**Общекорабельные системы и устройства**

И.Г. Захаров, доктор технических наук, профессор, контр-адмирал; Я.Д. Арефьев, доктор технических наук, профессор, контр-адмирал; Н.А. Воронович, кандидат технических наук, капитан 1 ранга; О.Ю. Лейкин, кандидат технических наук, капитан 1 ранга

Наряду с энергетикой, электроэнергетикой и автоматизированными системами управления, контроля и защиты в послевоенный период интенсивно развивался и комплекс общекорабельных систем и устройств (ОКС и У) кораблей ВМФ. Разработка и внедрение ОКС и У тесно связаны с созданием энергетических средств кораблей ВМФ. Дальнейшее развитие энергетических установок и электроэнергетических систем позволило оснастить корабли новыми электрогидравлическими рулевыми машинами, якорными шпилями, спускно-подъемными и грузовыми устройствами.

Создание атомного океанского Военно-Морского Флота, необходимость несения его кораблями боевой службы в удаленных районах Мирового океана, выполнение международных обязательств на море потребовали разработки нового поколения корабельных устройств и систем. В этих условиях остро встала проблема всестороннего обеспечения кораблей в море на ходу в любых погодных условиях. Для ее решения в 1969г. были начаты работы по созданию судов снабжения, а также устройств типа “Струна” и “Передача” для приема-передачи грузов на корабли ВМФ.

Первым ЦНИИ МО было выдано техническое задание НПО “Пролетарский завод” на разработку устройств, обеспечивающих передачу сухих грузов массой до 4000кг и жидких грузов производительностью до 1000-1200т/ч на волнении моря до 5 баллов включительно, а также передачу людей и снаряжения на аварийные подводные лодки. Эти устройства по своим параметрам превосходили в 1,2-1,5раза существующие во флотах высокоразвитых государств мира. В свою очередь, разработка устройств потребовала создания принципиально новых мощных гидромоторов, электрогидравлических следящих систем и специальных лебедок со скоростью травления и выбирания канатных дорог до 400-500м/мин. Особенно остро встал вопрос о реализации безударного приема-передачи ракет, боезапаса и людей. Эта задача была решена выполнением комплекса теоретических исследований, проектных проработок и макетных испытаний по конструктивному исполнению и доводке стыковочных узлов и систем автоматического программного управления, обеспечивающих прием и опускание груза на палубу с ускорением, не превышающим 2g, и посадочной скоростью до 1,5м/мин.

На основе теоретических и экспериментальных исследований взаимодействия судна снабжения и принимающего корабля, соединенных канатными дорогами, были разработаны принципы и методы безопасного совместного плавания с учетом генерального курса к волне, размещения устройств по длине корабля, необходимых скоростей движения и углов перекладки руля при передаче-приеме грузов, что облегчило не только проектирование, но и эксплуатацию кораблей. Безопасность работы судна снабжения с принимающим кораблем обеспечивалась также вновь созданной системой “Интервал”, удерживающей требуемое расстояние между кораблями (50-70м) при подаче грузов. Разработку устройств на “Пролетарском заводе” возглавляли А.Е.Маслов, Ю.Л.Довгалев и наблюдающий от ВМФ Г.А.Плугатырев. В работе принимал участие большой творческий коллектив ученых и конструкторов НИИ и конструкторских бюро судостроительной промышленности и ВМФ.

В 1974г. изготовленные устройства приема и передачи сухих и жидких грузов были установлены на МТ “Днестр” и ВПК “Адмирал Макаров”. Межведомственные испытания, проведенные в том же году в Атлантическом океане и Средиземном море, подтвердили их высокую работоспособность. Устройства были рекомендованы к дальнейшему производству.

В 1976г. за создание судов обеспечения, оснащенных устройствами для передачи грузов в море траверзным способом, группа специалистов промышленности и ВМФ была удостоена Государственной премии СССР, в их числе: А.Е.Маслов, Ю.Л.Довгалев, Ю.М.Украинский, Л.А.Равикович, Н.Н.Ларкин, Ю.И.Сапожников.

В настоящее время разработан типоряд передающих устройств третьего поколения для оснащения всех классов боевых надводных кораблей и подводных лодок.

Другой крупной проблемой в области создания корабельных устройств явилась разработка палубных механизмов, обеспечивающих взлет и посадку самолетов. Современные корабельные реактивные самолеты с горизонтальным взлетом и посадкой имеют достаточно большие взлетные скорости - до 300км/ч и скорости посадки - 260км/ч и широкий диапазон взлетно-посадочных масс - от 10 до 40т. Предельные размеры полетной палубы и допустимые нагрузки, действующие на летчика и самолет, накладывают строгие ограничения на длину разбега при взлете и длину пробега при посадке самолета -до 100-110м. Поэтому полетные палубы современных авианосцев оборудуются специальными взлетно-посадочными устройствами: катапультами, трамплинами, аэрофинишерами и аварийными барьерами.

Во второй половине 70-х годов было принято решение о начале строительства тяжелого авианесущего крейсера, предназначенного для базирования корабельных самолетов с горизонтальным взлетом и посадкой. Несмотря на то, что к моменту начала проектирования отечественный опыт разработки корабельных катапульт, аэрофинишеров и аварийных барьеров практически отсутствовал, научно-исследовательские институты и проектно-конструкторские бюро Военно-Морского Флота, Военно-воздушных сил, судостроительной и авиационной промышленности к этому времени выполнили целый комплекс научных исследований и проектных проработок, подтвердивших возможность создания этих средств, а 1-й ЦНИИМО разработал и выдвинул требования к их проектированию и совместно с Невским проектно-конструкторским бюро выдал тактико-техническое задание на разработку опытных и головных образцов.

Создание катапульт, аэрофинишеров и аварийных барьеров для первого отечественного тяжелого авианесущего крейсера было поручено объединению “Пролетарский завод”. Научному коллективу, возглавляемому главным конструктором А.А.Булгановым, пришлось решать целый комплекс научно-технических и организационных задач для разработки самых энергоемких в мировом кораблестроении катапульт и аэрофинишеров, имеющих высокие показатели надежности, обеспечивающие требуемую безопасность взлета и посадки летательных аппаратов.

В отечественном судовом машиностроении параметры механизмов взлетно-посадочного комплекса не имели аналогов по давлению в гидросистемах, скоростям и быстротечности процессов. К научным исследованиям была привлечена академическая, вузовская и отраслевая наука, в результате чего созданы теоретические основы расчета процессов, протекающих в катапульте, аэрофинишере, аварийном барьере, и выполнен значительный объем экспериментов на математических и физических моделях, а также испытаний на заводских стендах и полигонах. Это позволило разработать для корабельных устройств клапан пуска, системы уплотнения щелевых цилиндров, их наружного обогрева, смазки катапульты, торможения челночно-поршневой группы, ее возврата, автоматики, а также измерительный комплекс, технологический процесс изготовления и сборки щелевых цилиндров катапульт, клапан управления аэрофинишером и аварийным барьером, демпфирующие устройства, приемный и тормозной торс, специальные гидравлические уплотнения, самосмазывающиеся материалы, систему документирования параметров аэрофинишера и т.д. В 1983г. изготавливается первый опытный образец аэрофинишера и на береговом полигоне начинается его отработка на совместимость с самолетами путем пробега по полосе, а затем и посадками с воздуха. Первая посадка с воздуха на корабельный аэрофинишер, установленный на береговом комплексе, была осуществлена 1 сентября 1984г. летчиками-испытателями В.Пугачевым и Н.Садовниковым, пилотировавшими самолеты Су-27.

В 1986г. начались испытания аэрофинишеров и аварийного барьера тележками-имитаторами самолетов на предельно допустимых режимах по массе, скорости, боковым отклонениям. Для разгона тележек нагружателей аэрофинишеров и аварийного барьера использовалась корабельная паровая катапульта, опытный образец которой был изготовлен и установлен на наземном полигоне. 7августа 1986г. были проведены первые холостые пуски, а 29августа - первый пуск тележки нагружателя. За время испытаний отработаны все системы катапульт, проведена ее тарировка тележками-нагружателями, были достигнуты требуемые характеристики по цикличности, времени разогрева, предельным перегрузкам и др., отвечающие выданному техническому заданию. Аэрофинишер, аварийный барьер и катапульта были предъявлены на межведомственные испытания.

Наземный испытательный, учебно-тренировочный комплекс корабельной авиации является уникальным стендом, обеспечивающим не только отработку летательных аппаратов и авиационно-технических средств, но и обучение, и тренировку летчиков и обслуживающего полеты персонала в условиях, близких к корабельным. Разработку взлетно-посадочных блоков комплекса осуществляло “Невское ПКБ”, строительство - Черноморский судостроительный завод, насыщение взлетно-посадочными устройствами - “Пролетарский завод”. Создание взлетно-посадочных блоков осуществляли О.К.Сурков, Ю.Д.Сергеев, А.И.Середин, П.С.Герасимов, А.А.Булгаков, И.А.Пашкевич, Б.А.Власов, А.С.Ривкин, Н.Н.Ларкин, Б.П.Костенко, главный наблюдающий ВМФ В.Е.Шеховцов. В 1988г. взлетно-посадочные блоки были приняты государственной комиссией и переданы в эксплуатацию личному составу.

Межведомственные испытания аэрофинишера и устройства, работающего в режиме аэрофинишера и аварийного барьера, завершены в 1987-1988гг. Тормозные машины были установлены на корабль, где в 1991г. успешно прошли государственные испытания. Первая посадка на корабельные аэрофинишеры и взлет с трамплина ТАВКР “Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов” были выполнены летчиками испытателями В.Пугачевым и Т.Аубакировым на самолетах Су-27К и МиГ-29К 1ноября 1989г. Последний этап межведомственных испытаний по тарировочным испытаниям катапульты самолетами не был завершен в связи с прекращением финансирования работ по созданию катапультных самолетов.

Значительной проблемой в области корабельных устройств стало создание успокоительной качки. Первоначальная местная стабилизация антенных радиолокационных постов, артиллерийских и ракетных установок кораблей имела ряд существенных недостатков и не отвечала требованиям по условиям использования оружия. В это время параллельно во многих странах была разработана концепция общей стабилизации положения корабля на качке за счет успокоителей бортовой качки и доведения до требуемых норм стабилизации постов и установок оружия за счет местных систем стабилизации.

Внедрение успокоителей качки (УК) позволило повысить тактико-технические характеристики кораблей и улучшить условия их обитаемости. Необходимо отметить, что корабли отечественного Военно-Морского Флота были первыми в мире оснащены подобными устройствами. Создание эффективных и мощных успокоителей качки для различных классов кораблей потребовало совместной работы предприятий судостроительной отрасли и организаций ВМФ: ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова - в части разработки теории умерения качки корабля; ЦНИИ “Судового машиностроения” - в части силовых следящих приводов; ЦНИИ “Аврора” - в части систем управления; Северного проектно-конструкторского бюро - в части успокоителей качки, в целом, рулей и металлоконструкций; 1-го ЦНИИМО - в части формирования требований к проектированию успокоителей качки.

За относительно короткое время были созданы и освоены: УК-56 - для эскадренных миноносцев, УК-134 - для ракетных и больших противолодочных кораблей, УК-134-6 - для крейсеров типа “Маршал Устинов”, УК-89-3 - для тяжелых крейсеров типа “Минск” и УК-135 - для противолодочных кораблей.

Дальнейшее развитие успокоители качки получили с разработкой их нового типа - с неубирающимися управляемыми рулями. В отличие от выдвижных они обладают меньшими габаритами и массой, повышенными скоростями перекладки, оснащены более современной системой управления, требуют меньших объемов и площадей для размещения на кораблях, а также более удобны в эксплуатации и ремонте. К таким, например, относятся успокоитель качки УК-6 с площадью рулей 6м2 и насосным агрегатом НА-360. Ведутся работы по созданию подобных успокоителей качки с площадью пера руля - 4,5м2, предназначенного для кораблей малого и среднего водоизмещения.

Значительный вклад в развитие теории успокоителей качки внесли ученые: В.А.Мореншильдт (ЦНИИ им.академикаА.Н.Крылова), В.Г.Поляков, В.О.Воробьев (ЦНИИСМ), А.Н.Холодилин (Кораблестроительный университет), Г.В.Черкизов (Северное ПКБ), Н.А.Шмырев (1-й ЦНИИМО).

Возникшая в конце 50-х годов потребность резкого повышения мощности корабельных установок кондиционирования воздуха и последовательное ужесточение требований к их виброакустическим характеристикам были одной из серьезных научно-технических проблем, которые решал ВМФ.

На кораблях проектов 26- и 68-бис применялись пароводяные вакуумные и пароэжекторные машины 101Э, 2ЭМ и 3Э. На их базе по заказу ВМФ заводом “Компрессор” (г.Москва) сконструирован типоряд холодильных машин Э-250, Э-320 и Э-500 малогабаритного исполнения для первого поколения АПЛ и машин 9Э, 10Э для надводных кораблей 576 и 58 проектов.

Повышение требований к скрытности ПЛ и НК потребовало проведения дальнейших работ по снижению шумности работы холодильного оборудования. Было также продолжено совершенствование холодильных машин в части, касающейся уменьшения массогабаритных показателей, повышения экономичности и надежности. В результате для АПЛ второго поколения были созданы пароэжекторные холодильные машины типа Э-ЗООА/1, Э-500А/1, ЭХМ-1, ЭХМ-З, ЭХМ-5. Для надводных кораблей постройки 70-80-х годов на основе выполненных научно-технических разработок созданы холодильные машины типов 10ЭМ, 10ЭМАР и их тропическое исполнение - 20Э. В работах принимали участие ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова, Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения (СПМБМ) “Малахит”, ЦКБМТ“Рубин”, Северное ПКБ, ВНИИхолодмаш при научно-техническом сопровождении 1-го ЦНИИМО.

Попытки снижения виброакустических характеристик в источнике привели к созданию по требованию ВМФ для АПЛ второго-четвертого поколений ряда винтовых парокомпрессорных холодильных машин типа МХМВ-63П, 21МХМВ-63, МХМВ-250, 1МХМВ-250 и ЗМХМВ-290. Данные установки разработаны коллективом конструкторов ВНИИхолодмаша под руководством И.К.Савицкого, В.В.Катерухина и созданы на Читинском машиностроительном заводе.

Исследования ЦНИИ им.академикаА.Н.Крылова, ВНИИхолодмаша и 1-го ЦНИИМО показали, что по виброакустическим характеристикам наиболее перспективны абсорбционные холодильные машины. В этом плане интересен опыт разработки в 60-х годах абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины для ленинградского Большого концертного зала “Октябрьский”. Теоретические основы этой работы были использованы при создании абсорбционно-бромистой холодильной машины (АБХМ) БМ-600 на заводе “Компрессор” коллективом под руководством главного конструктора Ю.А.Шапошникова, ответственного исполнителя Е.И.Елимовой и наблюдающих от ВМФ И.И.Космынина и Е.П.Лакунина. Машина была установлена на кораблях проектов 1134Б и 1164. В настоящее время с учетом опыта ее 25-летней эксплуатации ВНИИхолодмаш, на основе научных разработок ЦНИИ “Прометей” в области использования титановых сплавов в агрессивной среде водного раствора бромистого лития, для перспективных кораблей ВМФ создаются абсорбционные холодильные машины типа АХМ-0,5 (холодопроизводительность 0,5МВт).

Строительство серии крупных авианесущих кораблей проекта 1143 потребовало холодильных машин с агрегатной мощностью 1-2МВт. С этой целью использован научно-технический задел в области центробежных компрессоров. Под руководством главного конструктора И.М.Калнина во ВНИИхолодмаш был спроектирован и на Казанском компрессорном заводе освоен выпуск турбокомпрессорных холодильных машин типа МТХМ-1000 и МТХМ-2000.

Ужесточение требований по виброакустическим характеристикам (ВАХ) показало невозможность дальнейшего использования поршневых компрессоров в холодильных установках продовольственных камер. Поэтому возникла необходимость использования альтернативных способов получения холода. По предложению СПМБМ “Малахит” и 1-го ЦНИИ МО, использованы научно-технические достижения в области применения эффекта Пельтье в холодильных установках малой агрегатной мощности. В 1994г. на научно-производительном предприятии “Истприбор” коллективом под руководством Б.Г.Накчебия проведены межведомственные испытания термоэлектрической холодильной установки (ТЭХУ) провизионных камер “Холод”, которые планируются к установке на перспективные корабли. В силу специфических условий Военно-Морской Флот в 80-е годы, помимо использования апробированных разработок в холодильной технике, инициировал конструкторские и научно-исследовательские работы в этой области.

В 1974г. в ВМФ были приняты первые правила по предупреждению загрязнения моря (“ППМЗ-74”), которые регламентировали выполнение международной конвенции по предупреждению загрязнения моря нефтью (1954г. Ойлпол, с поправками 1971г.). На основании введенных правил в ВМФ были проведены НИОКР по оснащению кораблей и судов ВМФ оборудованием по предупреждению загрязнения моря нефтью. В результате корабли стали оснащаться нефтеводяными сепарационными установками, цистернами для сбора трюмных вод, автономными осушительными системами с насосами.

С принятием Конвенции 1973г. и с поправками 1978г. по предотвращению загрязнения с судов предусматриваются меры предотвращения загрязнения моря не только нефтью, но и вредными веществами, сточными водами и мусором. Это привело к разработке новых нормативных документов, концепции комплексных мероприятий по полной переработке нефтесодержащих и сточных вод, мусора корабля, а также к созданию соответствующих устройств.

В настоящее время по заданию 1-го ЦНИИМО Центральное конструкторское бюро морской техники (ЦКБ МТ) “Рубин” разрабатывает устройство по очистке сточных, нефтесодержащих вод и комплектующего оборудования, удовлетворяющего требованиям ВМФ. В работе по созданию систем и устройств принимали активное участие специалисты и ученые различных организаций: Б.В.Подсевалов, Ю.М.Брусельницкий (ЦНИИ“ЛОТ”), О.П.Терешкевич, А.К.Брусов (ЦКБМТ “Рубин”), В.Г.Федоров, Г.П.Надточий (1-й ЦНИИМО).

В связи с внедрением атомных энергетических установок, повышением рабочих глубин погружения и водоизмещения подводных лодок в отечественном и зарубежном подводном кораблестроении возникла проблема повышения эффективности систем аварийного продуктирования (АП) и их энергообеспечения. Специалистами ведущих стран мира был развернут комплекс фундаментальных и поисковых работ, направленных на решение этой проблемы. Во Франции, Великобритании, США и Германии исследовались различные виды топлива и конструкций систем. Подобная работа была начата и в отечественном подводном кораблестроении. В 1958-1960гг. специалистами 1-го ЦНИИМО выполнена НИР по использованию в системах АП газогенераторов твердого топлива.

Особую актуальность эта проблема приобрела после гибели в 1963г. во время глубоководного погружения американской АПЛ “Трешер”. Эта катастрофа послужила поводом к разработке во многих странах специальных программ НИОКР в области повышения безопасности плавания атомных подводных лодок, включавших работы по повышению эффективности систем АП строящихся и проектируемых АПЛ. В качестве первого этапа в решении проблемы в ВМС США на всех строящихся АПЛ корабельный запас воздуха высокого давления (ВВД) был увеличен вдвое. В отечественном кораблестроении было создано оборудование, рассчитанное на давление в системах ВВД 400ата, вместо 200ата, что позволило увеличить запас ВВД по весу в 1,6раза, без увеличения габаритных показателей. Для повышения надежности и живучести системы ВВД, начиная с кораблей второго поколения, внедрена кольцевая схема.

Все работы проводились под руководством главного конструктора ЦКБ“Рубин” В.Н.Плотникова совместно с другими организациями и при общем наблюдении 1-го ЦНИИ МО. Специалистами ЦКБМТ“Рубин” была разработана и внедрена на АПЛ второго поколения система аварийного продувания повышенной эффективности (АППЭ), позволившая заметно увеличить интенсивность продувания цистерн главного балласта. Наибольший вклад в создание и внедрение систем ВВД-400 и АППЭ внесли специалисты промышленности - Н.Ц.Куприянов, В.Н.Плотников, Е.Л.Гаврилов и представители ВМФ - Ф.К.Ярмолин, Б.П.Костров, В.А.Усачев, Н.Я.Бутенко.

Одновременно продолжались работы по созданию систем аварийного продувания продуктами сгорания твердого топлива (АП ПСТТ). В 1964г. на ПЛ проекта 611 были успешно проведены первые испытания опытного образца такой системы.

Специалистами ВМФ были обоснованы требования к тактико-техническим характеристикам и конструкции подобных систем применительно к глубоководным АПЛ. В дальнейшем эти работы выполнялись в соответствии с постановлением правительства и включили в себя комплекс НИОКР, выполнявшихся предприятиями: СПМБМ “Малахит” Минсудопрома (головной разработчик). Московским механическим заводом “Искра” и НИИ химических топлив Авиапрома (разработчики зарядов топлива) с участием ЦНИИ “Аврора”, ПО “Северное машиностроительное предприятие” и ЦНИИ им.академикаА.Н.Крылова.

В течение 1970-1980гг. на специально созданном уникальном наземном крупномасштабном стендовом комплексе “Импульс”, имитирующем условия продувания цистерн главного балласта (ЦГБ) на глубинах до 1000м, проведена всесторонняя экспериментальная отработка всех элементов системы АП ПСТТ, позволившая создать оптимальные конструкции по реализации принципиально новой физической модели продувания балласта парогазовой смесью высокой температуры.

В результате этих работ на снабжение ВМФ были приняты газогенераторы с корпусами из стали: в 1975г. для глубин погружения до 400м, а в 1983г. - до 1000м.

Межведомственные корабельные испытания систем АП ПСТТ с такими газогенераторами были успешно завершены летом 1981г. на АПЛ проекта 671РТ (глубина до 400м), а также в 1984г. и 1986г. на опытной глубоководной АПЛ проекта 685 (всплытие с 300 и 800м соответственно). В процессе этих испытаний была подтверждена высокая эффективность новых систем, превосходящих по интенсивности продувания балласта традиционные воздушные системы более чем в 10раз.

На базе выполненных работ созданы серийные образцы систем АП ПСТТ, которые устанавливаются на строящихся АПЛ проекта 971, а также ведется проектирование этих систем для перспективных заказов.

В разработке и внедрении на отечественных АПЛ систем продувания с использованием газогенераторов твердого топлива активное участие приняли И.И.Кортуков, Ю.К.Куликов, А.М.Носов, И.А.Седов, О.К.Волков (ММЗ“Искра”), А.Н.Росторгуев, Д.Д.Аксененко (Ав. НИИХТ), Г.И.Никитин, Л.А.Гершт, В.Ю.Гуревич (НПО“Аврора”), Г.П.Горченков, О.Н.Михайлов (ЦНИИ им.академикаА.Н.Крылова), С.Л.Декан, Н.Т.Лысенков (ПО Северное машиностроительное предприятие), В.А.Сироткин, В.А.Тимофеев, А.А.Тюриков (СПМБМ “Малахит”), В.А.Усачев, Н.Я.Бутенко, Н.П.Никитин (1-й ЦНИИМО) и ряд других специалистов.

Создание принципиально новых высокоэффективных систем аварийного продувания явилось существенным шагом в повышении тактико-технических элементов современных и перспективных ПЛ и решении проблемы безопасности эксплуатации глубоководных объектов.

В послевоенный период системы и устройства подводных лодок претерпели существенные изменения, а часть из них появилась впервые. К ним необходимо отнести и общесудовую автономную систему гидравлики. Данная система впервые была внедрена на ПЛ проекта 611 для обеспечения бесперебойного снабжения энергией всех потребителей с давлением 100кгс/см2. В связи с ростом количества потребителей, начиная с ПЛ второго поколения, давление в системе гидравлики поднято до 150кгс/см2. Одним из недостатков системы гидравлики явилось использование масла АУ, которое послужило источником возгораний. После объемного пожара на ПЛ К-З было принято решение о разработке и внедрении пожаробезопасной жидкости ПГВ, которая к 1973г. заменила масло АУ на всех подводных лодках.

В связи с имевшими место многочисленными протечками жидкости из-за некачественных уплотнительных материалов был проведен комплекс работ по кардинальному изменению качества и срока службы уплотнительных материалов резинотехнических деталей и изделий (РТДИ), а также принципиальных схем. Вместо линейной внедрена кольцевая схема. При этом каждый потребитель обеспечивался питанием от двух насосных агрегатов, находящихся в разных отсеках, что позволило значительно повысить безопасность, надежность и живучесть системы гидравлики.