

Создание экранопланов: от прошлого века до наших дней



С. М. Ганин,
начальник сектора
аэродинамики
ФГУП «Крыловский
государственный
научный центр»

Экраноплан – многорежимное транспортное средство-амфибия, которое позволяет обеспечить связь с «большой землей» труднодоступных прибрежных населенных пунктов, организовать доставку туристов от аэропортов к зонам отдыха, нефтяников – к затерявшимся в тундре буровым вышкам, а также решать множество других задач, в том числе по освоению водного пространства России. Специалистами ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (КГНЦ) разработаны проекты экранопланов, реализация которых может значительно улучшить состояние отечественной системы водного транспорта.

Развитие скоростного флота в первой половине XX века привело к массовому созданию кораблей и судов с динамическими принципами поддержания (КДПП). Исторически первыми в этом перечне были глиссирующие суда; позже были созданы суда и корабли на подводных крыльях, аппараты на воздушной подушке, аппараты с эффектом увеличения подъемной силы при движении вблизи экранирующей поверхности – экранопланы (ЭП).

История изучения экранного эффекта

В нашей стране с 1920-х гг. работы по изучению влияния поверхности земли на характеристики крыла и летательного аппарата в целом проводились в Центральном аэрогидродинамическом институте имени Н. Е. Жуковского (ЦАГИ). Публикации по околоэкранный аэродинамике открыла работа начальника аэродинамического отдела ЦАГИ Б. Н. Юрьева «Влияние земли на аэродинамические свойства крыла», опубликованная в № 1 журнала «Вестник воздушного флота» за 1923 г. Проведенные исследования показали, что вблизи земли подъемная сила, сопротивление и моментные характеристики крыла зависят от высоты полета, причем при приближении к земле возрастает аэродинамическое качество, главным образом за счет увеличения подъемной силы.

Первое практическое использование экранного эффекта, по-видимому, принадлежит немецким специалистам, которые в 1932 г. на гигантском по тем временам гидросамолете Dornier Do-X выполнили полеты на высоте 10 м и

показали, что расход топлива при этом оказывается существенно меньшим, чем при полетах на большей высоте.

В послевоенные годы в ряде стран многократно предпринимались попытки создать специализированные аппараты, использующие экранный эффект.

В нашей стране инициатива создания скоростных транспортных средств, использующих аэродинамические силы на крыльевых элементах, движущихся вблизи поверхности воды, принадлежит Р. Е. Алексееву. Работы по созданию новой техники начались в конце пятидесятых годов, когда стало ясно, что для скоростей, существенно превышающих 60 узлов, невозможно создать эффективное судно с гидродинамическими силами поддержания.

Специалисты ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова начали работы по экранопланам практически одновременно с конструкторами Центрального конструкторского бюро по судам на подводных крыльях ЦКБ по СПК, г. Горький. Достаточно хорошая информированность специалистов о тенденциях развития флота предопределила начало плановых и инициативных работ по экранопланной тематике в нескольких подразделениях института. Чтобы изучить вопросы возможностей и перспективы использования экранопланов в интересах народного хозяйства и Военно-морского флота (ВМФ) страны, создания специализированного экспериментального оборудования, методов проведения исследовательских работ и обеспечения упреждающего научно-технического задела по тематике был выполнен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР).

Первые собственные проработки вариантов скоростных боевых кораблей-экранопланов «самолетного» типа и схемы «тандем» были созданы по теме А-VII-100. Позднее были выполнены научно-исследовательские работы (НИР) А-I-171 «Разработка перспективных моделей транспортных скоростных судов для морского и речного флота Советского Союза» и А-X-158 «Совершенствование компоновочных схем экранопланов для расширения эксплуатационного диапазона по высоте». Проводились отработка вопросов повышения устойчивости экранопланов с использованием схематизированных моделей различных компоновочных схем; разработка методов управляемости экранопланов в режиме плавания и глиссирования.

Результаты исследований достаточно быстро выявили несколько принципиально различающихся типов КДПП, движущихся без контакта с поверхностью:

- аппараты на динамической воздушной подушке, совершающие движение в основном режиме только в зоне действия экранного эффекта;
- собственно экранопланы – аппараты, движущиеся в непосредственной близости от поверхности и имеющие возможность кратковременного увеличения высоты полета;
- экранолеты – двухрежимные аппараты, движущиеся в непосредственной близости от поверхности и имеющие возможность совершать длительный полет в отрыве от экрана;
- аппараты с полной или частичной аэродинамической разгрузкой.

Для координации работ по созданию многорежимных скоростных аппаратов в 1966 г. был создан Межведомственный Совет по экранопланам, председателем которого был назначен министр судостроительной промышленности Б. Е. Бутома, а его заместителем – министр авиационной промышленности В. П. Дементьев. Решением Военно-Промышленной комиссии при ЦК КПСС и Совете министров работы по созданию экранопланов были возложены на Минсудпром. Главнокомандующий ВМФ С. Г. Горшков поддерживал создание экранопланов и считал создание «летающего флота» перспективным.

Результаты научных исследований XX века

В 1969 г. в институте во главе с А. А. Русецким было создано специали-

зированное 10-е отделение для проведения работ в области гидроаэродинамики экранопланов. В этот же период в 3-м отделении был создан отдел прочности КДПП во главе с Б. П. Кузовенковым. С учетом специализации подразделений института работы выполнялись отделами и лабораториями как независимо друг от друга, так и совместно для решения комплексных задач.

Чтобы обеспечить работы, в структуре 10-го отделения были созданы специализированные сектора: гидроаэродинамики ЭП (Е. А. Крамарев); аэродинамики ЭП (Л. Д. Волков); динамики ЭП в полете (А. М. Князев); динамики КДПП и ЭП в контакте с водой (А. Ш. Афремов). Работы по гидроаэродинамике, аэродинамике и динамике ЭП были организованы начальниками лабораторий Э. А. Паравяном, Е. П. Николаевым, В. Н. Трещевским, Н. Н. Рахманиным.

Для проведения экспериментальных исследований использовались скоростной, мореходный, маневренный, циркуляционный опытовые бассейны, аэродинамическая труба, катапульты (для проведения бросковых испытаний над водой и твердой поверхностью), стенды прочностных и ресурсных испытаний, стенды силовых установок. На стенде электродинамического моделирования выполнялись исследования для решения внешних задач морской радиолокации. Испытательные стенды и установки были дооборудованы измерительными средствами и специализированными приспособлениями. По всем направлениям исследований были уточнены или разработаны специальные методики проведения испытаний.

В 1976 г. институту был передан Филиал № 1 ЦКБ по СПК, созданный на р. Троча при ее впадении в Горьковское море.

Первое время Горьковский филиал ЦНИИ проводил испытания по заказам ЦКБ, однако в дальнейшем встал вопрос о загрузке работами по основному направлению и поиску новых направлений исследований. Преобразование испытательной базы в научно-исследовательское подразделение ЦНИИ способствовало расширению тематики и номенклатуры выполняемых работ. Сотрудники филиала проводили научные исследования, составляли договоры, вели самостоятельные конструкторские разработки. Как уникальный факт можно рассматривать создание и эксплуата-

цию на режимном предприятии легкого экраноплана, принадлежавшего сотруднику А. Двойникову.

В работах по формированию научного задела для проектирования экранопланов и по экранопланам I поколения институтом были:

- получены аэродинамические характеристики ЭП в различных режимах движения, выявлена эффективность органов управления и стабилизации с учетом взаимодействия со струями двигателей силовой установки;

- определены мореходность и остойчивость ЭП в режиме плавания в условиях ветра и волнения, получены материалы, позволяющие выявить предельные метеоусловия, в которых обеспечена безопасность;

- выявлены характеристики управляемости ЭП в режиме плавания;

- составлены рекомендации по управлению разностью тяг поддувных двигателей путем несимметричной перекладки закрылков;

- разработаны теоретические и экспериментальные методы определения расположения поддувных двигателей относительно несущего крыла и эффективности поддува;

- созданы математические модели и программы расчета движения ЭП в полете, в процессе старта и посадки на тихой воде и волнении при использовании оптимального сочетания демпфирования и амортизации гидрорыжи для обеспечения быстрого старта при допустимом уровне перегрузок;

- разработаны метод и программа определения статистических и спектральных характеристик параметров движения и ускорений при полете ЭП над волнами;

- составлен алгоритм определения параметров движения и гидроаэродинамических сил, возникающих в процессе полета при случайных контактах с водой корпуса ЭП и несущего крыла;

- разработаны законы управления закрылками, рулем и тягой двигателей, обеспечивающие безопасное выполнение маневра, включая циркуляцию ЭП в полете при контакте концевой шайбой крыла при допустимом уровне гидроаэродинамических сил.

В интересах ЦКБ по СПК исследования проводились по следующим проектам:

- пр. 904 «Орленок» и пр. 905 «Ястреб» – десантные экранопланы;



Рис. 1. Ракетный экраноплан пр. 903 «Лунь»



Рис. 2. Опытное судно с аэродинамической разгрузкой «Циклон»



Рис. 3. Экраноплан-спасатель на базе экраноплана II поколения (проектная проработка)

- пр. 910 «Чайка» – пассажирский экраноплан;
- пр. 903 «Лунь» – ударный ракетный экраноплан в базовом варианте (рис. 1) и в варианте спасателя;
- пр. 19500 «Стриж» – учебно-тренировочный экраноплан.

Филиал № 1 института проводил работы по большей номенклатуре проектов ЦКБ по СПК.

В начале 1970-х гг. по заказам

ЦМКБ «Алмаз» (главный конструктор по экранопланной тематике К. Ж. Аванесов) выполнялись исследования по нескольким проектным проработкам десантно-транспортных и ударных ЭП, а в скоростном опытовом бассейне проводились работы по заказам КБ Ухтомского филиала ТМЗ (УФТМЗ) (Р. Л. Бартини).

По заказам Зеленодольского ПКБ, проектировавшего суда (корабли) с

аэродинамической разгрузкой, выполнялись исследования по самоходной модели СМ-16; опытному судну с аэродинамической разгрузкой «Циклон» (рис. 2); аппаратам компоновочных схем «Утка» и «Катран» для перспективных скоростных судов; пассажирскому катеру «Стриж» и катеру-эканоплану «Стриж-М» и др.

На каждой стадии проектирования на основании представляемых материалов специалисты института составляли комплексное заключение по проекту. При этом обеспечивалось сопровождение сложных модельных и полунатурных испытаний, выполняемых различными организациями, а также натурных испытаний ЭП при участии специалистов института в составе межведомственных комиссий.

Работы по ЭП самолетной схемы выявили проблемы с обеспечением высокого аэродинамического качества, необходимость использования развитого стабилизирующего комплекса и недостаточную мореходность.

До конца 1980-х гг. институт с участием Горьковского филиала проводил исследования по комплексным НИР и НИОКР: «Полет»; «Взлет»; «Поиск»; «Взлет-2МСП»; «Секунда»; «Каолинит-13» и др., выполняемых во взаимодействии с ЦАГИ, ЦКБ по СПК, Центральным институтом авиационного моторостроения им. П. И. Баранова (ЦИАМ), Сибирским научно-исследовательским институтом авиации им. С. А. Чаплыгина (СибНИА), УФТМЗ, в/ч 27177 и другими организациями. Работы велись на основании Постановлений ЦК КПСС и СМ СССР, Решений ВПК в обеспечение создания ЭП водоизмещением до 5000 т; экранопланов – носителей боевых самолетов; экранопланов II поколения.

Институт выполнил большой комплекс работ по выбору компоновочной схемы экраноплана и стабилизирующих элементов минимальной площади, создающих необходимый уровень устойчивости; по синтезу системы автоматического управления экранопланом, обеспечивающей ему заданные динамические качества, по составу и конструктивному оформлению пилотажного оборудования экраноплана. В результате работ в структуре Минсудпрома СССР специалисты ЦКБ по СПК и института разработали две альтернативные компоновки ЭП II поколения, применительно к которым



Рис. 4. Экраноплан для обеспечения старта многоразовых воздушно-космических самолетов (проектная проработка)

планировалось провести проектные проработки.

Научно-исследовательские работы института позволили Э. А. Афрамееву в начале 2000-х гг. предложить к реализации проработки тяжелых экранопланов II поколения в нескольких вариантах использования:

- спасательный ЭП (рис. 3) в составе глобальной международной системы морской безопасности с возможностями, которые не могут обеспечить другие технические средства;
- двухрежимный ЭП для обеспечения старта многоразовых воздушно-космических самолетов (рис. 4) в любой зоне Мирового океана. Разработка системы велась двумя заинтересованными сторонами: Академией им. А. Ф. Можайского и институтом.

Со второй половины 1980-х гг. и в начале 1990-х гг. Горьковский филиал в рамках конверсионных программ совместно с ЦКБ по СПК и ЦНИИ проектировал грузопассажирские ЭП на базе компоновки самолетной схемы с составным крылом. При проведении проектных работ по морскому пассажирскому экраноплану (МПЭ) водоизмещением до 500 т использовались материалы выполненных ранее исследований. В период завершения работ по теме и в последующие годы интерес к ЭП большого водоизмещения, предназначенным для перевозок 300–600 пассажиров, практически пропал, а для ЭП малого водоизмещения компоновочная схема не была оптимальной.

Сотрудники филиала под руководством В. И. Барышева предложили размерный ряд грузопассажирских экранопланов речного и морского класса на базе несущей системы типа «составное крыло». Размерный ряд экранопланов был проработан на уровне эскизного проекта с детальной отработкой отдельных экранопланов из предлагаемого ряда и использованием обширного задела по исследованиям аэродинамики подобных компоновок на треке, открытой воде и стендах филиала.

В начале 1990-х гг. филиал предлагал реализовать программы экранопланостроения, в которых были представлены размерные ряды экранопланов водоизмещением от 2,5 до 600 т с составным крылом и наземно-воздушные амфибии водоизмещением до 5000 т.

С учетом отечественного опыта создания экранопланов и требуемого для выполнения объема исследовательских и конструкторских работ, предусматривающих реализацию опытных образцов водоизмещением до 600 т, возможным считался срок до 2000 г.

Резкое сокращение финансирования НИР по экранопланам в 1990-х гг. стало причиной переориентации на тематические исследования для решения специализированных задач, результаты которых могли бы пригодиться в будущем: «Разработка предложений по обеспечению безопасной эксплуатации судов различных типов в сложных гидрометеороусловиях»; «Исследование динамики экраноплана в экстремальных ситуациях и разработка концепции обеспечения безопасности эксплуатации экранопланов в различных режимах движения»; «Разработка и экспериментальная проверка методов повышения несущих свойств крыльев, создание зон с повышенными энергетическими характеристиками» и др.

Наряду с выполнением исследований на перспективу выполнялись исследования по обеспечению разработок коммерческих организаций: НПП «АТИ» и ЗАО «ТиТ» (Нижний Новгород); «Аэродизайн» (Санкт-Петербург) и др. Работы, выполнявшиеся Е. А. Крамаревым совместно с КБ ЛО «Патриот», завершились созданием серии спортивных скутеров открытого класса с выдающимися скоростными характеристиками, был разработан проект пассажирского скутера-экраноплана (рис. 5).

Неоднократная реорганизация нижегородского филиала с изменением



Рис. 5. Скутер-экраноплан МС-04



Рис. 6. Серийные катера-экранопланы «Акваглайд-5», разработчик ЗАО «АТТК»



Рис. 7. Десантный экраноплан пр. 904 «Орленок» на Химкинском водохранилище



Рис. 8. Высокоскоростная амфибия ВСА-24 на испытаниях в Якутии, разработчик ООО «Небо+Море»

подчиненности, проводившаяся с середины 1990-х гг., привела к его банкротству и ликвидации в начале 2003 г. Часть сотрудников филиала перешла на работу в коммерческие организации и продолжила работы по экранопланной тематике. На территории предприятия была создана научно-экспериментальная производственно-испытательная база ЗАО «АТТК», где была построена серия экранопланов «Акваглайд-5».

Проекты XXI века

В начале XXI века вновь возрос интерес к экранопланам. В соответствии с Решением Морской коллегии 2006 г. под руководством начальника отделения гидроаэродинамики А. В. Пустошного была выполнена НИР «Скорость» «Разработка рациональной номенклатуры и типажа скоростных судов для обеспечения транспортных перевозок в различных регионах страны и решения социальных задач».

В 2004–2008 гг. по договорам с ЗАО «АТТК» проводились комплексные исследования по пр. К01 катера-экраноплана «Акваглайд-5» (рис. 6) в различных режимах движения и в обеспечение проектных работ по 30-местному экраноплану пр. К02 «Акваглайд-30». Для ПКБ «Элиен-Чкаловск» выполнены работы по определению характеристик пассажирского экраноплана ПЭ-12.

В 2007 г. институт завершил работы по экранопланам I поколения. Финалом послужили исследования по определению ветровых нагрузок на планер ЭП пр. 904 «Орленок» (рис. 7) для установки в Москве на Химкинском водохранилище на специальном фундаменте как экспоната Музейно-мемориального комплекса истории ВМФ России.

Несколько работ с середины 1990-х гг. проводилось по контрактам с научно-исследовательскими центрами Китая и Республики Корея. Их результаты использованы заказчиками при создании опытных экранопланов и демонстраторов.

Решением руководства Министерства промышленности и торговли Российской Федерации на институт была возложена разработка проекта концепции «Развитие экранопланов гражданского и военного назначения в России». Работа над проектом велась совместно с членами Межведомственной рабочей группы с привлечением специалистов около 40 органи-



Рис. 9. Экраноплан «Орион-20»

заций страны, связанных с работами по созданию экранопланов. Проект в части развития гражданских экранопланов с определением этапов и направлений работ был представлен на утверждение в министерство в сентябре 2010 г.

С 2009 г. началось выполнение Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 гг.».

ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, реорганизованный в 2012 г. в ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (КГНЦ), кроме собственных НИР по экранопланной тематике, принял активное участие в НИОКР, выполнявшихся под руководством ОАО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева», ООО «ИПФГ», ЭО «Орион», ООО СК «Аэроход», ООО «Небо+Море». Совершенствование гидроаэродинамических характеристик, определение прочности и ресурса элементов конструкции экранопланов, исследование перспективных материалов и технологий формирования конструкций, которых удалось достичь с использованием научно-технического задела и возможностей уникальной экспериментальной базы, обеспечили проведение проектных работ и создание опытных образцов скоростных судов (рис. 8, 9).

Доклады сотрудников КГНЦ по экранопланной тематике регулярно представляются на конференциях и совещаниях всех уровней, выпущены монографии и многочисленные публикации, защищено несколько докторских и кандидатских диссертаций. Приоритет работ подтвержден рядом авторских свидетельств (патентов).

На современном этапе развития технологий с учетом имеющегося в стране научного задела возможно создание экранопланов различного водоизмещения, начиная с речных, оснащенных автомобильными двигателями, и кончая трансокеанским скоростным транспортом для обеспечения перевозок экстренных грузов и крупногабаритных моноблочных конструкций.

Использование экранопланов – многорежимного транспортного средства, обладающего амфибийными свойствами – позволяет решить многие задачи на водном пространстве. Для труднодоступных территорий нашей страны ЭП могут обеспечить доступность прибрежных населенных пунктов, расширив использование водного транспорта в межсезонье и при организации транспортных линий в зимний период.

С учетом опыта создания и эксплуатации ЭП в России можно рассчитывать на экспортные поставки, т. к. во многих странах экранопланы рассматриваются как межостровной транспорт и средство доставки туристов от аэропортов к зонам отдыха, а также как скоростное средство патрулирования и контроля водного пространства.

Исходя из интереса многих стран к экранопланам и необходимости разработки требований к проектированию, постройке и эксплуатации, обеспечивающих надлежащий уровень безопасности, в 1993 г. в ИМО в подкомитете по проектированию и оборудованию судов была создана корреспондентская группа. Обязанности координатора работы корреспондентской группы были

возложены на Российскую Федерацию как страну, имеющую опыт проектирования, постройки и эксплуатации экранопланов. До 1998 г. группу возглавлял начальник 10-го отделения А. В. Пономарев, а после его смерти руководство передано Российскому Морскому Регистру Судоходства (РМРС). В 2001 г. была создана редакционная группа, в которую вошли представители Австралии, Германии, России и США. В результате работы сформирована международная нормативная база для проектирования, постройки и эксплуатации ЭП типа А, рассчитанных на перевозку до 12 пассажиров. С российской стороны кроме РМРС участвовали специалисты ЦНИИ МФ, ЗАО «Технологии и транспорт», ОАО «ЦКБ по СПК» и ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова.

В начале XXI века активизация работ по транспортным ЭП потребовала совершенствования нормативной базы. В сотрудничестве с ОАО «ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева», ФГУП «ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского», ЗАО «ЦНИИМФ», Морским и Речным регистрами страны ведется работа по созданию нормативно-правовой базы обеспечения проектирования, постройки и эксплуатации экранопланов водоизмещением до 50 т.

Литература

1. Абрамеев Э. А. Итоги и перспективы экранопланостроения // Судостроение. 2000. № 1.
2. Абрамеев Э. А. Глобальная международная система морской безопасности на основе тяжелых экранопланов // Судостроение. 2001. № 4.
3. Абрамеев Э. А., Небылов А. В., Савищенко Н. П. Морской старт многоразовых космических аппаратов с использованием тяжелых экранопланов // Судостроение. 2001. № 5.
4. Пустошный А. В., Аносов В. Н., Ганин С. М., Кличко В. В., Богданов А. И., Шерстнева И. В., Евдокимов Г. П. Перспективы развития высокоскоростного водного транспорта в России // Издание ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. 2010.
5. Ганин С. М., Панкратьев В. Г., Багерман А. Г. База на Троце. Все для экранопланов и не только... // Флагман корабельной науки: сб., том 6. Издание ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. 2009.
6. Триумф и забвение скутера-экраноплана. Золотой фонд // Катера и яхты. 2006. № 2 (200).