УДК 669.713

**ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТИ СТАРТА БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ С БОЛЬШОЙ ГЛУБИНЫ**

**А.А. Шибаева**

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова*

Введение

Темой данной статьи было выбрано исследование возможности старта ракеты с больших глубин. Данная тема выбрана потому что, на современном этапе развития стратегических ядерных средств подводного базирования все более актуальным становится возможность страта ракеты с большой глубины. Часто в конструкции ракеты для облегчения участка подводного движения используется кавитатор.

Тема выбрана так как положительный эффект от использования кавитатора на подводном участке движения баллистической ракеты не очевиден и требует дополнительных исследований. На первом этапе научно-исследовательской работы предлагается исследовать актуальность работы и произвести обзор современных методов расчёта подобных конструкций.

Исследование актуальности произведено путем поиска ранее предложенных вариантов подобных конструкций. Произведён обзор современных методов исследования в тематической литературе, проведены предварительные расчёты.

1. Исследование актуальности работы

Уже в середине 50-х годов стало ясно, что пуск баллистических ракет из надводного положения резко снижал скрытность и боевую устойчивость подводных лодок. В 1956 году была начата разработка ракеты Поларис с запуском с подводной лодки из подводного положения. А уже в сентябре 1958 года были проведены пуски с борта атомной подводной ракетной лодки «Джордж Вашингтон». Было положено начало подводной гонке вооружений, венцом которой стало появление сравнимых комплексов ПЛАРБ с БРПЛ «Трайдент» в США и «Тайфун» (Д-19/Р-39) в СССР.[2]

10 сентября 1960 года – впервые в СССР подлодка Северного флота произвела пуск баллистической ракеты из подводного положения. Стрельбу выполнила подводная лодка Б-67 ПВ-611проекта,командовал которой капитан второго ранга Вадим Константинович Коробов.

В СССР работы по созданию баллистической ракеты для подводных лодок (БРПЛ) с подводным стартом начинались не на пустом месте - проработка вопросов, связанных с тематикой подводного старта ракеты, была задана ещё в 1955 году. 3 февраля 1955 года вышло постановление Правительства о начале исследований по подводному старту ракеты Р-11ФМ. Работы по ракете были поручены ОКБ-10 НИИ-88 под руководством главного инженера Е. В. Чарнко. Разработка бортовой, стендовой и корабельной систем управления была поручена СКБ-626, главный конструктор Н. А. Семихатов. Работы по исследованию физики явлений, имеющих место при подводном старте, были разбиты на три этапа. На первом этапе производились бросковые пуски макетов, имитирующих ракету Р-11ФМ, из неподвижной погруженной шахты. На втором этапе производились пуски макетов с движущейся переоборудованной подводной лодки. На третьем, заключительном этапе, производились прицельные стрельбы на полную дальность с борта подводной лодки. Для бросковых испытаний были созданы два типа макетов — с твердотопливным и жидкостным ракетными двигателями, соответственно. 23 января 1958 года вышло постановление правительства о переоборудовании лодки Б-67 по проекту ПВ-611 для запуска опытных баллистических ракет с подводным стартом. К июлю 1958 года ракета Р-11ФМ была доработана для подводного старта и получила индекс С4.7. Первый пуск ракеты С4.7 с борта Б-67 состоялся в августе 1959 года на Белом море. Пуск закончился неудачей. За пусками велось наблюдение с помощью судна «Аэронавт». С лодки на поверхность шёл кабель-трос к плотику с антенной. С помощью неё и осуществлялась связь в диапазоне УКВ с наблюдательным судном. Был дал сигнал на старт. Аппаратура лодки просигнализировала, что ракета ушла. Однако с борта «Аэронавта» старта не наблюдали. Лодка всплыла, открыли шахту, и стоявшая в ней ракета самопроизвольно стартовала. Следующая попытка была осуществлена (снова неудачно) 14 августа 1960 года - в процессе заполнения шахты водой из-за заводского дефекта в системе ракету сбросило со стартового стола и была утеряна головная часть. Первый в СССР успешный подводный старт баллистической ракеты С4.7 состоялся 10 сентября 1960 года, через 40 дней после первого подводного пуска американской ракеты Polaris A-1 20 июля 1960 года.



Рис.1 «Подводный старт баллистической ракеты»

Тема подводного старта баллистической ракеты исследуется с середины 50-х годов, за это время выпущено множество статей и литературы, освещающей данные вопросы.

На основании данных статей можно судить о том, что в области исследования ракет с подводным стартом ведутся активные работы, что позволяет судить об актуальности моей работы.

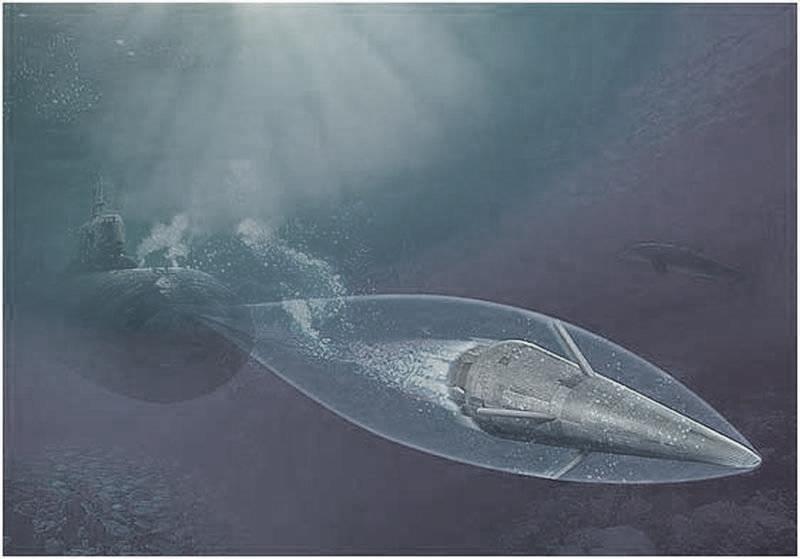


Рис.2 «Подводная ракета»

1. Обзор современных методов расчета

В представленных источниках, была найдена информация о гидроаэродинамических расчетах двухсредных летательных аппаратов.

Сложная проблема создания двухсредного летательного аппарата неразрывно связана с решением трудных задач гидроаэродинамического проектирования. Высокий уровень показателей эффективности во многом зависит от удачного выбора гидроаэродинамической схемы аппарата и ее характеристик. На этапах предварительного проектирования зачастую получение данных характеристик не представляется возможным. В этом случае при выборе гидроаэродинамической схемы аппарата используют различные методы приблизительного расчета, либо корректируют имеющиеся гидроаэродинамические данные аппарата-прототипа.

Процесс движения двухсредного летательного аппарата связан с изменением режимов обтекания в водной и в воздушной средах, а также на границе этих сред. Гидроаэродинамические характеристики ЛА претерпевают при этом существенные изменения. Кроме того, движению двухсредного аппарата в каждой из сред сопутствуют дополнительные эффекты. В частности, сплошное обтекание в водной среде может частично или полностью перейти в кавитационное; движение аппарата в воздушной среде, находится под влиянием эффекта близости свободной поверхности воды.[1]

Влияние этих эффектов на гидроаэродинамические характеристики планера двухсредного ЛА трудно поддается аналитическому анализу, а постановка эксперимента технически и в силу различных причин не всегда возможна и оправдана. Использование в этих случаях приближенных методов расчета является не только вполне осуществимым, но зачастую и единственным приемлемым средством достижения решения задач проектирования аппаратов.

Ниже изложены приближенные методы расчета коэффициентов гидроаэродинамических параметров схемы двухсредного летательного аппарата.

Поскольку движение двухсредного ЛА осуществляется последовательно в двух средах, то и расчет коэффициентов гидроаэродинамических сил и моментов производится раздельно для каждой среды.[1]

* 1. Способы старта баллистических ракет морского базирования
     1. Инерционный старт

Осуществляется за счет, получаемой ракетой кинетической энергии, создаваемой давлением газа порохового аккумулятора давления, выбрасывающего ракету из шахты подводной лодки.

Расчет инерционного старта:

где, Х-сила лобового сопротивления ракеты в воде, А-сила Архимеда.

Примем, что сила Архимеда равна произведению mg, тогда

Отсюда следует, что t будет равен:

Таким образом мы нашли скорость движения ракеты на подводном участке.

Глубина старта баллистической ракеты:

Тогда лобовое сопротивление ракеты в воде будет равно:

* + 1. Старт ракеты с использованием силы Архимеда

За счет создания на ракете дополнительных объемов, заполненных газом, ракета приобретает положительную плавучесть, создающую подъемную силу, выталкивающую ее на поверхность воды.

* + 1. Старт ракеты из всплывающего контейнера

Ракета поднимается на поверхность в контейнере, в котором содержалась до старта. Движение контейнера осуществляется за счет двигателя, размещаемого на нем.

* + 1. Старт ракеты на собственном двигателе

Работает двигатель первой ступени ракеты. Его тяга выводит ракету на поверхность воды. Однако при этом расходуется топливо первой ступени ракеты, что приводит к уменьшению дальности полета ракеты.

Расчеты способов старта описанных в главах 2.1.2-2.1.4 , подробно изложены в источнике [1] в главе 6 (Гидроаэродинамический расчет двухсредного летательного аппарата), страница 186.

* 1. Кавитационное обтекание

Течения жидкости со свободными границами принято называть кавитационными. Кавитация, полностью охватывающая аппарат, называется развитой кавитацией. В этом случае сопротивление аппарата примерно на порядок меньше, чем при сплошном обтекании. Искусственная кавитация может быть образована при любых глубине и скорости движения аппарата.

Кавитационный режим обтекания может быть организован с помощью кавитатора, путем нагрева корпуса аппарата, разложением набегающего потока воды на парогазовую смесь. С технической точки зрения наиболее доступным является способ образования и поддержания развитой кавитации с помощью кавитатора и нагнетания в пограничный слой нерастворимых в воде газов.

Сопротивление аппарата, движущегося в условиях развитой кавитации, в общем случае можно разложить на составляющие:

1. Сопротивление кавитатора
2. Сопротивление, возникающее при замыве кормовой части (на балансировочном режиме) корпуса
3. Сопротивление, вызванное захватом воды водозаборниками энергосиловых установок
4. Донное сопротивление

При движении аппарата с работающим ракетным двигателем донное сопротивление обычно не рассматривают.

Гидродинамическое сопротивление аппарата, движущегося в режиме развитой кавитации, можно определить по формуле:

где -масса аппарата, - гидродинамическое качество кормовой части, - площадь миделя кавитатора, -объемный расход воды через водозаборные устройства энергосиловых установок, -коэффициент сопротивления кавитатора.

Величина Сх кавитатора определяется по таблице, приведенной в источнике [1] , на странице 193.

Из расчетов, проведённых ранее, получаем величину Cx равную:

Таким образом, зная значение величины Cx, мы можем вычислить глубину старта ракеты и значение скорости выхода ракеты из шахты подводной лодки, чтобы она могла пройти подводный участок и выйти на поверхность с большой глубины, с достаточной для дальнейшего движения скоростью. Более подробные расчеты и описания, были найдены в источниках [1] и [2].

Задачу, поставленную в этой работе, считаю выполненной. Актуальность работы была исследована, а изучив, приведенную в данном отчете литературу, был составлен обзор современных методов расчета.

Библиографический список:

1. Белов Г.В. Проектирование двухсредных летательных аппаратов.
2. Дегтярь В.Г., Пегов В.И. «Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: Монография»
3. Статья «Первый подводный старт баллистической ракеты в СССР»
4. Статья «Баллистические ракеты подводных лодок: баллистическая ракета Р-21»
5. Статья « Подводная ракета ВА-111 «Шквал»»