**Баллистические ракеты с ядерными боеголовками для подводных лодок**

**И.И. Величко,** доктор технических наук профессор, лауреат Ленинской и Государственной премий; **Е.М. Кутовой,** кандидат технических наук, капитан 1 ранга

У истоков отечественных работ по созданию морских баллистических ракет стоял академик Сергей Павлович Королев. Он был первопроходцем и основателем нового направления использования этого совершеннейшего “продукта” научной и конструкторской мысли. По проекту ОКБ-1 (НИИ-88), возглавляемого С.П.Королевым, на базе его оперативно-тактической ракеты Р-11 была создана и испытана морская баллистическая ракета Р-11ФМ, пуск которой 16сентября 1955г. стал первым в мире стартом боевой баллистической ракеты с подводной лодки.

В последующие годы созданы и приняты на вооружение 7 стратегических ракетных комплексов и 12 их модификаций. Еще два комплекса были разработаны и приняты в опытную эксплуатацию. Главным конструктором этих семи комплексов, принятых на вооружение, и единственного в мире опытного противокорабельного комплекса с баллистической ракетой стал талантливый ученик и последователь С.П.Королева академик Виктор Петрович Макеев.

В создании баллистических ракет и ракетных комплексов, составивших основу морских стратегических ядерных сил, на различных этапах принимали участие крупные научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации промышленности, Военно-Морского Флота, Академии наук и их выдающиеся ученые: академики В.С.Авдуевский, Е.Н.Аврорин, О.М.Белоцерковский, Б.А.Жуков, Е.И.Забабахин, Н.Н.Исанин, С.Н.Ковалев, А.Д.Конопатов, В.И.Кузнецов, В.П.Мишин, Е.А.Негин, И.Ф.Образцов, Н.А.Пилюгин, Ю.Н.Работнов, В.Г.Сакович, Н.А.Семихатов, И.Д.Спасский, В.Ф.Уткин, И.Н.Фридляндер, Ю.Б.Харитон, В.С.Шпак, М.К.Янгель, Н.Н.Яненко, члены-корреспонденты Академии наук А.П.Ваничев, Б.В.Гидаспов, Л.Н.Лавров, Б.В.Литвинов, В.Г.Пешехонов, В.Н.Соловьев, Л.П.Феоктистов, К.И.Щелкин, доктора наук Н.И.Боравенков, И.И.Величко, А.И.Вознесенский. В.В.Дмитриев, А.Д.Захаренков, А.М.Исаев, В.Я.Лихушин, Г.А.Матвеев, Е.Н.Мнев, Ю.А.Мозжорин, С.П.Парняков, В.Р.Серов, И.Т.Скрипниченко, Г.А.Тюлин, Я.А.Хетагуров, профессора В.П.Арефьев, В.Н.Богомолов, Я.Ф.Савченко и ряд других видных ученых и конструкторов. Их совместным самоотверженным трудом были решены сложные научные и технологические проблемы и обеспечено создание, развертывание и боевая эксплуатация на флотах мощнейших стратегических баллистических ракет, стартующих с подводных лодок на межконтинентальные дальности стрельбы из обширных районов Мирового океана.

**Первые морские баллистические ракеты**

В начале 50-х годов были созданы предпосылки для разработки морских баллистических ракет и вооружения ими подводных лодок. В подразделениях НИИ-88 и Институте вооружения ВМФ, который возглавлял Н.А.Сулимовский, исследовались различные аспекты вооружения кораблей и подводных лодок ракетным оружием. Практическое начало работ по созданию отечественных морских баллистических ракет связано с представлением С.П.Королевым руководству страны памятной записки, в которой предлагалось провести опытно-конструкторские работы по приспособлению разрабатываемой под его руководством оперативно-тактической ракеты Р-11 к запуску с подводной лодки. В январе 1954г. вышло Постановление Совета Министров СССР об исследовании возможности пусков баллистических ракет с подводных лодок, проведении проектно-экспериментальных работ по вооружению подводных лодок баллистическими ракетами дальнего действия и разработке на базе полученных результатов технического проекта подводной лодки с ракетным вооружением. В 1955г. была начата опытно-конструкторская разработка ракеты Р-11ФМ, а в 1956г. - ракеты Р-13 комплекса Д-2. Ракета Р-13, оснащенная мощной боеголовкой, стала первой морской баллистической ракетой, специально разработанной для подводной лодки. Эти ракеты по факту первенства относятся к выдающимся научно-техническим достижениям. При их создании реализовались этапные, характерные для всего отечественного ракетостроения решения, такие как: использование несущих баков и высококипящих компонентов топлива, переход от газовых рулей к качающимся рулевым камерам сгорания и переход от газогенераторной вытеснительной к турбонасосной системе подачи топлива, применение связанных оболочек камер сгорания и отделяемой боеголовки. В то же время стрельба с подвижного, качающегося основания и сопряжение ракетной системы управления с навигационным комплексом подводной лодки стали первым решением специфических задач морского ракетостроения.

Примененная на ракете Р-11ФМ боеголовка с атомным зарядом не отделялась от ракеты в полете. Первым отделяемым боевым блоком корабельных баллистических ракет стал блок ракеты Р-13. Перед разработчиками этого блока встала сложнейшая задача: вписать больших габаритов термоядерный заряд, созданный для межконтинентальной ракеты, в малогабаритную ракету подводной лодки, обеспечив при этом приемлемые эксплуатационные параметры и заданную дальность стрельбы. За решение задачи взялись молодые ядерщики и ракетчики, во главе которых стояли К.И.Щелкин и В.П.Макеев. Основная заслуга в создании этого уникального, даже по меркам сегодняшнего дня, боевого блока принадлежит К.И.Щелкину, принявшему решение о серьезной переработке конструкции уже испытанного боеприпаса под условия размещения в морской ракете. Это первая и на многие годы была единственной конструкцией блока с совмещенным (единым) корпусом заряда и самого блока. Ракеты Р-11ФМ и Р-13 могли стартовать с верхнего среза ракетной шахты подводной лодки, находящейся только в надводном положении. Это, безусловно, ограничивало боевое применение стратегического оружия и снижало боевой потенциал его носителя. Поэтому следующим логически обоснованным и необходимым шагом стало освоение подводного старта. Данная проблема была решена в опытно-конструкторской разработке комплекса Д-4 с ракетой Р-21, начатой в 1959г.

Создание ракеты с подводным стартом потребовало новых теоретических и экспериментальных исследований, разработки конструктивных и схемных решений по ракете, пусковой установке и системам ракетного комплекса, проведения значительного числа подводных пусков макетов и ракет. Над поиском и выбором рациональных решений по газодинамике старта, силовым и тепловым нагрузкам на ракету и лодку в тесном сотрудничестве с ракетчиками с 50-х годов работали научные коллективы Центрального аэрогидродинамического института. Центрального научно-исследовательского института машиностроения, Института вооружения ВМФ, Военно-морской академии, НИИ механики Московского университета и ряд других организаций страны.

Старт ракеты Р-21 осуществлялся из затопленной шахты подводной лодки запуском маршевого двигателя в так называемый воздушный “колокол”, образованный нижним днищем бака горючего и оболочкой хвостового отсека. Наличие “колокола” позволило демпфировать газодинамические процессы, протекающие при старте из глухой шахты без специальных газоотводов. Старт на маршевом двигателе не потребовал создания специальных корабельных устройств для катапультирования ракеты из шахты и обеспечивал возможность управляемого движения ракеты на подводном участке траектории.

Безударный выход ракеты из шахты движущейся подводной лодки при действии возмущений, обусловленных волнением моря и качкой корабля, обеспечивался применением бугельной схемы направления движения, конструктивно выполненной в виде жестких направляющих на шахте, и бугелей, установленных на корпусе ракеты. Технические решения по пусковой установке пружинно-механического типа были заимствованы в основном с наземных пусковых установок. Они требовали больших объемов шахт, имели массу, соизмеримую с массой ракеты, приводили к необходимости размещения в цистернах подводной лодки большого количества воды и перекачки ее в шахту при предстартовой подготовке.

Специфика подводного старта потребовала герметизации отсеков ракеты, электроразъемов, кабелей, пневмогидравлической аппаратуры, рассчитанной на давление забортной воды. В этой связи корпус ракеты был выполнен в виде единой цельносварной конструкции, а для герметизации был использован наддув воздухом кабельных стволов и стыка с боевым блоком.

Отработка подводного старта проводилась бросковыми пусками макетов ракеты со специально созданного погружаемого стенда и с дооборудованной подводной лодки проекта 613 на Черном море в 1957-1958гг. и далее - с подводной лодки Б-67 проекта ПВ-611 на Белом море в 1959-1960гг., с которой 10 сентября 1960г. и был выполнен первый в СССР успешный прицельный пуск баллистической ракеты из-под воды по боевому полю.

Ракетами Р-13и Р-21 вооружались подводные лодки проектов 629 и 629А главного конструктора академика Н.Н.Исанина, а также первый атомный ракетоносец/проектов 658 и 658М, созданный под руководством главного, а впоследствии генерального конструктора академика С.Н.Ковалева. Все последующие стратегические атомные ракетоносцы строились по его проектам.

Ракетные комплексы первого поколения сыграли определенную роль в балансе стратегических сил в 60-е годы. В процессе их создания родилась кооперация разработчиков как морских ракетных комплексов с баллистическими ракетами, так и носителей ракет - подводных лодок. Было отработано взаимодействие многочисленных научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, заводов-изготовителей, испытательных полигонов. Основу морской ракетной кооперации составили: Государственный ракетный центр (главный конструктор В.П.Макеев) - ракетный комплекс в целом; КБ химического машиностроения (главные конструкторы А.М.Исаев, В.Н.Богомолов) - двигатели; НПО автоматики (главный конструктор Н.А.Семихатов) - система управления; НИИ командных приборов (главный конструктор В.П.Арефьев) - по комплексу командных приборов; КБ транспортного машиностроения (главные конструкторы В.П.Петров, В.Н.Соловьев) - по наземному оборудованию; Всероссийский НИИ технической физики (научные руководители Е.И.Забабахин и К.И.Щелкин, главный конструктор зарядов Б.В.Литвинов) - по боезаряду и боеприпасу в целом; Всероссийский НИИ экспериментальной физики (научный руководитель Ю.Б.Харитон, главный конструктор Е.А.Негин) - по боезаряду; НИИ вооружения ВМФ (начальник Н.А.Сулимовский) и Государственный центральный морской полигон (начальник И.А.Хворостянов) - по обоснованию тактико-технических требований и облика комплекса, научно-техническому сопровождению опытно-конструкторских работ, испытаниям комплекса, разработке руководящих боевых и эксплуатационных документов.

На первом этапе разработки морских баллистических ракет были решены две важнейшие задачи: реализация старта баллистической ракеты с подвижного и качающегося основания при постоянно меняющихся координатах точки старта и направления на цель, что дало возможность создать стратегические системы с принципиально новым качеством - подвижностью пусковой платформы; осуществление старта баллистической ракеты из подводного положения, что позволило придать морским стратегическим силам принципиально новое качество - повышенную скрытность и малую уязвимость.

**Баллистические ракеты средней и межконтинентальной дальностей**

Результаты, полученные при разработке отечественных баллистических ракет подводных лодок (БРПЛ) первого поколения, и сопоставление их с американскими достижениями привели к постановке вопроса о необходимости качественного скачка в развитии морских стратегических сил. Ясны были и основные направления их развития: многократное увеличение боекомплекта ракет на подводной лодке; снижение габаритов ракет, боеголовок, пусковых установок (ракетно-стартовых систем) и ракетных шахт; автоматизация процессов обслуживания ракет при хранении, предстартовой подготовке и залповой стрельбе; всемерное повышение тактико-технических характеристик и эксплуатационных качеств ракет и ракетных комплексов и т.п. Целью разработки новых комплексов было обеспечение развития второй эффективной составляющей стратегических ракетных сил страны - морских стратегических ядерных сил. Для достижения этой цели был необходим значительный прогресс в отечественном морском ракетостроении.

**Основные характеристики ракетных комплексов подводных лодок с баллистическими ракетами**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование ракеты | Р-11ФМ | Р-13 | Р-21 | РСМ-25 | РСМ-40 | РСМ-50 | РСМ-52 | РСМ-54 |
| Год принятия на вооружение | 1959 | 1960 | 1963 | 1968 | 1974 | 1977 | 1983 | 1986 |
| Стартовый вес (т) | 5,47 | 13,74 | 19,63 | 14,3 | 33,3 | 35,3 | 90,1 | 40,3 |
| Забрасываемая масса (кг) | 975 | 1597 | 1179 | 650 | 1100 | 1650 | 2550 | 2800 |
| Длина х диаметр ракеты (м) | 10,3х0,88 | 11,8х1,3 | 14,2х1,3 | 9,06х1,5 | 13,0х1,8 | 14,6х1,8 | 16,0х2,4 | 14,8х1,9 |
| Тип двигательной установки | ЖРД | ЖРД | ЖРД | ЖРД | ЖРД | ЖРД | РДТТ | ЖРД |
| Количество ступеней | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Тип системы управления | инерциальная | астроинерциальная | астрорадиоинерциальная |
| Тип головной части | МГЧ | МГЧ | МГЧ | МГЧ и кассетная ГЧ | МГЧ | МГЧиРГЧ | РГЧ | РГЧ |
| Максимальная дальность стрельбы (км) | 150 | 600 | 1420 | 3000 | межконтинентальная |
| Тип амортизации ракеты | рычажно-пружинная | резино-металлическая | амортизационная ракетно-стартовая система | резино-металлическая |
| Вид предстартовой подготовки | ручная | автоматизированная |
| Положение ПЛ при пуске ракеты | надводное | подводное | подводное и надводное |
| Волнение моря при старте ракеты (баллы) | до 4-5 | до 5 | всепогодный пуск ракеты |
| Тип подводной лодки | АВ611, 629 | 629, 658 | 629А, 658М | 667А, 667АУ | 667Б, 667БД | 667БДР | 941 | 667БДРМ |
| Количество ракет на ПЛ | 2,3 | 3 | 3 | 16 | 12,16 | 16 | 20 | 16 |

В 1961г. началась разработка твердотопливной морской баллистической ракеты. Однако состояние и возможности отечественного твердотопливного двигателестроения того времени, с одной стороны, а также требование улучшения тактико-технических характеристик ракетного оружия - с другой, не позволили в полной мере реализовать поставленные задачи: работы над морской ракетой были доведены до огневых стендовых испытаний ее двигателей и первого летно-конструкторского испытания макета ракеты с плавучего стенда для отработки способа пуска (на вооружение была принята только сухопутная ракета).

В начале работ над ракетами подводных лодок второго поколения были получены существенные результаты в области жидкостного двигателестроения, создания бортовых и корабельных систем управления, гироприборов, боезарядов, боеголовок. Среди множества проблем, которые тогда возникли, наиболее сложными были: достижение приемлемых габаритов ракеты при существенном росте тактико-технических характеристик, создание принципиально новых малогабаритных пусковых установок и качественно новых двигательных установок, достижение существенного прогресса в боевых блоках, бортовых и корабельных системах управления, автоматизация обслуживания, подготовки старта и залповой стрельбы боекомплекта ракет, реализация заводской заправки ракет топливом с ампулизацией баков, эксплуатация на флотах заправленных ракет, обеспечение всепогодности боевого применения и готовности к применению в любое время в любой точке Мирового океана и др. Все эти проблемы были решены при создании одноступенчатой (РСМ-25) и двухступенчатой (РСМ-40) ракет, которые стали основой для развития отечественного морского ракетного оружия.

Можно определенно утверждать, что в 1961-1962гг. было не только заложено новое поколение баллистических ракет подводных лодок, но и сформировано новое направление отечественного ракетостроения, созданы основы школы морского ракетостроения, во главе которой стоял В.П.Макеев. Оригинальность и системность технических решений, их многоплановость и способность к адаптации к изменяющимся требованиям, предельное внимание к проблемам безопасности и надежности, создание стройной системы наземной отработки и летных испытаний, постоянное совершенствование тактико-технических характеристик и эксплуатационных качеств, неизменная атмосфера доверительности и творческого сотрудничества в кооперации разработчиков, постоянные и плодотворные связи с научными организациями и высшими учебными заведениями отличали и отличают работу макеевской школы морского ракетостроения.

Среди решенных проблем и разработанных направлений следует отметить центральные, которые не только сформировали облик ракет второго поколения, но и определили на многие годы пути развития морских комплексов. Прежде всего, речь идет о пионерских конструктивно-компоновочных схемных решениях по ракете, связанных с практически полной ликвидацией объемов ракеты, не залитых топливом, с совмещением функций нескольких традиционных элементов в одном, внедрением нетрадиционных схем нагрузки конструкций.

Основным решением, кардинально сократившим габариты ракеты, было введение “утопленной схемы” двигательной установки - расположение двигателей в баках горючего или окислителя. Это предложение было выработано в КБ химического машиностроения, которым руководил А.М.Исаев, совместно с КБ В.П.Макеева. Оно привело к сокращению габаритов ракеты, ликвидации на ракете сухих отсеков для размещения двигательных установок, были созданы двигатели нового класса: без какого-либо обслуживания после изготовления, без каких-либо разъемных соединений и вместе с тем имеющие новый более высокий уровень энергомассовых характеристик. Такой же пример научно обоснованного и системного проектирования дали решения по цельносварным корпусам многоступенчатых ракет, по размещению рулевых приводов в компоненте топлива, использованию “вафельных” оболочек, созданию неразъемных переходников от стальных элементов двигателя к алюминиевому корпусу ракеты, а также решения вопросов качания камер сгорания, расположенных в компоненте топлива, разделения сваренных ступеней и их отделения без специальных механизмов. При разработке принципиально нового корпуса малогабаритной ракеты, выдерживающего повышенные перегрузки и избыточное наружное давление, были созданы предпосылки для проектирования новых ракетно-стартовых систем при совместной компоновке ракеты и пусковой установки.

Исходя из отмеченных ранее недостатков стартовых систем первого поколения, коренному пересмотру подверглась вся концепция проектирования ракетно-стартовых систем, а разработку собственно пусковых установок взяло на себя головное КБ В.П.Макеева. В основу дальнейших разработок были положены принципиально иные решения: вместо жесткого крепления ракеты относительно пусковой шахты она свободно подвешивалась в шахте на упругих связях с нелинейными силовыми характеристиками, при этом допускались колебания относительно шахты при эксплуатации; вместо передачи на ракету нагрузок в виде точечных сил через специальные устройства было предложено распределить эти силы по нескольким кольцевым зонам, расположенным на разных уровнях по длине ракеты, с использованием резинометаллических амортизаторов; вместо направления движения ракеты при погрузке и старте с помощью пары бугель-направляющих стали использовать для этих целей либо внутреннюю стенку шахты, либо непосредственно оболочку ракеты.

Суммарный эффект был весьма высоким. Кольцевой зазор и масса пусковой системы уменьшились на порядок, а ракета соответственно увеличилась почти до размеров самой пусковой шахты; огромные цистерны кольцевого зазора уменьшились во много раз, а заполнение кольцевого зазора перестало лимитировать время предстартовой подготовки, в результате чего сократились послестартовый разбаланс подводной лодки и его влияние на скорострельность.

Принципиальным для морских ракетных комплексов явились обеспечение высокой точности стрельбы и подготовка полетного задания при стрельбе по любому направлению, в любое время, из любой точки океана в пределах досягаемости ракет. Особенность этой задачи - специфические требования к системам управления для морских комплексов: старт ракеты с подвижного основания с ненулевыми начальными условиями при весьма неблагоприятных динамических характеристиках ракеты как объекта управления. При этом комплекс должен обладать свойствами всепогодности и инвариантности к месту старта, а также, в определенных пределах, к точности знания азимутального направления. Аппаратура управления должна также обеспечивать практически автоматическое проведение регламентных проверок, предстартовой подготовки и старта всех ракет, предназначенных к пуску (до полного боекомплекта лодки).

В 60-е годы попытки решения возложенных на систему управления функций и задач с помощью аналоговой аппаратуры, а также уровень развития навигационного обеспечения подводных лодок не оставляли никаких надежд на успешное их осуществление и реализацию приемлемой точности стрельбы для ракет средней, а тем более межконтинентальной дальностей стрельбы. Выход был найден. Это разработка и применение на борту ракеты прецизионных гироскопических устройств, работающих в вакууме, а также системы астрокоррекции, переход от аналоговых к цифроаналоговым и затем полностью к цифровым системам с применением высокопроизводительных малогабаритных бортовых цифровых вычислительных комплексов и корабельных цифровых вычислительных систем со специальным математическим обеспечением. Внедрение коррекции траектории по внешним ориентирам стало этапным и приоритетным для боевых ракет решением.

В итоге предстартовая подготовка и залповая стрельба боекомплектом ракет стали осуществляться централизованно: одним оператором с пульта управления ракетным оружием, единым автоматизированным комплексом систем управления, включающим саму систему управления, корабельную цифровую вычислительную систему, систему прицеливания и аппаратуру управления корабельными системами повседневного и предстартового обслуживания.

Помимо роста эффективности и боевых возможностей морских ракет второго поколения, другое важное достижение - скачок в эксплуатационных качествах жидкостных ракет. Среди множества технических решений, обеспечивающих этот скачок, главным является заводская заправка ракеты топливом, завершающаяся ампулизацией баков путем заварки заправочных клапанов. Она обеспечила существенный рост гарантийных сроков эксплуатации и обусловила экологическое совершенство морских ракет, поскольку исключила заправочные работы на флотах и возможные при этом проливы компонентов.

Успешному решению технолого-производственных задач, которые позволили разработать и внедрить заводскую заправку и ампулизацию ракет, перспективные методы формообразования и механической обработки “вафельных” оболочек и других корпусных деталей ракет, аргонодуговую и электронно-лучевую сварки, прочно-плотные соединения разнородных металлов, высокоэффективные композиционные материалы, способствовало тесное взаимодействие разработчиков со Златоустовским машиностроительным заводом (директора В.Н.Коновалов и В.Х.Догужиев), Красноярским машиностроительным заводом (директора В.П.Котельников и В.К.Гупалов), Омским авиационным заводом (директор С.С.Бовкун).

Комплексы с ракетами РСМ-25 средней дальности и РСМ-40 межконтинентальной дальности стрельбы были приняты на вооружение ВМФ соответственно в 1968 и 1974гг. и до конца 70-х годов составляли основу морских стратегических ядерных сил. Ими были вооружены подводные лодки “Навага” и “Мурена”. При их создании был достигнут мировой приоритет в межконтинентальной дальности стрельбы морских ракет и в применении астрокоррекции на боевых ракетах. В 1980г. был создан комплекс с первой морской твердотопливной моноблочной ракетой РСМ-45 средней дальности стрельбы разработки главного конструктора П.А.Тюрина (КБ “Арсенал” им. М.В.Фрунзе). Комплекс в течение 10лет находился в опытной эксплуатации на подводной лодке.

**Морские ракетные комплексы с разделяющимися головными частями**

В начале 70-х годов при определении направлений развития морских ракет третьего поколения, помимо очевидной неизбежности развертывания ракет с разделяющимися головными частями (РГЧ) в ответ на развертывание в США морских баллистических ракет с РГЧ и необходимости освоения твердотопливной техники, существенную роль сыграли положения и ограничения Договоров по ПРО и ОСВ-1 (1972г), а также договора ОСВ-2 (1979г.).

В результате сложной взаимозависимости этих, а также других внешних и внутренних факторов была начата опытно-конструкторская разработка, практически одновременно, двух морских ракет с межконтинентальной дальностью стрельбы: жидкостной РСМ-50 при использовании традиционных решений с целью создания в кратчайший срок ракеты с разделяющейся головной частью и твердотопливной РСМ-52. В дальнейшем была разработана более совершенная ракета РСМ-54 на основе ракеты РСМ-50. В ракете РСМ-50, ее системе управления и ракетном комплексе использовались схемные, конструктивные и технологические решения, прошедшие отработку и проверку на ракетах РСМ-25 и РСМ-40. Эти решения постоянно развивались, последовательно улучшая характеристики ракет.

Принципиально отличительные особенности ракеты РСМ-50 заключаются в возможности комплектации ее тремя взаимозаменяемыми вариантами боевой нагрузки (моноблочной, трех- и семиблочной головными частями) и наличии боевой ступени ракеты, в состав которой входят жидкостная двигательная установка, отсек с боевыми блоками и приборный отсек с бортовой аппаратурой системы управления, обеспечивающие индивидуальное наведение блоков на разные цели. Система управления имеет в своем составе аппаратуру астрокоррекции с расширенными возможностями учета ошибок навигационного комплекса подводной лодки, как в определении курса, так и места стреляющей подводной лодки.

Комплекс с ракетой РСМ-50 был создан в предельно сжатые сроки, менее чем за четыре года, что позволило Военно-Морскому Флоту начать развертывание ракет с межконтинентальной дальностью стрельбы и разделяющимися головными частями на два-три года раньше, чем за рубежом. В США ракеты с РГЧ были созданы раньше, но они не относились к межконтинентальным. В последующем комплекс с ракетой РСМ-50 подвергся модернизациям, в результате которых боевые блоки были заменены на более совершенные и расширены условия их боевого применения. В настоящее время ракета находится на вооружении ВМФ в оптимальной для нее трехблочной комплектации.

Разработка последнего отечественного морского комплекса с жидкостной ракетой РСМ-54 была ориентирована на достижение максимально возможных тактико-технических характеристик при ограниченном изменении проекта подводной лодки. Поставленные задачи были решены разработкой оригинальной трехступенчатой схемы ракеты с совмещенными баками последней маршевой и боевой ступеней, использованием двигателей с предельными характеристиками, улучшением технологии изготовления ракеты и характеристик применяемых материалов, увеличением габаритов и стартовой массы ракеты за счет объемов, приходящихся на пусковую установку при их совместной компоновке в ракетной шахте подводной лодки. В результате по критерию соотношения стартовой и забрасываемой масс и дальности стрельбы отечественная ракета легкого класса (до 105 т) оказалась самой совершенной в мире.

В ракете РСМ-54 предусматривалось два варианта боевой нагрузки: 10 боевых блоков одной мощности или 4 большей мощности. Принципиальная новизна ракеты заключалась в использовании наряду с астрокоррекцией траектории полета еще и радиокоррекции по навигационным искусственным спутникам Земли: это так называемая астрорадиоинерциальная система управления, при которой достигалась более высокая точность стрельбы. Комплекс с ракетой РСМ-54 был принят на вооружение подводных лодок “Дельфин”, а в дальнейшем прошел модернизацию.

Разработка комплекса с твердотопливной ракетой РСМ-52 была полностью ориентирована на новые технические решения и, помимо традиционной цели - повышение боевых возможностей, предусматривала улучшение условий эксплуатации ракет на подводных лодках. Работы над ракетами третьего поколения стали серьезным испытанием для В.П.Макеева. С одной стороны, он прекрасно понимал, что все задуманные задачи, объективно стоящие перед морским ракетостроением, включая задачу сохранения или достижения равенства наших образцов с лучшими зарубежными аналогами не только в тактико-технических характеристиках, но и в техническом совершенстве, могут быть уверенно решены с использованием морских жидкостных ракет. Все, кроме одной, - быть твердотопливной. С другой стороны, он также понимал, что развернутый переход на твердое топливо недешево обойдется стране, что потребуются затраты средств и времени не только на развитие твердотопливной промышленности, но и на формирование инфраструктуры, связанной с эксплуатацией более тяжелых, чем существующие, ракет, а также нового класса подводных лодок. Генеральный конструктор делал все возможное, чтобы итоговое решение принималось при максимально объективной информации о конкурирующих вариантах. И когда решение правительства по твердотопливной ракете (РСМ-52) было принято (в начале 1973г.) и в этом же году подстраховано другим решением правительства - о разработке жидкостной ракеты (РСМ-50), вписывающейся в сложившуюся инфраструктуру, генеральный конструктор В.П.Макеев с полной отдачей всех сил провел и завершил обе эти работы.

С созданием твердотопливной ракеты получили свое разрешение такие важнейшие вопросы, как существенное сокращение времени предстартовой подготовки, значительное снижение шумности ее проведения, а значит, и повышение скрытности ракетоносца в период боевой деятельности, повышение безопасности хранения ракет на подводной лодке, возможность погружения ракетоносца на значительную глубину при разгерметизации крышки шахты, а также ликвидация из состава оборудования корабля ряда систем, предназначенных для обеспечения безопасности хранения жидкостных ракет в шахте (система газоанализа атмосферы, системы заполнения шахты водой, орошения, слива окислителя).

В ходе работы над комплексом и ракетой РСМ-52 в максимальной степени были использованы задел и опыт относительно боеголовок, систем управления с астрокоррекцией, корабельных вычислительных средств и корабельной системы управления. Для ракеты были созданы совершенные маршевые твердотопливные двигатели с неразъемными цельномотанными корпусами типа “Кокон” из полимерных материалов и оригинальными органами управления. Ракета РСМ-52 - трехступенчатая, на твердом топливе, с боевой ступенью разведения боевых блоков, в состав которой входят: боевое оснащение из 10 блоков, аппаратура системы управления и жидкостный ракетный двигатель, обеспечивающие наведение боеголовок на индивидуальные цели. Для нее создана оригинальная стартовая система с размещением практически всех элементов пусковой установки на ракете. В шахте подводной лодки ракета находится в подвешенном состоянии, опираясь специальной амортизационной ракетно-стартовой системой на опорное кольцо, расположенное в верхней части ракеты. Ракетно-стартовая система обеспечивает амортизацию ракеты и герметизацию полости шахты.

Старт ракеты из затопленной шахты обеспечивается пороховым аккумулятором давления, установленным на днище шахты и размещенным в сопле двигателя первой ступени. В момент старта специальные заряды твердого топлива стартовой системы создают газоструйную защиту на подводном участке в виде каверны, которая существенно уменьшает динамические нагрузки на ракету. Команда на запуск двигателя первой ступени подается в момент выхода ракеты из шахты. После выхода из воды амортизационная ракетно-стартовая система снимается с ракеты специальными двигателями и уводится в сторону от подводной лодки.

Для ракеты РСМ-52 разработана новая технологическая схема эксплуатации с применением агрегатов наземного оборудования на железнодорожном ходу, что обусловлено большой массой ракеты, которая потребовала также соответствующего развития системы базирования.

Ракетным комплексом с ракетами РСМ-52 вооружены тяжелые ракетные подводные крейсера стратегического назначения типа “Тайфун”.

Длительное время ближайшими помощниками генерального конструктора морских баллистических ракет академика В.П.Макеева были В.Л.Клейман, Л.М.Косой, В.Е.Каргин, П.С.Колесников, Н.Ф.Тамбулов. От Военно-Морского Флота наибольший вклад в создание корабельных баллистических ракет внесли коллективы, возглавлявшиеся В.А.Сычевым, Ф.И.Новоселовым и Н.И.Боравенковым; сотрудники - М.И.Ковалевский, О.В.Горожанский, Р.А.Рухадзе, П.Н.Марута, Н.П.Прокопенко, Б.Н.Сергеев, В.К.Свистунов, А.Б.Абрамов, Б.А.Турыгин, А.С.Авдонин, Л.И.Ахрамович и др.

Существенный вклад в создание третьего поколения морских ракет с разделяющимися головными частями внесли разработчики боеголовок. Сложность вопросов создания таких боеголовок особенно проявилась при разработке супермалогабаритной боеголовки ракеты РСМ-50, которая предназначалась для варианта боевой нагрузки семиблочной головной части. Первый этап работ с использованием накопленного опыта показал, что без тесного взаимодействия ядерщиков и ракетчиков, серьезного подключения отечественного научного и промышленного потенциала создать нужные боеприпасы невозможно. По этой же причине в 1977г. при активной позиции В.П.Макеева было принято важное решение об использовании для научных и конструкторских исследований специальной (нештатной) ракеты К-65МР, обеспечивающей запуски экспериментальных блоков. Первые результаты пусков - самые плачевные: блоки либо лежали на боку с прогарами, либо их не находили. Но в итоге результаты испытаний дали возможность уточнить пути решения научно-технических проблем и выработать конкретные меры по их разрешению: создается углерод-углеродный отечественный материал для наконечников и конструкции наконечников из него; исследуются вопросы аэродинамической асимметрии и физические процессы, определяющие скорость вращения блока; разрабатываются новые эрозионно стойкие теплозащитные материалы, средства стабилизации вращения, мероприятия по значительному повышению точности изготовления и балансировки корпусов и боеголовок. Не меньшие проблемы решают и ядерщики: создается последовательно несколько типов малогабаритных зарядов и автоматики. Десятилетний напряженный труд ученых, конструкторов, технологов, всех, кто участвовал в создании этого типа боеприпасов, позволил выйти на уровень мировых стандартов, успешно сдать на вооружение ракетные комплексы с современной боевой нагрузкой.

Без преувеличения можно сказать, что душой этих работ были крупные ученые и руководители коллективов ядерщиков и ракетчиков - Е.И.Забабахин и В.П.Макеев.

В целом достигнутые результаты при разработке морских ракет и комплексов достаточно высоки. Их тактико-технические характеристики, влияющие на стратегическую стабильность - дальность и точность стрельбы, количество и мощность боеголовок, боеготовность и надежность, “залповость” и скорострельность, всепогодность боевого применения, - полностью соответствуют заданным и не уступают зарубежным аналогам.