированных во Франции фирмой „Сосьете Бертин” в содружестве с фирмой СЕДАМ.

Ограждение воздушной подушки — им могут быть воздушная завеса, боковые стенки, водяные струи либо другие средства, предназначенные для сохранения или закупоривания воздушной подушки с целью сведения к минимуму утечки подаваемого в подушку воздуха.

Орбитальное движение — орбитальное, или круговое, движение частиц воды, образующее волны. Радиус кругового движения уменьшается с увеличением глубины. Одним из любопытных следствий этого движения является иллюзия волнового смещения.

Осевой нагнетатель системы подъема — нагнетатель, подающий воздух в подушку параллельно оси рабочего колеса.

Переборка — поперечная или продольная вертикальная перегородка, ограничивающая помещения на судне.

Платформа на воздушной подушке — буксируемый аппарат, предназначенный главным образом для перемещения тяжелых грузов на местности, непроходимой для колесного и гусеничного транспорта.

Подводные крылья — малые крылья, в разрезе имеющие форму авиационного профиля и служащие для создания гидродинамической подъемной силы при движении в водной среде. Поскольку плотность воды в 815 раз больше, чем воздуха, для достижения равной подъемной силы (при одинаковых скорости и массе) судну необходима всего лишь 1/815 площади поверхности крыльев в сравнении с площадью поверхности авиационных крыльев.

Подкупольная камера — пространство воздушной камеры ниже или вокруг нагнетателя (или нагнетателей) системы подъема, через которое воздух под давлением попадает в гибкое ограждение.

Подъем СВП — считается, что СВП осуществило подъем, если оно приподнялось над поверхностью благодаря созданной им воздушной подушке.

Попутное морское волнение — морское волнение, совпадающее с направлением курса судна или близкое к нему.

Прорыв воздуха — прорыв воздуха к полностью погруженным подводным крыльям может происходить по стойкам или через концевые вихревые шнуры, замыкающиеся на свободную поверхность воды. Прорыв воздуха существенно уменьшает подъемную силу на крыле.

Разрезное подводное крыло — основное подводное крыло, разделенное на две части. Это позволяет сделать крылья убирающимися либо поместить их далеко за пределами корпуса, где путем небольших изменений подъемной силы можно управлять ими, уменьшая килевую качку.

„Самолетная” схема расположения подводных крыльев — схема, в которой основное подводное крыло расположено впереди центра тяжести, с тем чтобы поддерживать от 75 до 85% общей массы СПК, а до

полнительное крыло меньшего размера в кормовой части аппарата берет на себя остальную долю массы судна.

Световой клиренс – расстояние между самой нижней частью корпуса судна и поверхностью во время его движения.

СВП – транспортное средство, работающее таким образом, что его собственная масса, включая массу груза, либо без контакта с поверхностью, либо с минимальным контактом поддерживается над поверхностью с помощью постоянно воспроизводимой подушки сжатого воздуха. Воздушная подушка создается с помощью нагнетателя и обычно удерживается под судном с помощью гибких ограждений по периметру судна или бортовых стенок и гибких ограждений в носу и корме. СВП с грузовыми гибкими ограждениями, обладающие способностью передвигаться над водой, сушей, болотами, называют амфибийными. СВП, имеющие гибкие ограждения в носу и в корме, а по бортам жесткие стенки – скеги, не обладают полной амфибийностью и называются скеговыми.

Совмещенная система – система движительной и нагнетательной установок на СВП, на которую мощность передается в соответствующей пропорции от единого двигателя.

Сопло остойчивости – поперечная или продольная гибкая полость, разделяющая воздушную подушку для ограничения перетекания воздуха внутри подушки и тем самым улучшения килевой или бортовой остойчивости.

Сопротивление движению судна – для СВП состоит из сопротивлений, вызванных обтеканием потоком воздуха аэродинамического профиля, увеличением расхода воздуха, необходимого для восполнения подушки волнообразованием и касанием корпусом и гибкими ограждениями поверхности; для СПК состоит из гидродинамического сопротивления, возникающего в результате встречи с волной, трения о воду, сквозь которую движутся погруженные части корпуса, а также сопротивления, вызванного подводными крыльями и колонками трансмиссий, их поддерживающими стойками и другими элементами конструкций.

Состояние моря – шкала количественных показателей волнения моря от состояния 1, тихого, штилевого до состояния 8, штормового, ураганного, определяемая продолжительностью порывов ветра, его периодичностью и скоростью, а также статистически устанавливаемой высотой волн, их длиной, периодичностью и скоростью движения.

Судно со скегами – судно, движение которого осуществляется с помощью воздушной подушки, заключенной между погруженными в воду боковыми стенками или полозьями и поперечными воздушными завесами или гибкими ограждениями в носу и корме. Устойчивость судна обеспечивается плавучестью боковых стенок и их стабилизирующими свойствами.

Суперкавитирующее подводное крыло – в соответствии с общей классификацией этот термин обозначает, что подводное крыло предназначено для эффективной эксплуатации при высоких скоростях движения и полной кавитации.

Схема „тандем“ – схема подводных крыльев, при которой площадь поверхности носовых крыльев приблизительно равна площади кормовых.

Схема „утка“ – схема, в которой основное подводное крыло расположено около кормы позади центра тяжести и несет около 65% массы, в то время как меньшее носовое крыло берет на себя остаток массы судна.

Типы подводных крыльев – пересекающие поверхность воды, глубоко погруженные и мало погруженные крылья. На некоторых судах используют смешанные типы с комбинированием полностью погруженных и пересекающих поверхность крыльев, последними образцами таких судов являются РТ150 фирмы „Супрамар” и ГНБ-400 фирмы „Де Хэвилленд”.

Транскавитирующее подводное крыло – подводное крыло, спроектированное для мягкого перехода от хода в полностью погруженном состоянии к движению в режиме суперкавитации. Подвергая переднюю кромку крыла более высокой нагрузке, поначалу кавитацию вызывают только на плоскости до основания. Таким образом возникают различные условия кавитации вдоль всего крыла в соответствии с изменением в спектре скоростей.

Трейлер на воздушной подушке – платформа на стальной конструкции, в нижней части которой по периметру установлено гибкое ограждение с сегментными элементами. Воздух в подушку подается нагнетателями, работающими от бензиновых или дизельных моторов, расположенных на платформе. Система, изобретенная фирмами „Эр кашн икупмент лимитед” и „Ховертрейлерз интернэшнл лимитед”, предусматривает увеличение грузоподъемности колесного и гусеничного транспорта в десятки раз. При невозможности буксировки аппарат передвигают с помощью лебедки.

Угол атаки – угол между хордой крыла и направлением набегающего потока.

Ховеркрафт – 1) первоначально так называлось судно, на котором был использован запатентованный Кристофером Кокереллом принцип периферийной реактивной струи. Подача воздуха и удержание его в зоне воздушной подушки осуществлялись с помощью реактивной воздушной струи, направленной вниз и внутрь из сопл, расположенных по периферии корпуса судна;

2) в США так классифицируются проекты СВП камерной схемы с гибким ограждением и сопловой схемы образования воздушной подушки;

3) в принятом в 1968 г. в Великобритании „Британском положении о судне на воздушной подушке” „Ховеркрафт” определяется как аппарат, спроектированный с учетом частичной или полной опоры во время движения на воздух, выталкиваемый из аппарата с целью образования воздушной подушки, нижней границей которой могут быть земля, вода или другая поверхность под судном.

Ходовая рубка – приподнятая над верхней палубой судна надстройка, из которой осуществляется управление движением судна.

Хорда – расстояние между передней и задней кромками крыла.

Центробежный нагнетатель системы подъема – нагнетатель системы подъема, подающий воздух в подушку под прямым углом к оси рабочего колеса.

Шайбы – небольшие вертикальные перегородки, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга вдоль верхней и нижней плоскостей подводного крыла в направлении, параллельном обтеканию, с целью предотвращения перетекания и прорыва воздуха к крылу, ухудшающих характеристики его обтекания.

Экраноплан – различные типы средств, использующих эффект влияния опорной поверхности (экрана), посредством создания при движении под корпусом динамической подушки.

SES – скеговое судно, воздушная подушка которого удерживается жесткими боковыми стенками (скегами) и гибкими ограждениями в корме и носу.

Z-образная передача – система, обычно применяемая на СПК для передачи мощности от двигателя, расположенного внутри корпуса, к винту. Мощность передается через горизонтальный вал, который ведет к зубчатой передаче над палубой, затем через вертикальный вал и вторую передачу к горизонтальному валу гребного винта. Таким образом, вся система имеет вид буквы *Z*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Иллюстрации	
ГЛАВА ПЕРВАЯ	
МИР ПАРЯЩИХ СУДОВ	7
Мчащиеся по воздуху.	10
Полет на крыльях.	21
ГЛАВА ВТОРАЯ	
ПОБЕЖДАЯ ВОДНУЮ ПРЕГРАДУ	37
Судно на воздушной подушке	-
Экраноплан.	38
Гибкие ограждения.	40
Энергетические установки.	46
Системы подъема	49
Движители	51
Водометные движители	55
Судно на подводных крыльях	56
Пересекающие поверхность подводные крылья	57
Глубокопогруженные крылья	59
Механическое регулирование угла атаки подводных крыльев	64
Малопогруженные подводные крылья	65
Подводные крылья лестничного типа	67
Расположение крыльев.	-
Кавитация.	68
Двигатели.	70
Трансмиссии	71
ГЛАВА ТРЕТЬЯ	
ПАРОМЫ, ФРЕГАТЫ И СУДА ДЛЯ ПРОГУЛОК.	72
Боевые корабли на воздушной подушке.	83
ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ	
ПАРЯЩИЕ СУДА	87
Скорость и комфорт	88
Безопасность эксплуатации	94

СПК в США	96
СПК в СССР	98
Использование СПК в промышленности и для охраны общественного порядка	100
Боевые КПК	102
ГЛАВА ПЯТАЯ	
ТЯЖЕЛОВЕСНЫЕ АППАРАТЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ	105
ГЛАВА ШЕСТАЯ	
САМОЛЕТЫ С ШАССИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ	112
ГЛАВА СЕДЬМАЯ	
СУПЕРПОЕЗДА БУДУЩЕГО	192
Словарь терминов по СВП и СПК	199

