(19) **RU** (11) **2 235 286** (13) **C2**

(51) МПК[7] **F 42 B 15/20**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2002120001/02, 22.07.2002

(24) Дата начала действия патента: 22.07.2002

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2004

(46) Дата публикации: 27.08.2004

(56) Ссылки: ВОРОНИН Б.П. и др. Подготовка к пуску и пуск ракет. - М.: Воениздат, 1972, с.69. ВОРОНИН Б.П. и др. Подготовка к пуску и пуск ракет. - М.: Воениздат, 1972, с.56. RU 2131375 C1, 10.06.1999. GB 2103156, 16.02.83. US 5191162 A, 02.03.93.

(98) Адрес для переписки:
456300, Челябинская обл., г. Миасс, Тургоякское ш., 1, ГРЦ "КБ им. акад. В.П. Макеева"

(72) Изобретатель: Борзов В.С. (RU), Егоров С.Б. (RU), Семенов А.А. (RU), Чернышев Г.И. (RU)

(73) Патентообладатель:
Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный ракетный центр "КБ им. акад. В.П. Макеева" (RU)

(54) СПОСОБ ПУСКА РАКЕТЫ ИЗ ШАХТЫ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ

(57)

Изобретение относится к ракетной технике и может найти применение при разработке баллистических ракет морского базирования преимущественно с твердотопливными двигателями. Согласно способу ракету катапультируют из шахты, осуществляют контроль пройденного ракетой расстояния и запускают маршевый двигатель ракеты. Дополнительно определяют текущее рассогласование параметров углового движения ракеты от предельно допустимых по условиям стабилизации движения. Замеряют вертикальную скорость ракеты и сравнивают ее после выхода ракеты из шахты с минимально допустимой по условиям нормального запуска маршевого двигателя. Запуск маршевого двигателя производят в момент достижения любым из упомянутых параметров соответствующего предельного значения. Способ позволяет повысить безопасность подводной лодки при запуске ракет.

RU 2235286 C2

RU 2235286 C2

(19) **RU** (11) **2 235 286** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **F 42 B 15/20**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2002120001/02, 22.07.2002

(24) Effective date for property rights: 22.07.2002

(43) Application published: 10.02.2004

(46) Date of publication: 27.08.2004

(98) Mail address:
456300, Cheljabinskaja obl., g. Miass, Turgojakskoe sh., 1, GRTs "KB im. akad. V.P. Makeeva"

(72) Inventor: Borzov V.S. (RU), Egorov S.B. (RU), Semenov A.A. (RU), Chernyshev G.I. (RU)

(73) Proprietor:
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predprijatie Gosudarstvennyj raketnyj tsentr "KB im. akad. V.P. Makeeva" (RU)

(54) METHOD TO START A ROCKET FROM A SHAFT OF A SUBMARINE

(57) Abstract:

FIELD: defense industry; production of submarine based rockets.

SUBSTANCE: the invention is dealt with the field of rocketry and may find application at development of marine basing ballistic missiles mainly with solid-fuel engines. The method provides, that a ballistic missile is catapulted from its shaft, execute control of the missile passed distance and start the sustainer of the missile. Additionally they determine the running misalignment of parameters of the angular motion of the missile from the maximum permissible values for conditions of stabilization of motion. A vertical velocity of the missile is measured and compared with the minimally allowable value on conditions of the normal start of the sustainer. Start of the sustainer is made at the moment, when any of the mentioned parameters reaches the appropriate limiting value. The method allows to improve safety of a submarine at its start of missiles.

EFFECT: the invention allows to improve safety of a submarine at start of missiles.

1 ex

RU 2235286 C2

RU 2235286 C2

Изобретение относится к ракетной технике и может найти применение при разработке баллистических ракет морского базирования преимущественно с твердотопливными двигателями.

Важнейшим требованием, предъявляемым к баллистическим ракетам как наземного, так и морского базирования, является обеспечение безопасности стартовых сооружений, подводных и надводных кораблей при возникновении различного рода аномалий и нерасчетных режимов в работе систем ракеты, в частности, в случае незапуска маршевого двигателя 1 ступени ракеты.

В известных технических решениях (аналогах) безопасность при нерасчетных ситуациях обеспечивается путем запуска маршевого двигателя после ухода ракеты на безопасное расстояние от места старта. Ракета выбрасывается из шахты с помощью пневмосистемы, после чего запускаются двигатели первой ступени. Такая система запуска исключает необходимость защиты конструкции пусковых установок и оборудования от газовой струи.

Такой способ пуска нашел применение при запуске ракет с атомных подводных лодок и при запуске антиракеты "Спринт" (см. Б.П.Воронин, Н.А.Столяров "Подготовка к пуску и пуск ракет", Воениздат, М., 1972, стр. 56). Так при старте морских ракет типа "Поларис" ("Посейдон", "Трайдент") реализуется способ, заключающийся в катапультировании ракеты из шахты подводной лодки и запуске маршевого двигателя после ухода ракеты на заданное расстояние. Этот способ по технической сути наиболее близок к предлагаемому изобретению и выбран в качестве базового (прототипа) (Б.П.Воронин, Н.А.Столяров "Подготовка к пуску и пуск ракет", Воениздат, М., 1972, стр. 69).

Для реализации указанного способа старта необходимо выполнение следующих условий:

- сообщение ракете с помощью катапультирующего устройства скорости, необходимой для ухода ракеты на заданное расстояние от подводной лодки,

- обеспечение нахождения параметров углового движения ракеты к моменту запуска маршевого двигателя внутри области параметров, отрабатываемых системой стабилизации после запуска маршевого двигателя.

Выполнение первого условия обеспечивают выбором соответствующих параметров энергетического средства старта (катапультирующего устройства), что осуществляется либо за счет увеличения объема шахты (для размещения катапультирующего устройства), либо за счет уменьшения полезного объема ракеты, что приводит к ухудшению тактико-технических характеристик ракетного комплекса.

Учитывая, что после катапультирования из шахты до запуска маршевого двигателя ракета совершает неуправляемое движение, обеспечение допустимых параметров углового движения достигается путем уменьшения скорости подводной лодки или введения ограничений по интенсивности волнения моря в момент старта ракеты, т.е. за счет ухудшения боевой эффективности ракетного комплекса.

В известном способе старта, применяемом на ракетах типа "Поларис", включение маршевого двигателя осуществляют по прохождению ракетой после катапультирования из шахты заданного пути. При этом угловые параметры не контролируются, но они гарантированно не должны выходить за пределы, допустимые из условия обеспечения стабилизации движения ракеты в дальнейшем, т.е. к моменту включения маршевого двигателя угловые параметры должны находиться внутри области отрабатываемых угловых параметров управляющими органами маршевого двигателя.

Учитывая исключительную важность проблемы обеспечения безопасности подводной лодки при пуске ракеты, обусловленную нахождением в ней экипажа, задачу обеспечения стабилизации движения ракеты на участке старта решают с определенной гарантией, т.е. для всех режимов работы катапультирующего устройства и маршевого двигателя, при максимальной заданной скорости движения подводной лодки и максимальной интенсивности волнения моря, при наихудших сочетаниях перечисленных параметров и разбросов характеристик ракеты.

Это приводит к тому, что вследствие малой вероятности реализации в конкретном пуске наихудшего сочетания крайних условий старта, разбросов параметров энергетических средств старта и характеристик ракеты, включение маршевого двигателя в известном способе пуска осуществляют на расстоянии от подводной лодки, существенно меньшем предельно допустимого по энергетическим возможностям катапультирующего устройства, при угловых рассогласованиях, меньших предельно допустимых по условиям стабилизации движения ракеты.

В этом заключается недостаток известного способа.

Задачей, решаемой настоящим изобретением, является повышение безопасности подводной лодки при старте ракеты путем увеличения расстояния между ракетой и подводной лодкой к моменту включения маршевого двигателя ракеты.

Указанная задача решается за счет того, что в известном способе пуска ракеты из шахты подводной лодки, включающем катапультирование ракеты из шахты, контроль пройденного ракетой расстояния и запуск маршевого двигателя, дополнительно определяют текущее рассогласование параметров углового движения ракеты от предельно допустимых по условиям стабилизации движения, замеряют вертикальную скорость ракеты и сравнивают ее (после выхода ракеты из шахты) с минимально допустимой по условиям обеспечения нормального запуска маршевого двигателя, а запуск маршевого двигателя ракеты производят в момент достижения любым из упомянутых параметров соответствующего предельного значения.

Введение операции запуска ракетного двигателя по результату контроля вертикальной скорости ракеты производится по следующим причинам.

При движении ракеты в воде происходит падение вертикальной скорости ракеты,

RU 2235286 C2

RU 2235286 C2

особенно интенсивно на начальном воздушном участке после выхода ракеты из воды вследствие прекращения действия силы Архимеда, полная величина которой практически соизмерима с весом ракеты. Реализация повышенных угловых склонений ракеты существенно уменьшает вертикальную скорость ракеты к моменту запуска маршевого двигателя. При таких режимах движения, особенно при минимальной скорости выхода ракеты из шахты и максимальной глубине старта, высота подъема ракеты над поверхностью воды будет недостаточна для обеспечения нормального запуска маршевого двигателя над поверхностью воды. Это обусловлено тем, что за время выхода двигателя на режим полной тяги и отработки угловых отклонений ракеты до величин, при которых вертикальная тяга двигателя становится больше веса ракеты, ракета теряет высоту и из-за недостаточной вертикальной скорости может удариться о воду. В этом случае маршевый двигатель следует запускать раньше, а именно - по достижению вертикальной скоростью заданного ограничительного значения.

Операция контроля вертикальной скорости вводится после выхода ракеты из шахты с целью исключения запуска двигателя по этому критерию на шахтном участке движения ракеты.

Контролируемая величина вертикальной скорости должна позволять запускать двигатель над поверхностью воды, т.к. запуск двигателя в воде создает неблагоприятные условия как для самого процесса запуска, так и по безопасности подводной лодки в случае возникновения аномалий в его работе.

При реализации указанного способа выполняют следующие действия:

- по команде от системы управления задействуют энергетическое средство старта (катапультирующее устройство),

- на участке движения ракеты после выхода из шахты с помощью измерителей линейной скорости системы управления определяют текущее значение вертикальной скорости и пройденное ракетой расстояние,

- сравнивают вертикальную скорость с минимально допустимой, которую выбирают в процессе проектирования ракеты,

- сравнивают пройденное ракетой расстояние от подводной лодки с допустимым расстоянием, выбранным из энергетических возможностей используемого катапультирующего устройства (выбирают в процессе разработки ракеты),

- с помощью измерителей углового положения ракеты (датчиков углов и угловых скоростей) определяют текущие параметры углового движения ракеты,

- сравнивают замеренные параметры углового движения с допустимыми по условиям стабилизации ракеты после задействования маршевого двигателя (выбирают в процессе проектирования ракеты),

- в момент выполнения любого из трех условий - либо достижения вертикальной скоростью своего минимально допустимого значения, либо достижения параметрами углового движения соответствующих предельно допустимых значений, либо достижения пройденным ракетой расстоянием заданного значения - вырабатывают команду на включение маршевого двигателя ракеты,

- далее ракета осуществляет управляемое движение с работающим маршевым двигателем по заданной программе.

Существенным отличием предложенного способа от известного является то, что формирование команды на запуск маршевого двигателя ракеты осуществляют по результатам сравнения с допустимыми значениями текущих параметров не только линейного, но и углового движения ракеты.

Это обстоятельство позволяет осуществить запуск маршевого двигателя при удалении ракеты от подводной лодки на расстояния, существенно большие по сравнению с расстоянием в известном способе. Ниже на примере показано, что это расстояние может быть увеличено на 19 м.

В качестве примера конкретной реализации предложенного способа рассмотрен подводный старт твердотопливной баллистической ракеты из пусковой шахты движущейся подводной лодки при предельно допустимой по условиям старта интенсивности волнения моря. Вследствие конструктивно-компоновочных особенностей ракета обладает значительной гидродинамической неустойчивостью (центр давления расположен ближе к носку ракеты, чем центр масс). Система управления не накладывает ограничений на углы отклонения ракеты по каналам тангажа и рыскания. До запуска маршевого двигателя движение ракеты неуправляемое, при работающем маршевом двигателе управление по тангажу и рысканию осуществляют качанием сопла двигателя.

Расчеты показали, что при рассматриваемых условиях старта и характеристиках ракеты область допустимых рассогласований по параметрам углового движения к моменту запуска маршевого двигателя ограничивается значениями пространственного угла отклонения ракеты от вертикали в 65 град. и угловой скорости 20 град./с.

При пуске ракеты по предложенному способу после выхода ракеты из шахты в бортовой системе управления вычисляют текущее значение функционала:

$$\Phi(t)=\Theta(t)+k\cdot\dot{\Theta},$$

где $\Theta(t)$, $\dot{\Theta}(t)$ - текущие значения пространственного угла отклонения ракеты от вертикали и угловой скорости ракеты,

k - весовой коэффициент.

Программные значения угла и угловой скорости ракеты приняты равными нулю.

Одновременно контролируют величину вертикальной скорости ракеты $V_y(t)\geq V_{y0}$,

где V_{y0} - заданное ограничительное значение вертикальной скорости.

При достижении текущим значением функционала установленного значения $\Phi_к$, или вертикальной скоростью своего ограничительного значения, или по прохождению ракетой заданного расстояния формируют команду на запуск маршевого двигателя ракеты.

Для рассматриваемого примера параметры функционала запуска двигателя составили следующие величины:

RU 2235286 C2

RU 2235286 C2

k=1,06 с, $\Phi_к$=85 град., V_{y0}=4 м/с, а заданное расстояние определяется

$y_0=H_0+h$,

где H_0 - глубина старта (от днища шахты до невозмущенной поверхности воды),

h=30 м - предельно допустимая величина подъема ракеты над невозмущенной поверхностью воды.

Расчеты показали, что с вероятностью 0,9995 включение маршевого двигателя по предлагаемому способу будет осуществляться на высоте подъема ракеты 25 м от невозмущенной поверхности воды.

Контроль же момента запуска двигателя только по заданному расстоянию (как в прототипе) приводит к уменьшению высоты его запуска над поверхностью моря до величины 6 м, которая определена из условия обеспечения стабилизации ракеты для всех возможных режимов ее движения. Таким образом, предложенный способ пуска ракеты из шахты подводной лодки позволяет, по сравнению с известным, повысить безопасность подводной лодки за счет увеличения расстояния между подводной лодкой и ракетой в момент запуска маршевого двигателя.

Формула изобретения:

Способ пуска ракеты из шахты подводной лодки, включающий катапультирование ракеты из шахты, контроль пройденного ракетой расстояния и запуск маршевого двигателя ракеты, отличающийся тем, что дополнительно определяют текущее рассогласование параметров углового движения ракеты от предельно допустимых по условиям стабилизации движения, замеряют вертикальную скорость ракеты и сравнивают ее после выхода ракеты из шахты с минимально допустимой по условиям нормального запуска маршевого двигателя, а запуск маршевого двигателя производят в момент достижения любым из упомянутых параметров соответствующего предельного значения.

RU 2235286 C2

RU 2235286 C2