

Тенденции развития архитектуры подводных лодок

Б.Ф. Дронов кандидат технических наук, СПбМ "Малахит"

В практике подводного кораблестроения под архитектурой ПЛ понимается особенности внешнего облика, формы и конструкции корпуса, ограждения рубки, оперения и других выступающих частей.

К основным элементам, составляющим архитектуру ПЛ, обычно относят:

- а) форму наружных обводов корпуса и выступающих частей;
- б) архитектурно-конструктивный тип ПЛ, который в зависимости от наличия легкого корпуса на длине прочного корпуса может называться:
 - однокорпусным — легкий корпус на всей длине отсутствует;
 - двухкорпусным — легкий корпус на всей длине охватывает прочный корпус;
 - смешанным или частично однокорпусным — сочетание на длине прочного корпуса однокорпусных и двухкорпусных участков;
- в) конфигуранню прочного корпуса и распределение пространства внутри него на функциональные или иные составные части межотсечными переборками, палубами, платформами и т.д.;
- г) количество и расположение гребных валов.

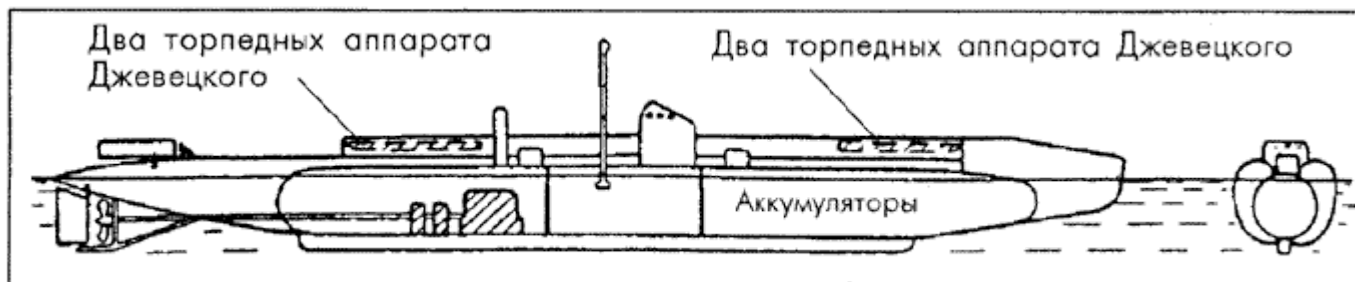
В понятие "архитектура" могут включаться и другие особенности ПЛ, оказывающие влияние на ее облик:

— тип, конструкция и расположение движителей (например, гребной винт, гидрореактивный движитель, винт в насадке и т.д.)

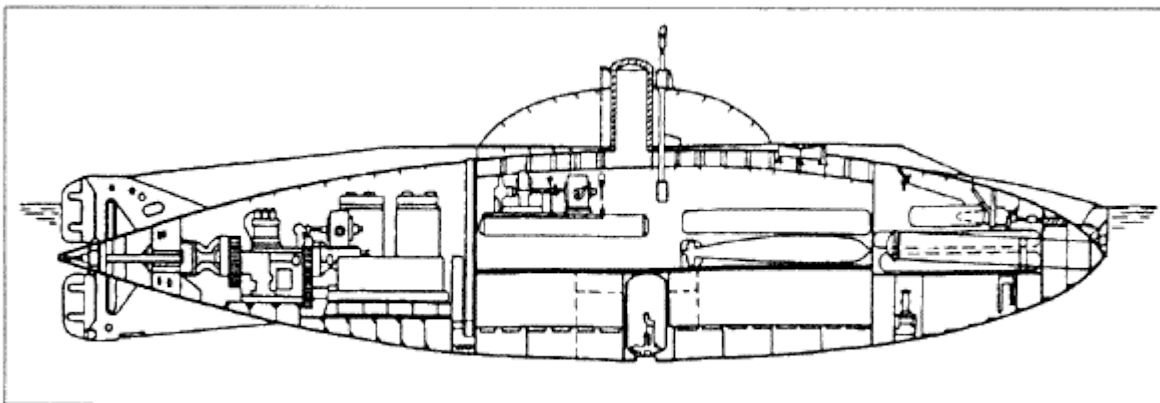
— особенности расположения основных видов оружия, вооружения

— состав, конструкция и расположение технических средств, обеспечивающих живучесть ПЛ.

Если совершить самый краткий экскурс в историю подводного плавания, можно отметить, что одна из первых субмарин, построенных в конце XIX в, французская «Gymnote» имела однокорпусный архитектурный тип с обводами тела вращения. Она предназначалась исключительно для подводного плавания. С появлением двигателя Дизеля появились ныряющие ПЛ с большим запасом плавучести — естественно, двухкорпусного архитектурного типа (поскольку этот запас плавучести необходимо было где-то размещать) с обводами, уже напоминающими надводный корабль (скажем, миноносец).



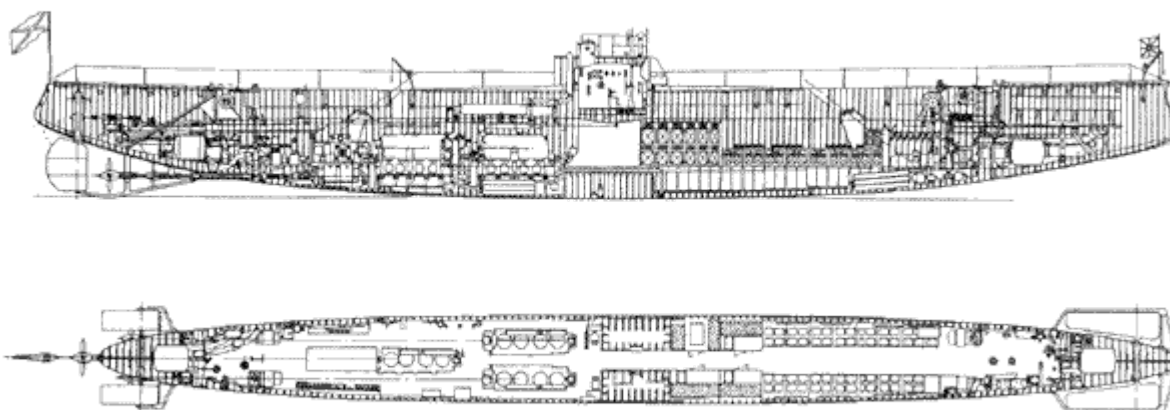
Проект ПЛ Лобефа, близкий к ПЛ «Aigretta»



ПЛ «Adder», близкая по конструкции к ПЛ типа "Z"

Чтобы окончательно определиться с архитектурным типом, во французском флоте в 1904 г. провели сравнительные испытания двухкорпусной ПЛ «Aigrette» и однокорпусной типа "Z". Несмотря на большую подводную скорость и лучшую управляемость в подводном положении предпочтение было отдано ныряющей лодке, автономность и дальность плавания которой в надводном положении в десятки раз превосходили таковые у чисто подводной. С тех пор сформировался классический тип "ныряющей" ПЛ, который в тех или иных вариациях сохранился до Второй мировой войны.

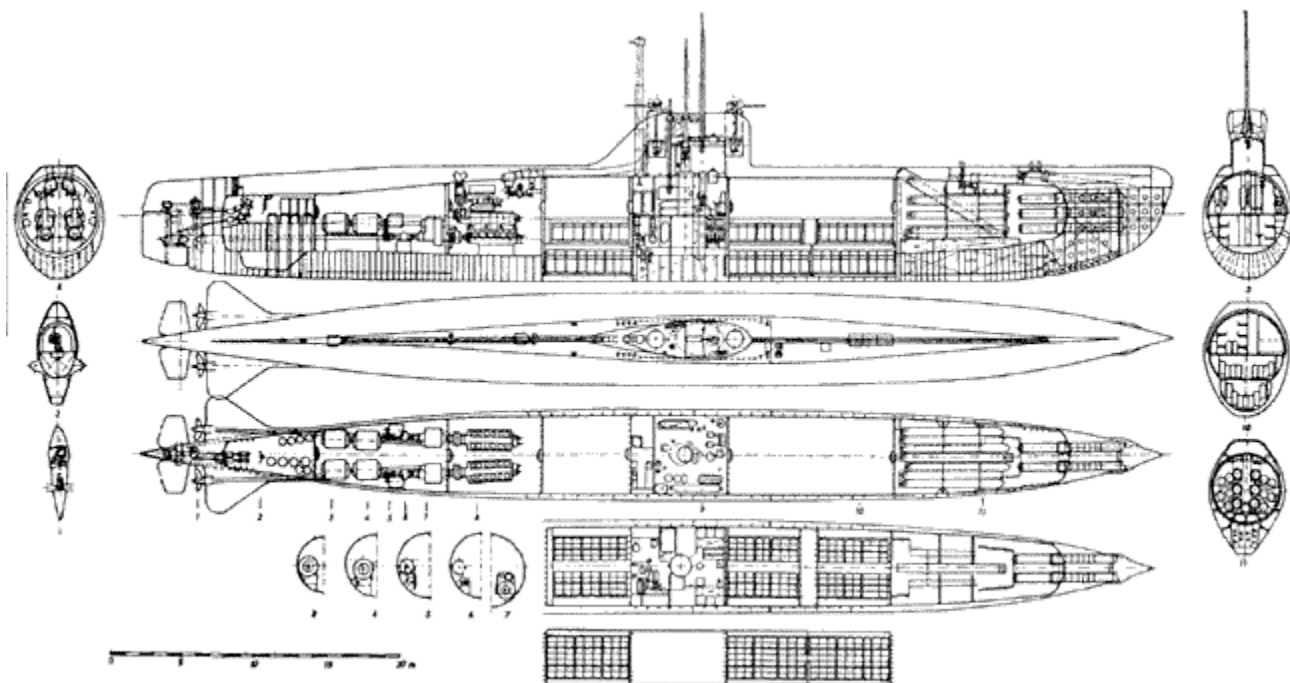
В России в начале века И.Г.Бубнов создал оригинальный тип однокорпусной ПЛ (тип «Барс») с размещением запаса плавучести в концевых ЦГБ. Через много лет идеи И.Г.Бубнова были использованы при создании чисто однокорпусной конструкции АПЛ типа «Los Angeles».



ПЛ типа "Барс"

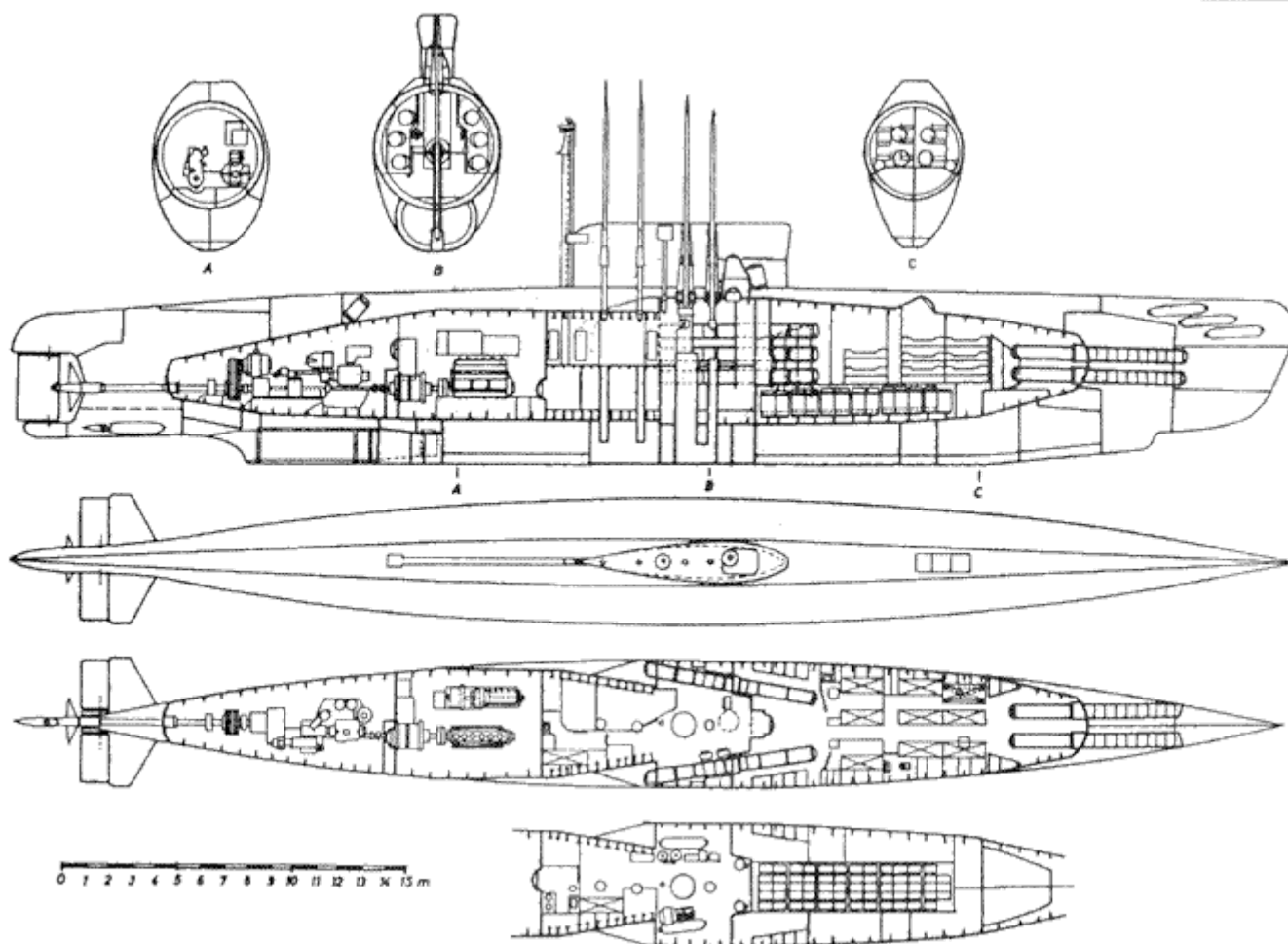
Вторая мировая война оказала мощное влияние на развитие подводного кораблестроения. В ходе войны потребовалось создать ПЛ с качественно новыми боевыми свойствами. Прикрытие кораблей и судов противолодочной авиацией и широкое применение радиолокации сделали невозможным эффективное использование субмарин из надводного положения. Они должны были стать настоящими подводными кораблями, способными длительно двигаться под водой и развивать высокую подводную скорость. Существование до середины 1940-х гг. ПЛ традиционного "ныряющего" типа обладали весьма ограниченными боевыми качествами в подводном положении. В наиболее тяжелом положении оказалась Германия, сделавшая ставку на подводный флот и столкнувшаяся с объединенными противолодочными силами союзников. После того, как ей не удалось преодолеть противодействие сил ПЛО наращиванием

количественного состава подводного флота, были предприняты попытки создания ПЛ новых типов. Это были усовершенствованные ДЭПЛ XXI (океанская) и XXIII (малая) серий и парогазотурбинная лодка XXVI серии.



Немецкая ПЛ XXI серии (1943 г.)

В проектах лодок первого типа высокие подводные качества — скорость и автономность — достигались главным образом за счет увеличения возможностей электроэнергетической системы. На лодках XXI серии емкость АБ была увеличена в три раза, а мощность гребных электродвигателей — в пять раз, причем впервые она превысила мощность дизелей. В результате подводная скорость возросла до 17,5 узлов, а подводная автономность в режиме экономического хода — до нескольких суток. Кроме того, используя шнорхель, ПЛ могла длительно идти под дизелями в перископном положении. Субмарины второго типа оснащались принципиально новыми ЭУ — парогазотурбинными ("двигатель Вальтера"), в которых применялась высококонцентрированная перекись водорода. При ее разложении выделялись кислород, использовавшийся для сжигания топлива, и водяной пар, а образовавшаяся парогазовая смесь приводила в действие турбину. Лодки XXVI серии должны были развивать подводную скорость до 24-25 узлов. Корабельного запаса перекиси хватало на шесть часов полного хода, а в остальное время использовалась обычная дизель-электрическая установка и шнорхель. Новые лодки имели архитектурный облик, существенно отличавшийся от традиционных, ориентированный на повышение пропульсивных качеств в подводном положении. Обтекаемые обводы, минимум выступающих частей, отказ от артиллерийского вооружения (кроме XXI серии), кормовое оперение, включающее горизонтальные стабилизаторы, сокращение полного подводного объема за счет уменьшения объемов ЦГБ (запаса плавучести) до 10-12% и проницаемых частей — были теми мероприятиями, которые отличали архитектуру подводных кораблей нового типа. Они стали своего рода шедеврами военно-морской техники, хотя вступить в строй и участвовать в боевых действиях не успели, и послужили богатым материалом для работ стран-победительниц в послевоенной модернизации подводных флотов.



Немецкая ПЛ XXVI серии (1944 г.)

В СССР на базе освоения опыта создания проекта XXI серии были разработаны пр.613 и 611 (средней и большой ПЛ), а на базе ЭУ XXVI серии — пр.617. Построенная по последнему проекту ПЛ развивала ход 20 узлов в течение шести часов, затем и СССР были созданы ПЛ пр.615 с дизелями, работающими по замкнутому циклу, которые могли обеспечивать 15-узловый ход в подводном положении в течение четырех часов.

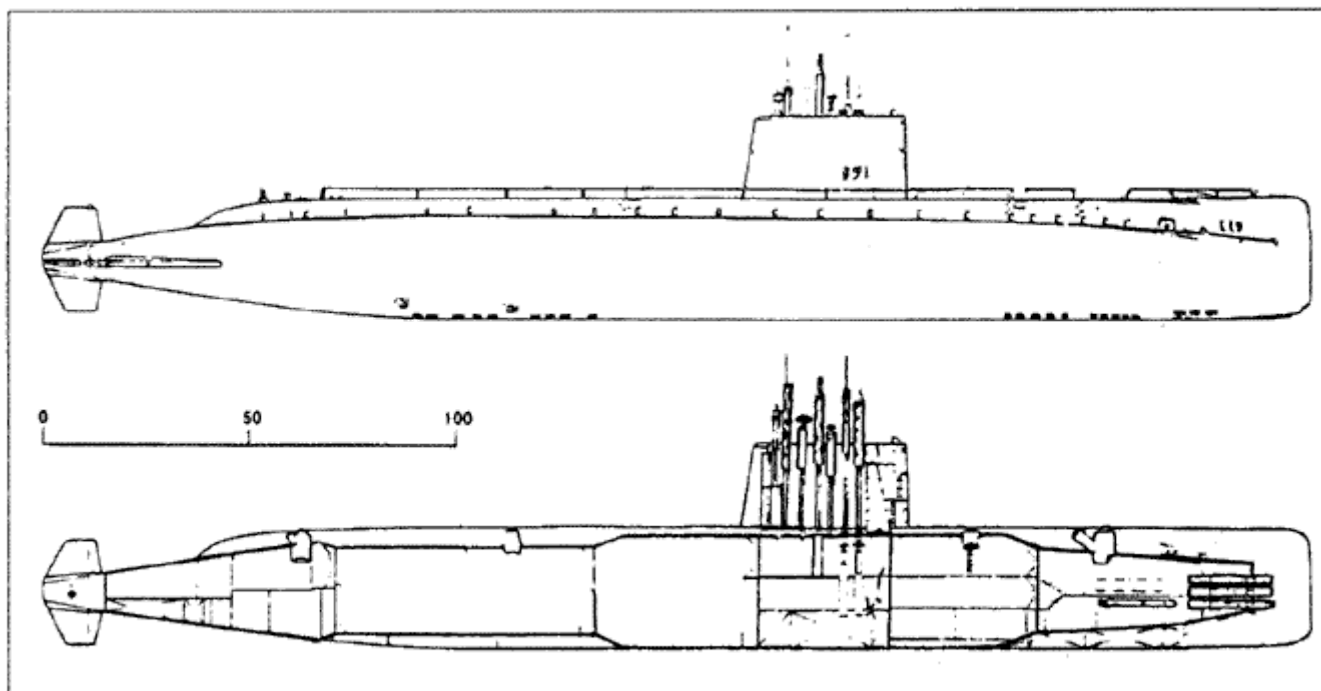
В США на базе опыта германских ДЭПЛ XXI серии построили серию из шести кораблей типа «Tang» (SS563) с подводной скоростью 16-18 узлов.

В Англии выполнены серьезные исследования по ПГТУ и в конце 1950-х гг. созданы две опытные ПЛ «Explorer» и «Excalibur», которые могли развивать подводную скорость до 25 узлов.

Но это были последние попытки превращения ныряющих ПЛ в подводные традиционными способами. Наступила эра атомных подводных кораблей.

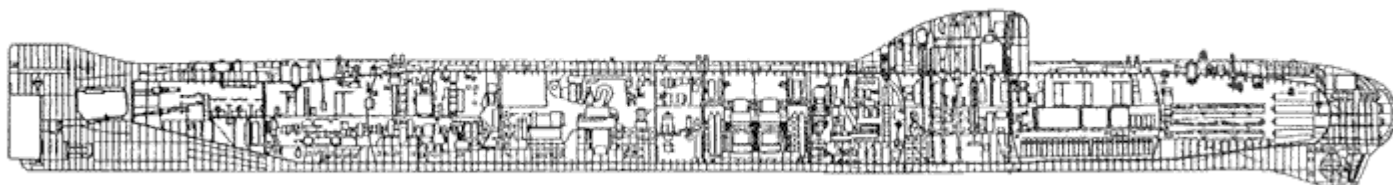
Пионерами атомного подводного кораблестроения стали США. По инициативе Х.Риквера (H.Rickover) разработка проекта АПЛ и ЭУ для нее началась в 1946 г., а в октябре 1955 г. АПЛ «Nautilus» вошла в состав ВМС США. Это был опытный корабль, за которым последовала серия из четырех АПЛ типа «Skiite» (SS578), а также ряда опытных: «Seawolf» (SSN575) с атомным реактором на жидкометаллическом теплоносителе, «Triton» (SSR586) — АПЛ радиолокационного дозора. «Halibut» (SSG587) с КР "Regulus". Для первого этапа создания и освоения АПЛ в США характерен поисковый принцип: отработывалась конструкция корабля и определялись боевые возможности АПЛ. На этом этапе не предъявлялись высокие требования к скорости полного подводного хода: «Nautilus» мог развивать скорость 23 узла, серийные типа «Skate» около

двадцати. Американские специалисты, очевидно, отдавали больший приоритет подводной автономности и возможности совершать скрытные переходы и длительно находиться в районах прилегающих к территории вероятного противника. Это подтверждается выполнением первыми американскими АПЛ походов в Арктику и заходами в ее советский сектор. Отсюда началось внимание американских кораблестроителей к проблеме снижения акустического поля ПЛ, первые результаты которого стали проявляться уже на кораблях следующего поколения.



Американская АПЛ SSN571 «Nautilus»

В Советском Союзе к созданию АПЛ приступили осенью 1952 г. Первая опытная лодка пр.627 была разработана Специальным конструкторским бюро №143 (СКБ-143, ныне — СПМБМ "Малахит") под руководством главного конструктора В.Н.Перегудова и научного руководителя академика А. П.Александрова в 1953-1955 гг. и вступила в строй в 1958 г. На основе проекта первого подводного атомохода было развернуто серийное строительство (12 кораблей), а также созданы опытная лодка с ЭУ на жидкометаллическом теплоносителе (пр.645), с БР (пр.658) и с КР (пр.675). Атомоходы пр.627А могли развивать скорость до 30 узлов (то есть в полтора раза больше, чем американские АПЛ первого поколения). Это обеспечивало возможность быстрого перехода в район боевого предназначения, а также позволяло атаковать быстроходные НК.

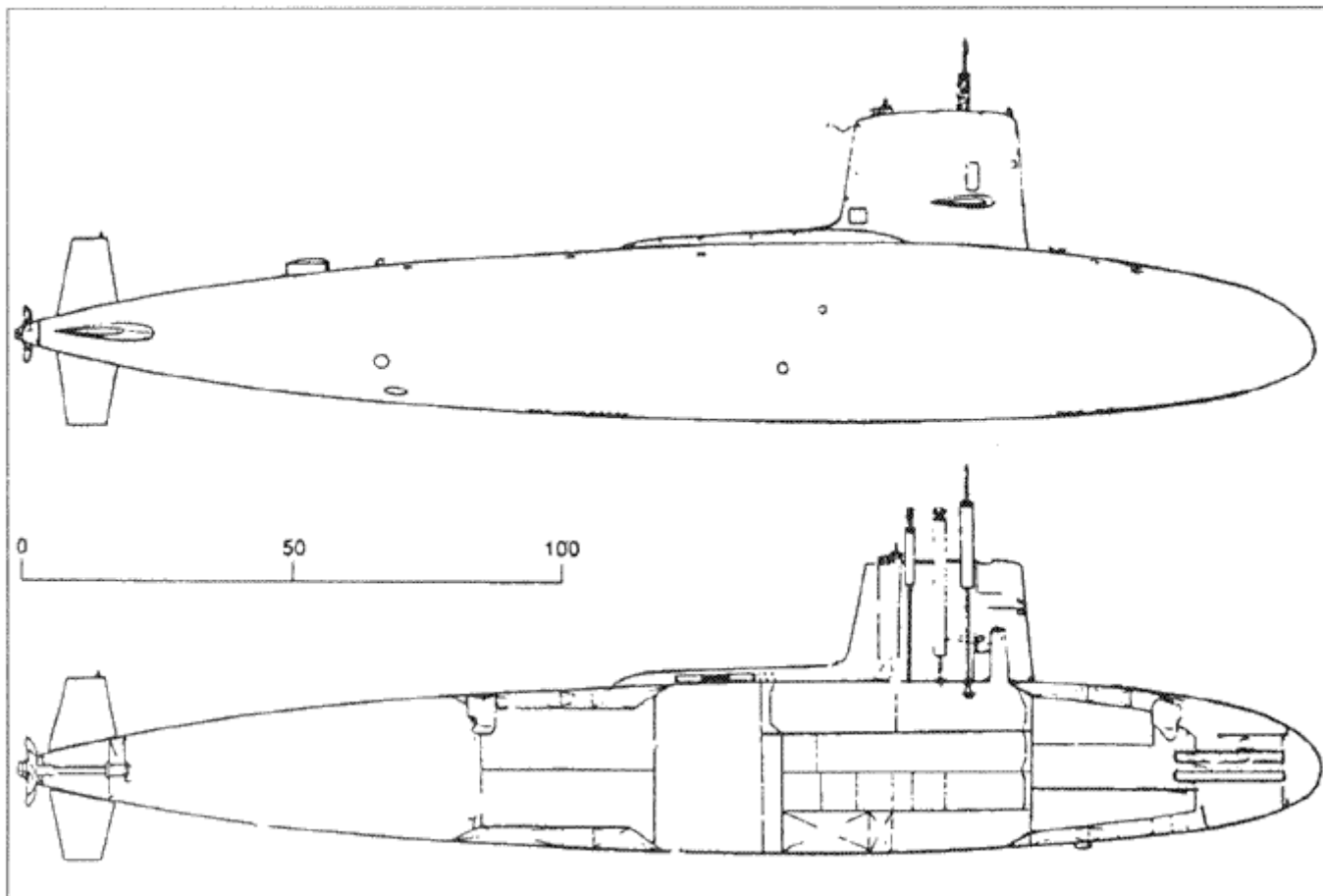


АПЛ пр.627А

Таким образом, на первом этапе создания АПЛ как в США, так и в СССР главной задачей являлось достижение высоких пропульсивных качеств в подводном положении, превращение ПЛ

из "ныряющей" в действительно подводный корабль. Естественно, это нашло свое выражение в архитектуре первых АПЛ. По своему внешнему облику первые американские и советские атомные субмарины резко отличались друг от друга, так как каждая страна шла своим собственным путем.

Американские конструкторы, в основном ориентировались на решения, полученные при проектировании ДЭПЛ «Tang». Первые АПЛ сохраняли значительное удлинение корпуса ($L/B \sim 11$) и протяженную — до 50-55% — цилиндрическую вставку. Носовая оконечность имела форму округлого штевня, а кормовая часть — новую форму, близкую к осесимметричной, с крестообразными рулями балансирующего типа. Гребные валы (все лодки были двухвальными) проходили через горизонтальные стабилизаторы, как на германских ПЛ XXI серии. Ограждение рубки имело форму, аналогичную ПЛ типа «Tang», но располагалось ближе к носу.



Американская АПЛ типа «Skirjack»

Советские торпедные АПЛ резко отличались по внешнему облику от послевоенных ДЭПЛ. Несмотря на то, что они сохранили большое удлинение ($L/B = 13,6$), корпус их имел форму, близкую к осесимметричной, с обтекаемым каплеобразным носом. Цилиндрическая вставка, как и у американских, была велика и составляла 50% длины корпуса. В кормовой части обводы поперечных сечений становились эллиптическими и постепенно сводились к плоским. Кормовое оперение — аналогично германским ПЛ XXI серии.

Новая форма была придана ограждению рубки, которая в советском кораблестроении получила наименование "лимузинной", отличающемся соотношением высоты к длине меньше единицы и плавным переходом крыши в наклонную кормовую кромку. Для такой формы характерно объемное обтекание и низкий коэффициент сопротивления.

Дополнительным мероприятием по снижению сопротивления явилось сокращение количества плохообтекаемых деталей на корпусе (кнехтов, киповых планок, леерных стоек и т.п.).

Претерпел изменения и архитектурно-конструктивный тип. Для ДЭПЛ выбор архитектурно-конструктивного типа определялся следующими факторами: величиной запаса плавучести (то есть объемом ЦГБ), необходимым для обеспечения мореходности в надводном положении (высота надводного борта), надводной непотопляемости при авариях и необходимостью размещения в междубортном пространстве запаса топлива и различного оборудования. Как правило, большие океанские ДЭПЛ имели двухкорпусный архитектурно-конструктивный тип. При создании первых АПЛ американские специалисты приняли достаточно смелое проектное решение: на большей части длины они перешли на однокорпусную конструкцию, а двухкорпусная сохранялась в районе носовых торпедных отсеков и турбинного отсека («Nautilus» и «Seawolf» или кормового торпедного отсека («Skate»)).

Таким образом, архитектурно-конструктивный тип первых американских АПЛ можно определить как смешанный (однокорпусный на части длины) с развитой надстройкой. В результате запас плавучести сократился с 30-35% характерных для ДЭПЛ, до 14-16%.

Выбор такого конструктивного решения был обусловлен следующими факторами:

- стремлением сократить полное подводное водоизмещение и достичь более высоких скоростей полного хода при принятой мощности АЭУ;
- отсутствием необходимости обеспечивать высокую мореходность в надводном положении, так как доминирующим режимом становилось подводное плавание;
- пересмотром взглядов на надводную непотопляемость;
- отсутствием необходимости размещать большие запасы дизельного топлива.

Из перечисленных факторов наиболее радикальными следует признать отказ от одноотсечного стандарта непотопляемости— здесь произошел определенный скачок с переходом на качественно новый уровень.

В отличие от американских, советские АПЛ первого поколения сохранили полностью двухкорпусный архитектурно-конструктивный тип, так как необходимость обеспечения надводной непотопляемости при затоплении одного отсека сомнению не подвергалась. Кроме того, наружный корпус обеспечивал плавные, хорошо обтекаемые обводы, которые совместно с увеличением мощности ЭУ компенсировали увеличение полного подводного объема при достижении требуемой скорости хода. Общая компоновка первых АПЛ как и США. так и в СССР не претерпела радикальных изменений по сравнению с послевоенными ДЭПЛ.

Накопленный опыт разработки и эксплуатации АПЛ убедил кораблестроителей и командование ВМФ в возможности и безопасности применения атомной энергетики в подводном плавании, что позволило приступить к созданию более совершенных кораблей нового поколения. Для данного этапа было характерно окончательное осознание АПЛ как чисто подводного корабля, выполняющего свои задачи без всплытия на поверхность. Другой отличительной чертой, определившей сумму приоритетов среди боевых качеств и облик атомных торпедных лодок второго поколения, стала их переориентация на решение противолодочных задач.

Поэтому особенностями развития в рассматриваемый период стали:

- дальнейшее совершенствование пропульсивных качеств;
- рост внимания к акустической скрытности и последовательному снижению уровней подводного шума в ходе серийного строительства;
- наращивание поисковых возможностей ГАК;
- сокращение числа ТА до уровня, достаточного для ведения боя с ПЛ противника.

В США атомоходы второго поколения вступали в строй с 1959 по 1975 г. Торпедные АПЛ создавались тремя сериями, образующими единую эволюционную цепь. Это были корабли типов «Skipjack» (SSN585, 6 ед., 1959-1961), «Thresher» (SSN593, 13 ед., 1961-1967) и «Sturgeon» (SSN637, 37 ед., 1967-1975). Все они имели сходный архитектурный облик, который постепенно совершенствовался в соответствии с общими направлениями развития АПЛ.

В этот период было характерно выравнивание по скоростным качествам с советскими АПЛ (достижение полной подводной скорости около 30 узлов) и "консервация" достигнутого уровня. Наивысшим приоритетом стало стремление достичь отрыва по уровню акустической скрытности, которая с 1958 по 1973 г. снизилась на 23-25 дБ (в 14-25 раз). одновременно принимались активные меры по совершенствованию гидроакустических средств для обеспечения упреждающего обнаружения противника.

С целью натурной проверки технических решений параллельно с серийными в США строились опытные АПЛ: «Tullibee» (SSN597, 1960) - противолодочная с полным электродвижением и

расположением ТА под углом к ДП; «Jack» (SSN605, 1967) — с прямодействующей турбинной установкой и соосными гребными винтами; «Narwhal» (SSN671, 1969) - с реактором, работающим в режиме естественной циркуляции.

В Советском Союзе АПЛ второго поколения начали создаваться и вступать в строй в более поздние сроки. Головные лодки вступили в состав ВМФ в 1967 г., причем это были корабли трех специализированных типов: торпедная противолодочная (пр.671), с ПКР (пр.670) и с БР (пр.667).

На направленность создания отечественных торпедных АПЛ решающее влияние оказал развертывание в США ПЛАРБ системы "Polaris-Poseidon", когда с 1959 по 1967 г. вступил в строй 41 ракетоносец. Торпедные лодки пр.671 (главный конструктор — Г.П.Чернышев), пр.705 (главный конструктор — М.Г.Русанов, научный руководитель — академик А.П.Александров) создавались СКБ-143 как противолодочные корабли, предназначенные для противодействия этим американским ПЛАРБ. Всего в Советском Союзе было построено 55 торпедных АПЛ второго поколения: 15 ед. пр.671 (1967-1974), 7 ед. пр.671РТ (1972-1978), 26 ед. пр.671РТМ (1977-1992), 7 ед. пр.705 и 705К (1973-1981).

Для атомных подводных лодок второго поколения характерен полный отказ от компромисса обеспечения надводных и подводных мореходных качеств -- был сделан однозначный выбор в пользу подводных. Это позволило выработать решения по форме корпуса, которые принципиально не изменились до настоящего времени, и по существу являются классическими. Это решения следующие:

- корпус в виде тела вращения с относительным удлинением 8,0-9,5 ("дирижабельная" форма);
- носовая часть корпуса в виде эллипсоида вращения, полнота которого определяется габаритами гидроакустических антенн и размещением ТА;
- кормовая часть в виде конуса с дугообразной образующей, форма которой определяется по оптимальным условиям работы гребного винта.

Такая форма кормовой части корпуса стала возможной только с переходом на одновальную схему ГЭУ. В американском подводном флоте начиная со второго поколения это было принято и для торпедных лодок, и для ракетоносцев, а в нашем одновальная схема была реализована только для многоцелевых ПЛ. Протяженность цилиндрической вставки корпуса колебалась от 25% у кораблей типа «Skipjack» и пр.671 до 35% у типа «Sturgeon». А у лодок пр.705, обладающих наиболее совершенными обводами, цилиндрическая вставка практически отсутствует.

По условиям снижения сопротивления и гидродинамических шумов с корпусов были полностью удалены плохообтекаемые детали, применялись специальные щиты для закрытия вырезов на наружном корпусе.

Кормовое оперение АПЛ также приобрело "классический" вид. И в США, и в СССР было принято крестообразное оперение, оптимальное как по гидродинамическим характеристикам, так и по простоте и надежности управления (в отличие от Х-образного, применявшегося на опытной лодке «Albacore» AGSS569). Особенностью американских лодок стало использование полнопопородного оперения (балансирных вертикальных рулей) и вертикальных шайб на торцах горизонтального оперения (тип «Sturgeon»).

Отличительной особенностью советских АПЛ пр.671РТМ является размещение на верхнем вертикальном стабилизаторе гондолы буксируемой гидроакустической антенны.

Впервые в практике подводного кораблестроения на кораблях типа «Skipjack» американские конструкторы применили рубочные рули, отказавшись от носовых горизонтальных. Такое решение вызывалось стремлением удалить рули от носовых гидроакустических антенн и снизить гидродинамические помехи. Однако из-за уменьшения плеча площадь рубочных рулей возрастает. Невозможность их убираания на повышенных скоростях приводят к потере скорости на 0,8-1,2 узла, а при действиях в Арктике для всплытия с проламыванием льда потребовалось обеспечить перекладку рубочных рулей на 90 градусов.

На советских торпедных ПЛ сохранились хорошо зарекомендовавшие себя убирающиеся носовые и горизонтальные рули, отнесенные от района размещения гидроакустических антенн. В применении форм ограждения рубок многоцелевых АПЛ обе стороны пошли своим путем. На американских лодках окончательно утвердился крыловидный тип ограждения минимальной

ширины (до 2 м), а на советских торпедных — лимузинный. Этот вариант отражал взгляды конструкторов СПМБМ "Малахит" на оптимальное формообразование ограждения рубки по условиям минимального сопротивления движению, влияния на динамические свойства ПЛ при маневрировании и размещения оборудования. Отличительной особенностью АПЛ пр.705 была объемная форма ограждения с плавным сопряжением ее стенок с корпусом, это объяснялось необходимостью размещения в ограждении всплывающей камеры для спасения экипажа в случае аварии. В продольном сечении ограждение рубки сохраняло лимузинную форму.

На развитие архитектурно-конструктивного типа АПЛ второго поколения все большее влияние стали оказывать (факторы, связанные с необходимостью снижения шумности. Все американские корабли имели смешанный архитектурно-конструктивный тип с долей однокорпусных участков около 50% длины. Характерной особенностью новых лодок стал отказ от развитой надстройки. Если на типе «Skipjack» еще сохранялась минимальная надстройка -- обтекатель трубопроводов, то начиная с «Thresher» на многоцелевых лодках надстройка отсутствует вообще и корпус имеет круговые поперечные сечения. Такой архитектурно-конструктивный тип позволял получить минимально возможное полное подводное водоизмещение за счет сокращения проницаемых частей.

Сокращение полного подводного водоизмещения позволяло снизить мощность ЭУ и снижало напряженность гребного винта на малых скоростях и его шумоизлучение. Отказ от надстройки, в свою очередь, также снижал искажение потока, натекающего на гребной винт, и уменьшал его шумоизлучение.

У советских АПЛ сохранился двухкорпусный архитектурно-конструктивный тип. Принятию этого решения предшествовала напряженная дискуссия. Конструкторы СКБ-143 в процессе разработки пр.671 и особенно пр.705 добивались реализации однокорпусного типа. Разработку однокорпусного варианта пр.705 довели до стадии техпроекта. Однако, взвесив все положительные и отрицательные стороны этого решения, командование ВМФ приняло окончательное решение о сохранении на отечественных АПЛ двухкорпусного типа и обеспечение одноотсечного стандарта непотопляемости.

По общей компоновке американские лодки второго поколения значительно отличались от первых АПЛ, несмотря на сохранение схемы корпуса. Вся кормовая часть прочного корпуса отводилась под размещение ГЭУ и вспомогательных механизмов. Жилые помещения и основные посты управления кораблем располагались только в носовой половине прочного корпуса.

Принципиально новым шагом стало предоставление носовой оконечности под размещение крупногабаритной гидроакустической антенны сферической формы. Торпедное вооружение переместилось из I во II отсек, а ТА выводились через конус прочного корпуса под углом около 10 градусов к ДП. Такое взаимное расположение основных гидроакустических антенн и ТА впервые было применено на опытной АПЛ «Tullibee», а затем на АПЛ типа «Thresher» и на всех последующих. Компоновка советских атомных лодок второго поколения также претерпела изменения. Была разработана схема компактного размещения ТА в носовой оконечности в два яруса совместно с крупногабаритной гидроакустической антенной цилиндрической формы. Другим новым решением стало сосредоточение в одном отсеке АПЛ пр.705 жилых помещений и всех постов управления кораблем, его вооружением и техническими средствами.

Это стало возможным благодаря широкому внедрению средств автоматизации и кардинальному сокращению численности экипажа. Такой подход создавал условия для обеспечения безопасности экипажа на качественно новом уровне. Отсек управления выделялся высокопрочными сферическими переборками, а над ним в ограждении рубки была установлена всплывающая спасательная камера. В случае аварии и угрозы гибели ПЛ весь экипаж, сосредоточенный в одном отсеке, переходил в спасательную камеру, которая отделялась и всплывала на поверхность.

Таким образом, основными факторами, определяющими архитектуру многоцелевых АПЛ второго поколения, стали:

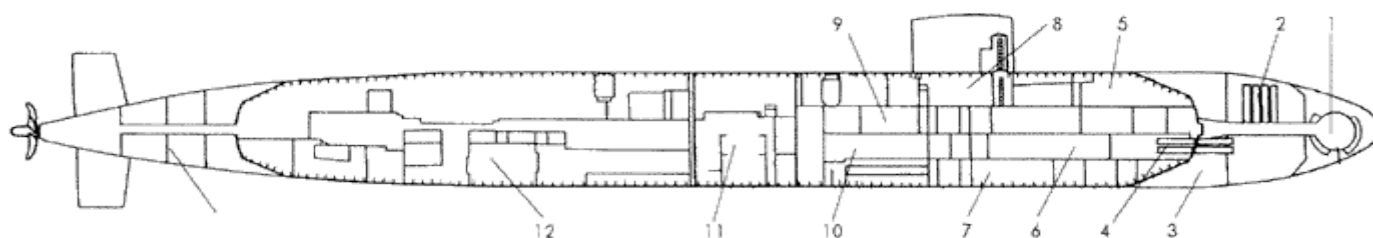
- усиление внимания к снижению шумоизлучения;
- отказ от совмещения надводных и подводных мореходных качеств в пользу последних;
- переход на одновальную схему и придание корпусу АПЛ осесимметричной формы;
- сохранение действия одноотсечного стандарта надводной непотопляемости для отечественных кораблей;
- создание благоприятных условий для работы гидроакустических антен.

Торпедные АПЛ, ставшие впоследствии многоцелевыми, имели в качестве пусковых установок для торпед и КР торпедные аппараты. Это давало возможность иметь простейшую конфигурацию прочного корпуса, состоящую из цилиндров и конусов.

Появление ПКР, расположенных в наклонных забортных шахтах по бортам корабля, в советском подводном флоте вызвало необходимость создания прочного корпуса в районе оружия в виде "восьмерки" (пр.661) или даже "двойной восьмерки" (пр.670). Такие вынужденные компоновочные решения породили достаточно сложные конструктивные проблемы, которые успешно решались, но приводили к значительному утяжелению конструкций прочного корпуса. Зато они позволили сохранить внешние обтекаемые обводы тела вращения. Сохранение цилиндрической формы прочного корпуса при наличии забортных наклонных контейнеров с КР приводит к резкому увеличению ширины корабля и эллиптическим в поперечном сечении обводам (пр.949). Это, в свою очередь, увеличивает полный подводный объем и смоченную поверхность корабля и увеличивает мощность ГЭУ, необходимую для поддержания хода диапазона 30 узлов.

На американских АПЛ восемь пусковых установок КР типа "Tomahawk" располагаются в носовой оконечности в районе балластных цистерн. Благодаря небольшому количеству ПУ размещение ракет незначительно (в пределах 2-3 м) увеличивает длину корабля и мало влияет на смоченную поверхность и скорость хода.

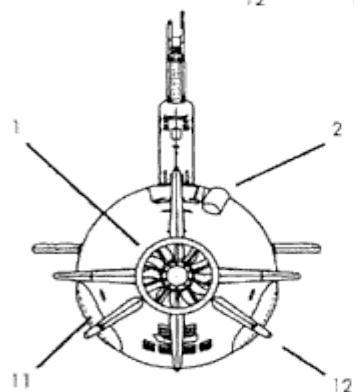
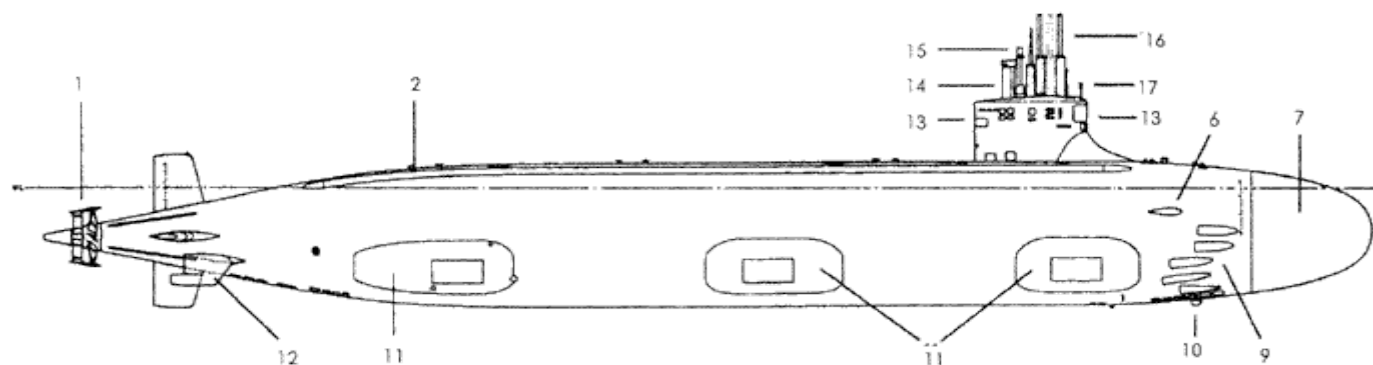
Атомная подводная лодка типа «Los Angeles»



Схематический продольный разрез: 1 — носовая сферическая антенна ГАК; 2 — УПУ КР «Tomahawk»; 3 — носовая ЦГБ; 4 — цистерны главного балласта; 5 — помещение аппаратуры ГАК; 6 — помещение запасных КР и торпед; 7 — аккумуляторная яма; 8 — ГКП; 9 — жилые помещения экипажа; 10 — помещение вспомогательных механизмов; 11 — реакторный отсек; 12 — ПТУ; 13 — кормовая ЦГБ.

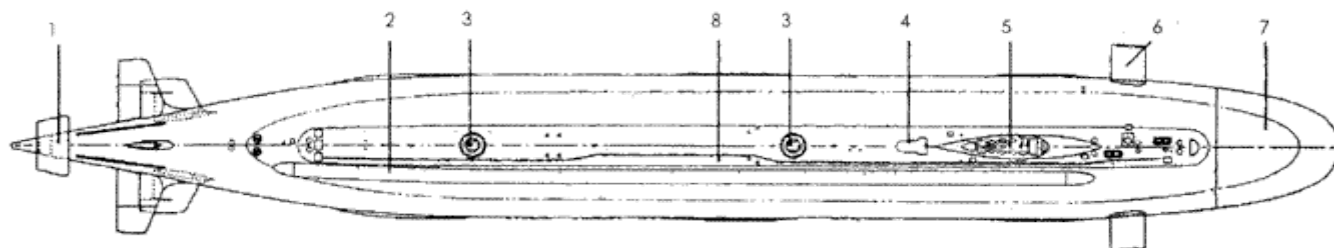
Атомная подводная лодка типа «Seawolf»

Вид сбоку



1 — движитель типа «pump-jet»; 2 — обтекатель буксируемой антенны; 3 — спасательные люки и комингс-площадка для стыковки СПА тила DSRV; 4 — торпедопогрузочный люк; 5 — ограждение выдвижных устройств; 6 — носовые горизонтальные рули; 7 — обтекатель носовой ГАС; 8 — аварийный спасательный буй; 9 — волнорезные щиты; 10 — гидрофон низкочастотной ГАС; 11 — обтекатели широкоапертурной антенны; 12 — стабилизатор с выпускным устройством для буксируемой антенны; 13 — высокочастотная антенна ГАС миноискания; 14 — устройство РКП; 15 — антенна системы РЭБ; 16 — перископы и антенны; 17 — РЛС AN/BPS-16.

Вид сверху



Главной чертой АПЛ третьего поколения стал качественный скачок в обеспечении акустической скрытности. Первыми кораблями этого поколения стали американские лодки типа «Los Angeles» (SSN688), головная вступила в строй в ноябре 1976 г., а последняя из 62-х в 1996 г. Пройдя три модификации, она является одной из самых совершенных в подводном кораблестроении. Этот тип отличает мощное гидроакустическое вооружение, низкая шумность, наличие 12 забортных УВП для КР, что фактически сделало АПЛ многоцелевыми.

Со сложившимся опозданием отечественные многоцелевые АПЛ третьего поколения пр.945 и 971 вступили в строй в 1984 г. (через 8 лет после «Los Angeles»). Основным типом стали корабли типа «Акула», спроектированные в СПМБМ "Малахит" под руководством Генерального конструктора Г.Н. Чернышева. Одним из главных приоритетов при создании этих кораблей являлся показатель акустической скрытности. В результате были достигнуты уровни подводного шума, сопоставимые с уровнями АПЛ типа «Los Angeles», а использование малогабаритных КР из ТА также превратило эти корабли в многоцелевые.

При создании третьего поколения продолжалось эволюционное совершенствование формы корпуса и выступающих частей. основополагающие принципы формообразования, выработанные для второго поколения, не претерпели существенных изменений. В практическом плане закрепился и действовал принцип "хорошая гидродинамика — хорошая акустика".

Отличительными чертами американских и советских АПЛ стали различные удлинения корпусов. У типа «Los Angeles» отношение L/B возросло до 10,9, а у типа «Барс» наоборот, сократилось почти до 8 (как у пр.705). При этом протяженность цилиндрической вставки АПЛ «Los Angeles» была больше, чем у «Барса» (около 50% против 30%). Американский корабль отличала более короткая и полная кормовая профилированная часть корпуса.

Причина различий в удлинении корпусов кроется в конструктивных особенностях АПЛ двух стран и, прежде всего, в принятом архитектурно-конструктивном типе. У однокорпусной «Los Angeles» ЦГБ разместились в оконечностях, увеличив общую длину корпуса, а у двухкорпусного «Барса» они расположились вдоль прочного корпуса, увеличивая ширину. Отличительной чертой АПЛ типа «Барс» стало увеличившееся ограждение рубки. В отличие от пр.671, на них установлена всплывающая спасательная камера, что привело к удлинению ограждения и увеличению его ширины. У американских АПЛ форма ограждения осталась практически неизменной.

Неизменной осталась и форма кормовой оперения — чисто крестообразное с гондолой буксируемой антенны на вертикальном стабилизаторе у «Барса». На американских лодках буксируемая антенна располагается на корпусе на большей части его длины и закрывается обтекателем.

Особенностью АПЛ типа «Los Angeles», поступивших на флот с 1988 г. («San Juan»), стал отказ от рубочных рулей и установка убирающихся носовых горизонтальных рулей. Это было вызвано адаптацией кораблей к плаваниям в Арктике.

При выборе архитектурно-конструктивного типа каждая страна шла своим путем. Корабли типа «Los Angeles» стали первыми полностью однокорпусными АПЛ. На всем протяжении их прочного корпуса отсутствует как легкий корпус, так и надстройка. Цистерны главного балласта окончательно разделились на носовую и кормовую группы и разместились в оконечностях. Таким образом, подводное кораблестроение США завершило эволюционную линию перехода на полностью однокорпусный архитектурно-конструктивный тип. Как представляется, одной из главных причин такого перехода стало стремление к увеличению жесткости наружного корпуса АПЛ и снижению его вибровозбудимости под действием набегающего потока.

Отечественные АПЛ пр.971 сохранили двухкорпусную архитектуру по условиям обеспечения требований надводной непотопляемости. Изменения архитектурно-конструктивного типа и схемы корпуса АПЛ типа «Los Angeles» привели к изменению общей компоновки корабля. Прочный корпус разделен лишь двумя межотсечными переборками, которыми выделен реакторный отсек. Подобное размещение облегчает компоновку оборудования, сводит к минимуму проблемы, связанные с ограничением длины отсеков, упрощает прокладку

коммуникационных линий. Компоновка АПЛ типа «Барс» стала развитием технических решений, примененных в кораблях второго поколения, и опыта создания АПЛ пр.705. Она оснащена всплывающей спасательной камерой. В то же время, несмотря на различный подход к выбору архитектурно-конструктивного типа, относительно выбора формы обводов стали складываться общие тенденции и направления, объясняющиеся общими физическими закономерностями гидродинамики и гидроакустики.

Эти тенденции заключаются в следующем -- Обводы корпуса принимаются в виде тела вращения с одновальнoй конусообразной кормой с параболическими очертаниями и носовой оконечностью в виде эллипсоида вращения с коэффициентом полноты от 0,60 до 0,85. Длина обводов носовой оконечности до цилиндрической вставки составляет от 0,10 до 0,15 длины корабля (в зависимости от остроты обводов и полноты носовой оконечности). Форма носовой оконечности обуславливается, с одной стороны, необходимостью обеспечить плавность градиента гидродинамического давления, что благоприятно и с точки зрения гидродинамического сопротивления, а также величины турбулентных пульсаций в пограничном слое, которые определяют гидродинамическую помеху носовой гидроакустической антенны. С другой стороны, полноты обводов определяется техническими средствами, располагаемыми в носовой оконечности — прежде всего гидроакустической антенной и торпедо-ракетным комплексом. Далее следует цилиндрическая вставка, протяженность которой может занимать до 50% длины корпуса, а может практически отсутствовать (ПЛ-лаборатория пр. 1710) или составлять небольшую — до 10% — величину (пр.705). Обычно длина цилиндрической вставки составляет около 35-40% длины и обуславливается конфигурацией прочного корпуса. При однокорпусном архитектурном типе не избежать протяженной цилиндрической вставки. Это несколько повышает гидродинамическое сопротивление, но дает значительный выигрыш в технологии постройки и общем расположении оборудования внутри прочного корпуса.

С точки зрения гидродинамики и гидроакустики очень важны обводы кормовой оконечности. Длина и полнота корпуса в кормовой оконечности, угол схода обводов корпуса к гребному винту определяют режим обтекания и условия работы винта, коэффициенты его взаимодействия с корпусом ПЛ. Для получения оптимальных значений попутного потока и коэффициента засасывания этот угол при одновальной корме находится в пределах 10-13 градусов ((с одного борта). Длина кормовой оконечности определяется этим углом заострения корпуса и составляет от 25 до 40% длины корабля. Для двухвальных ПЛ с целью повышения пропульсивных характеристик в пр.661 была реализована раздвоенная корма, как бы состоящая из двух состыкованных одновальных оконечностей ("штаны").

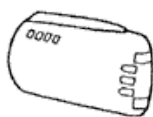
Конфигурация, обводы и места размещения на корпусе выступающих частей — ограждения рубки, кормового оперения, обтекателей циркуляционных трасс — также определяются условиями минимального гидродинамического сопротивления, получения минимального влияния на поле скоростей в диске гребного винта, а также условиями управляемости и маневренности корабля с учетом размещения и компоновки оборудования. Так например, ограждение рубки с целью уменьшения влияния его обтекания на работу гребного винта должно располагаться как можно дальше в нос. С другой стороны, в районе ограждения рубки образуются резкие перепады гидродинамического давления, что обуславливает рост гидродинамической помехи в этом районе. Следовательно, ограждение рубки нужно располагать кормее обтекателей носовых ГАК. А так как оно непосредственно связано с ГКП корабля, то, естественно, его размещение зависит от изложения ЦП по его длине. Форма и размеры ограждения рубки также оказывают влияние на пропульсивные, гидроакустические и маневренные качества корабля, во многом они определяются также составом оборудования и его габаритными характеристиками.

Общей чертой АПЛ третьего поколения в США и СССР стал ощутимый рост их водоизмещения, который составил 50-100% по сравнению с кораблями второго поколения. Причинами этого явились использование механизмов с высокими виброакустическими качествами, усложнение и рост РЭВ, создание более комфортных условий для размещения экипажа.

Типы носовых оконечностей

Типы ограждения рубки

Типы кормовых оконечностей



АПЛ «Nautilus» (США)



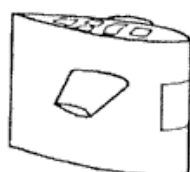
ДЭПЛ XXI серии (Германия)



ДЭПЛ «Tang» (США)



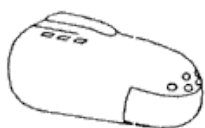
АПЛ «Los-Angeles» (США)



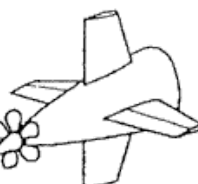
АПЛ «Nautilus» (США)



АПЛ пр.627А (СССР)



АПЛ пр.671 (СССР)



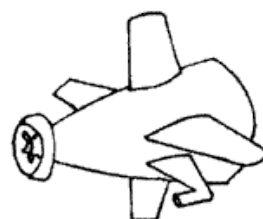
АПЛ «Skipjack» (США)



АПЛ пр.971 (СССР)



АПЛ «Seawolf» (США)



АПЛ «Seawolf» (США)



АПЛ пр.661 (СССР)

Подводя итог, следует отметить, что развитие архитектуры АПЛ третьего поколения характеризуется плавным эволюционным совершенствованием ранее выработанных принципиальных, решений.

Характерными особенностями развития архитектуры АПЛ третьего поколения явились:

- завершение перехода к полностью однокорпусному архитектурно-конструктивному типу (США);
- уплотнение компоновки носовой оконечности с размещением там пусковых установок КР "Tomahawk" (США) или усиленного торпедно-ракетного и гидроакустического вооружения (СССР);
- сокращение количества межотсечных дериборок до минимума, обеспечивающего выделение реакторного блока (США);
- увеличение габаритов ограждения рубки в связи с размещением всплывающей спасательной камеры (СССР);
- рост главных размерений и водоизмещения.

Совершенствование архитектуры АПЛ продолжается. Созданные на закате "холодной войны" корабли четвертого поколения типа «Seawolf» (SSN21) имеют форму обводов тела вращения с

относительным удлинением около 9 ввиду перехода на больший диаметр прочного корпуса. Однако АПЛ типа «Virginia» (SSN774) имеют относительное удлинение около 11.

В целом обводы кораблей четвертого поколения практически не изменились. Отличие появилось и форме ограждения рубки: в носовой части ограждения рубки появился "прилив"—обтекатель, препятствующий интенсивному образованию подпорного вихря, который формируется у носового притыкания ограждения рубки к корпусу.

Однокорпусный архитектурный тип на американских АПЛ сохранился. Отечественные корабли четвертого поколения в строй еще не вошли, поэтому рассматривать их архитектуру преждевременно.

Подводный флот вступил во второй век своего существования. Архитектура и внешний вид ПЛ к началу XXI века достигли большого совершенства. Однако это не говорит о том, что архитектура останется неизменной. Если еще раз перечислить все постоянные факторы, которые определяют архитектуру ПЛ, а именно: скрытность, пропульсивные качества, живучесть и непотопляемость, боевая нагрузка и остойчивость, технологичность постройки, взаимное расположение оружия и развитых гидроакустических антенн, следует отметить, что приоритетным фактором является скрытность — качество, определившее появление этого класса кораблей. Исходя из этого приоритета и в компромиссе со всеми прочими факторами предпочтительным будет являться однокорпусный архитектурный тип.

Однако новая тактика использования ПЛ с учетом действия у побережья, на мелководье, возможное использование различной мобильной меняющейся боевой нагрузки, возможно, потребует и обусловит применение двухкорпусного типа.

Такие передовые, перспективные технологии подводного кораблестроения как отказ от выдвижных устройств, проникающих внутрь прочного корпуса, контроль шумов обтекания и управление пограничным слоем корабля и его гидродинамическим полем, применение электродвижения, использование новых видов покрытий, покровных гидроакустических антенн, интегрированных антенных систем связи и др., несомненно, будут оказывать влияние на формирование внешнего облика корабля и его архитектуры, так что проектантов в этом плане ожидает широкое поле деятельности.

Сходная по тематике статья [Подводные лодки XXI века](#) Военно-технический альманах "Тайфун", выпуск 42, 2.2002