

СЕКЦИЯ 9

Подводная и надводная робототехника

Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ БЕСПИЛОТНОГО РАЗГОННОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗЛЕТА САМОЛЕТОВ КОРАБЕЛЬНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Объект и цель научной работы – создание беспилотного разгонного аппарата для ВМФ и ВКС РФ и поставки на зарубежные рынки, предназначенного для обеспечения взлета самолетов с предельной боевой нагрузкой с борта тяжелого авианесущего крейсера (ТАВКР) «Адмирал флота Советского Союза Кузнецов» и кораблей аналогичной конструкции, в частности авианосца ВМС Индии «Викрамадитья» в рамках военно-технического сотрудничества РФ с иностранными государствами. Целесообразность разработки беспилотного разгонного аппарата – мобильной стартовой установки (МСУ) – была рассмотрена в Морском научном комитете с привлечением специалистов НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ и морской авиации ВМФ. По результатам рассмотрения были сделаны следующие выводы: 1) предложенная идея мобильной стартовой установки вызывает несомненный интерес; 2) предложенная идея, безусловно, должна найти свое применение в развитии и совершенствовании В и ВТ ВМФ; 3) альтернативой размещения МСУ на ТАВКР может служить использование ее на стационарных аэродромах. В ФИПС подана заявка на изобретение. В профильное подразделение АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей» направлены необходимые документы, основанные на данной концепции, позволяющие начать переговоры о сотрудничестве с иностранным партнером. Предлагается использовать серийно производимые промышленностью РФ турбореактивные двигатели для установки на МСУ. Все описанное выше позволит снизить финансовые затраты и, самое главное, время для повышения эффективности боевого применения. Таким образом, МСУ обладает высоким экспортным потенциалом.

Ключевые слова: беспилотный разгонный аппарат, катапульта, авианосец, мобильная стартовая установка, самолет, летательный аппарат.

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Для цитирования: Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н. К вопросу о создании беспилотного разгонного аппарата для обеспечения взлета самолетов корабельного базирования. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018; специальный выпуск 1: 205–212.

УДК 623.82

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-1-S-I-205-212

SECTION 9

Subsea and surface robotics

Boiko E., Grigoriev M., Kirillov A., Okhochinskiy M.

Baltic State Technical University «Voenmeh» named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia

ON DEVELOPMENT OF AN UNMANNED LAUNCH SYSTEM FOR SHIP-BASED AIRCRAFT

The object and purpose of this research study is development of an unmanned aircraft launch system for the Navy and Russian Aerospace Forces, and possible export of the same to foreign customers. The system is designed to launch aircraft with full load of ordnance from the heavy aircraft-carrying cruiser “Admiral Flota Sovetskogo Soyuzo Kuznetsov” as well as naval ships of similar design like INS Vikramaditya aircraft carrier (delivered under military technical cooperation program). The feasibility of an unmanned mobile launching system (MLS) has been reviewed at the Naval Scientific Committee with involvement of experts from Naval Shipbuilding & Armament as well as Naval Aviation research institutes. The following conclusions were drawn: the proposed mobile launching system is of undisputable interest; the proposed idea should be implemented as part of efforts for further development of naval weapons and equipment; apart from aircraft carries the MLS can also be considered as an option for aircraft flying from permanent airfields. An application for invention has been filed with the Federal Institute of Industrial Property. The pre-requisite documents for negotiations on cooperation with foreign partners have been submitted to the relevant unit of Almaz-Antey Air and Space Defense Corporation. Turbojet engines commercially produced in Russia are suggested to be used for this mobile launch system. All factors described above should reduce financial outlays and, what is more important, cut down the time for improving the combat efficiency. Thus, it is concluded that MLS has a high export potential.

Key words: unmanned launching system, catapult, aircraft carrier, mobile launching system, aircraft.

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

For citations: Boiko E., Grigoriev M., Kirillov A., Okhochinskiy M. On development of an unmanned launch system for ship-based aircraft. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2018; special issue 1: 205–212 (in Russian).

UDC 623.82

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-1-S-I-205-212



На сегодняшний день существуют два способа укороченного взлета самолета с палубы авианесущего крейсера или авианосца (АВ) – с помощью катапульты (паровой или электромагнитной, причем последняя будет введена в строй на американских авианосцах в ближайшем будущем) и методом свободного разбега (с трамплина авианесущих крейсеров или с использованием стартового ракетного ускорителя). Каждый из указанных способов требует проведения логистического анализа с целью выявления недостатков и поиска способов их устранения.

В 40-х гг. XX в. проводились работы по созданию систем безаэродромного старта. В американских источниках используют термин «точечный» или «нулевой старт». В английских: zero-length launch system или zero-length take-off system (ZLL, ZEL, ZELL). Такое название более точно определяет конструктивное исполнение западных агрегатов этого типа.

Сама идея отправлять самолет в воздух с палубы корабля без использования обычной сравнительно длинной взлетно-посадочной полосы (ВПП) существовала давно и в различных странах. В определенных конструктивных решениях она даже воплотилась в жизнь.

В качестве примера использования для этой цели стартового ракетного ускорителя можно привести корабельную систему CAM (Catapult Aircraft Merchant) ship, применявшуюся на некоторых британских торговых судах во время Второй Мировой войны при следовании в морских конвоях (рис. 1).

Эта система производила катапультирование самолетов-истребителей Sea Hurricane Mk IA, принад-

лежащих британским ВВС (RAF), с борта судна путем быстрого разгона его по специальным направляющим с помощью порохового ракетного ускорителя.

Несмотря на способность данной системы значительно сократить расстояние, необходимое для взлета самолета, от ее применения в дальнейшем пришлось отказаться. Это связано с рядом существенных недостатков: во-первых, направляющие стартовой установки имели значительную пассивную массу и габариты; во-вторых, вследствие установки достаточно тяжелого самолета на подвижную тележку последняя также имела соизмеримую с ним массу, что требовалось для обеспечения требуемой жесткости конструкции. Кроме того, после старта истребителя устройство становится «паразитным» грузом, перевозимым судном и требующим обслуживания – например, зимой в условиях шторма требовалось скалывать с него лед.

В настоящее время на современных авианосцах используют паровые катапульты (рис. 2). Производятся такие катапульты в США и Франции (по лицензии США). Кроме того, они разрабатываются Китаем и Индией, строящей АВ для национальных ВМС. Для старта палубных самолетов ВМС Великобритании используются специальные трамплины.

Главная часть паровых катапульт – это два параллельных цилиндра 1, каждый диаметром 53 см и длиной 100 м. Поршни цилиндров соединены между собой и прикреплены к колесной платформе (тележке-челноку) 2, которая перемещается по направляющим, расположенным ниже поверхности верхней палубы 3. Узел крепления 4, который тянет самолет за перед-

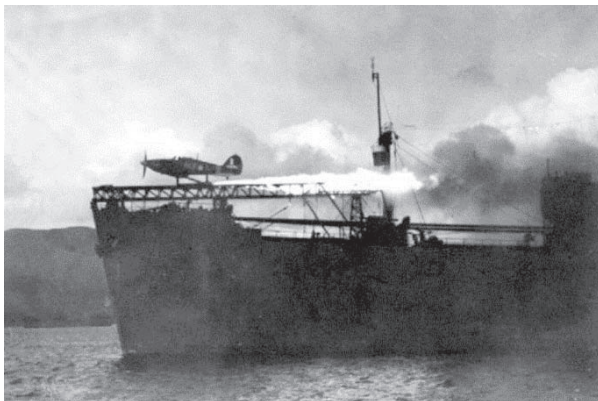


Рис. 1. Взлет Sea Hurricane Mk IA с борта британского судна

Fig. 1. Sea Hurricane Mk IA is taking off from a UK Royal Navy ship

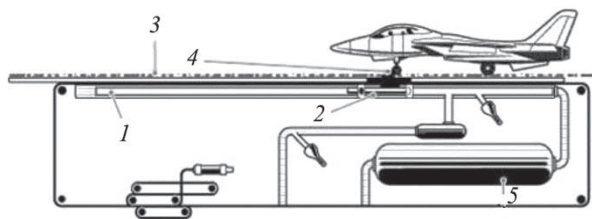


Рис. 2. Устройство паровой катапульты:

- 1 – два параллельных цилиндра;
- 2 – колесная платформа (тележка-челнок);
- 3 – поверхность верхней палубы;
- 4 – узел крепления;
- 5 – баллоны-аккумуляторы

Fig. 2. Steam catapult:

- 1 – two parallel cylinders;
- 2 – wheeled platform (shuttle carriage);
- 3 – upper deck;
- 4 – joint;
- 5 – storage batteries

ную стойку шасси, прикреплен к тележке. Пар, накопленный в баллонах-аккумуляторах 5, по команде подается в цилиндры, поршни и тележка начинают движение. Прямой привод обеспечивает выигрыш в силе и простоте конструкции – никаких тросов или блоков. Количество пара в цилиндрах (рис. 3), а следовательно, и ускорение определяются в зависимости от типа самолета, его взлетного веса, скорости и направления ветра, и даже от температуры воздуха.

Катапульты для запуска самолетов на АВ с плоской ВПП считаются обязательными, поскольку высокая взлетная скорость палубной авиации требует длинных взлетных полос, что в корабельной практике реализовать невозможно.

Первым и самым главным преимуществом взлета самолета с помощью катапульты является возможность его осуществления с большей полезной нагрузкой в более жестких условиях окружающей среды (малая скорость встречного ветра, высокая температура окружающего воздуха, значительное волнение на море).

Для работы паровой катапульты требуется значительный расход пара – 614 кг на каждый старт. При интенсивном запуске самолетов расход пара достигает 20 % от максимальной паропроизводительности главной энергетической установки (ГЭУ) корабля.

Паровые катапульты обладают рядом недостатков, к числу которых относятся:

- неравноускоренное движение, большие нагрузки (до 6g) на начальном участке;
- большие массогабаритные характеристики;
- большой расход пара;
- большие потери пара (дистиллированной воды) на парение;
- конденсация парения и возможное образование наледей на палубе при отрицательной забортной температуре воздуха.

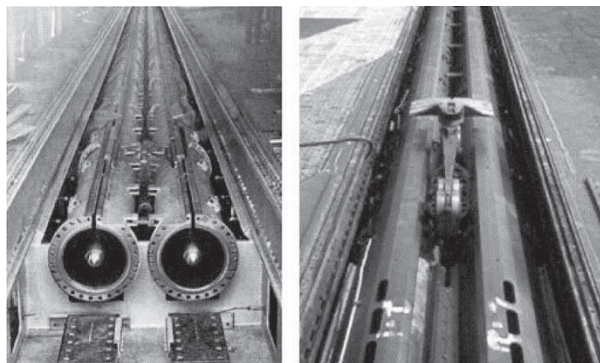


Рис. 3. Цилиндры паровой катапульты

Fig. 3. Steam catapult cylinders

Существуют и другие проблемы. Давление пара, которое создается в цилиндрах паровой катапульты при запуске, зависит от массы самолета и должно быть строго рассчитано. Если превысить требуемое значение, то носовая стойка шасси, которая крепится к разгонному устройству, может сломаться. Если давление окажется недостаточным, самолет не наберет достаточную скорость и спикует в воду. Перенастройка паровой катапульты на другой самолет или на тот же самолет с другой нагрузкой требует длительного времени на проведение расчетов и высокой квалификации персонала. По мнению специалистов, паровые катапульты вплотную подошли к пределу своих технических возможностей и дальнейшее их совершенствование нерентабельно.

Кроме того, применение вышеописанного способа требует двойного преобразования энергии: сначала необходимо затратить энергию для получения пара, затем энергия пара преобразуется в кинетическую энергию движения поршней цилиндров, и т.д. Как известно, КПД тепловых машин сравнительно невысок, что делает такой процесс преобразования энергии недостаточно эффективным. Также следует отметить, что паровые котлы корабля должны рассчитываться под максимальную мощность, которая содержит две составляющих: мощность, необходимую для передвижения авианосца, и мощность, требуемую для работы катапульты. Это, в свою очередь, означает, что большую часть времени (когда не производится пуски самолетов) паровые котлы работают не на полную мощность, что существенно снижает эффективность применения паровых катапульт. Суммарная продолжительность использования катапульт составляет не более 5 % годового времени авианосца, а готовность выпустить самолет в воздух должна быть постоянной; следовательно, котлы должны быть под давлением и потреблять для этого топливо.

Также стоит отметить, что в случае появления неисправности зачастую возникает необходимость возвращения авианосца в базу для проведения сложных ремонтных операций, а именно вскрытия палубы авианосца для того, чтобы получить непосредственный доступ к паровой катапульте и провести последующий ремонт (рис. 4).

Ремонт паровой катапульты (рис. 4) выполняется в базе гражданскими специалистами после вскрытия летной палубы. При этом используется большое количество крупногабаритной специализированной оснастки. Работа требует одновременного участия более сотни рабочих.

Следующим этапом в развитии катапульт стала разработка фирмой General Atomics электромагнит-

ной катапульты (EMALS) на основе линейных электродвигателей. В конце мая 2017 г. верфью NNS' НП передан ВМС США в опытную эксплуатацию головной атомный АВ Gerald R Ford CVN 78, на котором установлена первая в мире электромагнитная катапульта (ЭМК). Замена паровых катапульти электромагнитными призвана обеспечить большую управляемость запусков самолетов, меньшие нагрузки на них, возможность взлета при более широком диапазоне скоростей и направлений ветра, а также запуск беспилотников.

EMALS – это огромный линейный индукционный двигатель, то есть двигатель, ротор которого не круглый, а вытянутый вдоль стартовой полосы (рис. 5). Сегменты двигателя поочередно отключаются и подключаются, разгоняя самолет. В пусковом устройстве есть специальная тележка, к которой самолет цепляется передней стойкой шасси и движется между двумя направляющими с электромагнитами как по рельсам. Электромагнитные секции после прохождения мимо них тележки отключаются, а те, к которым она приближается, включаются.

Электромагнитная катапульта обладает следующими недостатками:

- необходимость тщательной экранизации для защиты корабельных систем радиоэлектронного вооружения (РЭВ) от электромагнитных импульсов, излучаемых при работе ЭМК;
- возможность колебаний палубы, обусловленных высокой частотой вращения генераторов;
- пока еще недостаточно изучены и отработаны линейные индукционные электродвигатели, отсутствуют практические данные об их работе в реальных морских условиях;
- применение ЭМК требует значительных энергозатрат. Основная трудность заключается в том, как получить достаточное количество энергии. Новому американскому авианосцу потребуется 100 млн Дж только для одного пуска. Этой энергии достаточно, например, для того, чтобы метнуть легковой автомобиль на расстояние в 15 км. Новый «электрический» авианосец CVN-21, мощность которого втрое больше, чем у любого авианосца класса «Нимиц», просто не может вырабатывать такое количество энергии. Указанное выше влечет за собой необходимость наличия крупногабаритной и имеющей большой вес энергоустановки. Так, например, генератор EMALS имеет массу свыше 36 т и следующие габариты: более 4 м в длину, почти 3,5 м в ширину и почти 2,5 м в высоту (рис. 6). Данная установка способна вырабатывать до 60 МДж энергии и до 60 МВт мощности. Новые американские авианосцы класса «Джеральд Форд» потребуют установки 12 таких генераторов;
- необходимость повышенной защиты оборудования от агрессивного влияния окружающей среды;



Рис. 4. Ремонт паровой катапульты на палубе американского авианосца

Fig. 4. Repair of a steam catapult on deck of a US aircraft carrier

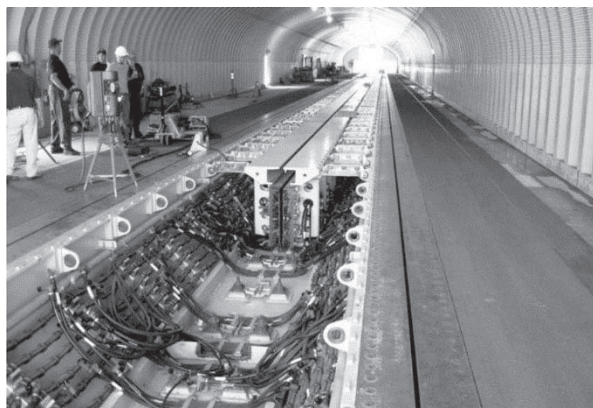


Рис. 5. Линейный индукционный двигатель электромагнитной катапульты (EMALS) в процессе монтажа и наладки. Для исключения влияния атмосферных осадков работы ведутся под навесом

Fig. 5. Linear induction motor of an electromagnetic aircraft launch system (EMALS) being assembled and adjusted under cover to keep out of atmospheric fallout

- по аналогии с вышеописанными устройствами обеспечения взлета, электромагнитная катапульта также в случае значительной неисправности требует ремонта в базе, что означает срочное возвращение авианосца и замену его другим. Такой маневр силами требует значительных затрат топлива и финансовых ресурсов, срывает оптимальный цикл использования и ремонта авианосцев.

В отечественном ВМФ авианосца с катапультами так и не появилось. Причин тому несколько – как чисто технических, так и организационных. Пролетарским заводом был изготовлен лишь опытный образец паровой катапульти. Собрали его на наземном испытательно-тренировочном комплексе авиации НИТКА, который был построен в с. Ново-Федоровка Сакского района в Крыму. Строительство его началось в 1977 г. Объект относился к числу особо важных, и ход работ на нем контролировал лично главком ВМФ. Тем не менее, ни один самолет с «разгонного устройства», как именовалась катапульта в техдокументации, так и не взлетел. Все внимание было перенаправлено на обеспечение взлета самолетов с трамплина, который сочли более удачной (а главное, несравнимо более простой и дешевой) альтернативой катапульти. В результате был спроектирован тяжелый авианесущий крейсер пр. 1143.5 «Тбилиси», который через переименование «Леонид Брежнев» стал хорошо известным в мире кораблем «Адмирал флота Советского Союза Кузнецов». Сегодня это – один из немногих в мире авианесущих кораблей, с которого самолеты горизонтального взлета стартуют без катапульти. Палуба корабля имеет площадь более 14000 м² с трамплином под углом 14,3° в носовой части корабля.

Трамплин обладает значительными преимуществами перед рассмотренными ранее способами старта – он дешев, не требует катапультной установки, ее обслуживания и ремонта, экономятся полезные объемы, в конце концов, вес, а значит – водоизмещение и стоимость самого корабля.

Однако старт с использованием трамплина предъявляет высокие требования к тяговооруженности самолетов. Кроме того, он задает меньший темп подъема авиагруппы в воздух, поскольку на борту авианесущего корабля трамплин один, и все взлетающие самолеты должны его пройти. Это приводит к более длительному ожиданию авиагруппы в районе ее сбора, что, в свою очередь, уменьшает ее боевой радиус.

Прогнозируемый рост массогабаритных показателей палубных летательных аппаратов (ЛА) выдвинул на повестку дня создание принципиально новых ускорителей.

Альтернативой существующим системам может стать предлагаемая Мобильная стартовая установка (МСУ) (рис. 7). Эта система представляет собой подвижную платформу на колесах с размещенными на ней реверсными реактивными двигателями. В качестве реактивных двигателей целесообразно рассмотреть возможность использования уже существующих отечественных двигателей разных типов, а именно: турбореактивных, многократно запускаемых жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), перезаряжаемых твердотопливных ракетных двигателей (РДТТ, рис. 8). Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Принцип работы МСУ заключается в следующем: сначала (в случае применения турбореактивных двигателей (ТРД), ЖРД) заправляют баки топливом либо (в случае РДТТ) на платформу устанавливают твердотопливные ускорители. Затем подвозят платформу к самолету и механически со-

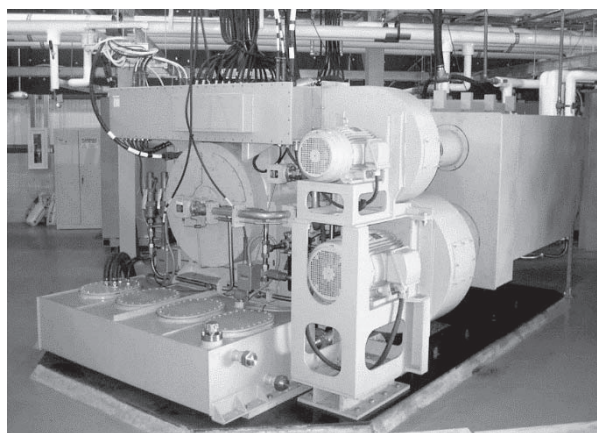


Рис. 6. Генератор электромагнитной катапульти (EMALS)

Fig. 6. EMALS generator

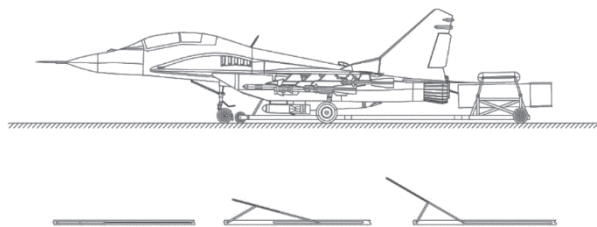


Рис. 7. Мобильная стартовая установка, вид сбоку

Fig. 7. Mobile aircraft launching system, profile

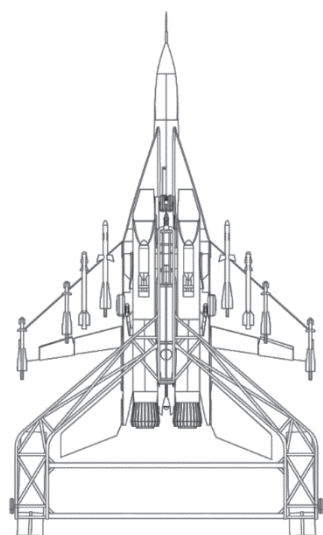


Рис. 8. Мобильная стартовая установка, вид снизу

Fig. 8. Mobile aircraft launching system, underside

единяют ее с фюзеляжем самолета, после чего соответствующим образом ориентируют связку «самолет – платформа» на взлетной полосе. Далее производят запуск двигателей самолета и подвижной платформы, выводя их на режим максимальной мощности. При достижении самолетом требуемой скорости отрыва от взлетной полосы производят расстыковку самолета и подвижной тележки. В момент расстыковки двигатели подвижной платформы переходят на реверсный режим, благодаря чему она возвращается в исходную точку старта.

Использование предлагаемой МСУ для запуска тяжелых беспилотных летательных аппаратов открывает более широкие перспективы для боевого применения авианесущих кораблей. Одним из важнейших преимуществ предлагаемой системы перед уже известными является возможность экономии топлива в процессе взлета самолета, т.к. скорость его отрыва от взлетной полосы обеспечивается мощностью разгонных двигателей подвижной платформы. Такое решение позволяет увеличить дальность полета самолета либо массу перевозимого полезного груза. Предлагаемая система является многоразовой, поскольку предусмотрена возможность замены отработавших РДТТ либо заправки баков ТРД, ЖРД. Кроме того, данная система обладает малой массой и небольшими габаритами, что позволяет использовать место на корабле, отводимое ранее под катапульту, для полезного груза.

При торможении рассматриваемой МСУ используется реверс тяги ее двигателей, что позволяет осуществить управляемое торможение с заданной перегрузкой и вернуть МСУ в исходную точку старта. Это является важным преимуществом по сравнению с паровой катапульты, где поглощение кинетической энергии системы «поршни цилиндров – тележка-челнок» сопровождается значительной ударной перегрузкой. Ниже в таблице приведены сравнительные характеристики существующих систем обеспечения взлета самолета и предлагаемой МСУ.

Проведенная апробация проекта, а также заключение Морского научного комитета позволяют сделать следующие выводы.

1. Решение задачи укороченного старта ЛА с помощью рассмотренной МСУ может быть выполнено как с палубы ТАВКР «Адмирал флота Советского Союза Кузнецов», так и авианосца ВМС Индии «Викрамадитья» российской постройки. Эксплуатация авианосцев (индийского – постоянно, а отечественного – с большой вероятностью) может протекать в неблагоприятных метеоусловиях: высокая температура и влажность окружающего воздуха, взлет ЛА с повышенной боевой нагрузкой в штиль.

2. Осложнение геополитической ситуации на восточных рубежах Индии создает благоприятные условия для финансирования мероприятий, направленных на укрепление военно-морского потенциала Индии, особенно это касается принципиально новых технологий, имеющих потенциал сбыта результатов их применения в государствах, обладающих авианосцами с трамплином.

Сравнительные характеристики существующих систем обеспечения взлета самолета и предлагаемой МСУ

Comparison of existing launching system with the proposed MLS

Характеристики	Паровая катапульта	ЭМ-катапульта	МСУ
Масса, т	500	225	4
Длина, м	95	103	16
Объем занимаемого пространства, м ³	4600	4250	80
Продолжительность цикла, с	30	45	40
Время разгона, с	2,5	3	3
Конечная скорость разгона ЛА, м/с	69	103	100
КПД, %	6	70	45

3. Применение данной многофазовой системы укороченного взлета самолета, созданной на индийские средства, позволит существенно повысить эффективность применения по целевому назначению существующего отечественного ТАВКР и базирующихся на его борту самолетов.

Библиографический список

References

1. Авиационные ракетные ускорители. Часть 2 [Электрон. ресурс] / Сайт «Авиация, понятная всем». URL: <http://avia-simply.ru/aviacionnie-raketnie-uskoriteli-chast-2/> (дата обращения: 26.12.2017). [Take-off rocket engines. Part 2 [Electronic resources] / Website about aviation. URL: <http://avia-simply.ru/aviacionnie-raketnie-uskoriteli-chast-2/> (access date 26.12.2017). (In Russian)].
2. Выстрел в воздух: Самолетометы. [Электрон. ресурс] / Сайт «Популярная механика». URL: <http://www.popmech.ru/weapon/5717-vystrel-v-vozdukh-samoletometry/> (дата обращения: 26.12.2017). [Firing in the air: Aircraft launchers. [Electronic resources] / Website about popular mechanics. URL: <http://www.popmech.ru/weapon/5717-vystrel-v-vozdukh-samoletometry/> (access date 26.12.2017). (In Russian)].
3. Революция в морском деле: авианосец США с электромагнитной катапультией [Электрон. ресурс] / Интернет-издание «Новые ведомости». URL: <http://nvdaily.ru/info/74111.html> (дата обращения: 26.12.2017). [Naval revolution: US aircraft carrier with EMALS [Electronic resources]/online media “Novye vedomosti”. URL: <http://nvdaily.ru/info/74111.html> (access date: 26.12.2017). (In Russian)].
4. Блеф и реальность. Американский авианосец типа «Нимиц» [Электрон. ресурс] / Интернет-издание «Военное обозрение». URL: <https://topwar.ru/24966-blef-i-realnost-amerikanskiy-avianosec-tipa-nimic.html> (дата обращения: 26.12.2017). [Bluff and reality. US Nimitz-type aircraft carrier [Electronic resources] / Online media “Military review”. URL: <https://topwar.ru/24966-blef-i-realnost-amerikanskiy-avianosec-tipa-nimic.html> (access date: 26.12.2017). (In Russian)].
5. EMALS/AAG: Electro-Magnetic Launch & Recovery for Carriers [Electronic resources] / Defense Industry Daily. URL: <http://www.defenseindustrydaily.com/emals-electromagnetic-launch-for-carriers-05220/> (access date: 26.12.2017).
6. Каким должен быть российский авианосец? Часть V. Катапульта или трамплин? [Электрон. ресурс] / Сайт FLOTROM. URL: <http://flotprom.ru/publications/science/hull/russiancarrier/5/> (дата обращения: 26.12.2017). [How a Russian aircraft carrier should look like? Part V. Catapult or ski jump? [Electronic resources], website FLOTROM. URL: <http://flotprom.ru/publications/science/hull/russiancarrier/5/> (access date: 26.12.2017). (In Russian)].
7. Тяжелый авианесущий крейсер проекта 1143.5 «Адмирал флота Советского Союза Кузнецов» [Электрон. ресурс] / Интернет-издание «Военное обозрение». <https://topwar.ru/17758-tyazhelyy-avianesuschiy-kreyser-proekta-11435-admiral-flota-sovetskogo-soyuzakuznecov.html> (дата обращения: 26.12.2017). [Heavy aircraft-carrying cruiser “Admiral Flota Sovetskogo Soyuza Kuznetsov” Project 1143.5 [Electronic resources] / Online media “Defence review”. <https://topwar.ru/17758-tyazhelyy-avianesuschiy-kreyser-proekta-11435-admiral-flota-sovetskogo-soyuzakuznecov.html> (access date: 26.12.2017). (In Russian)].
8. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Логистика. Продвинутый курс. Сер. 61 Бакалавр и магистр. Академический курс. М., 2015. [M. Grigoriev, A. Dolgov, S. Uvarov. Logistics. Advanced courses. Ser.1. Bachelor and Master. Academic course. M.: 2015. (In Russian)].
9. Афанасьев К.А., Бойко А.М., Григорьев М.Н., Дигусов Н.Н., Охочинский Д.М., Охочинский М.Н., Чуриков С.А. Инновационно-логистический подход к развитию сложных технических систем. БГТУ – СПб., 2016. [K. Afanasiev, A. Boiko, M. Grigoriev, N. Digusov, D. Okhochinskiy, S. Chirikov. Innovative logistic approach to development of sophisticated technical systems. BMSU-SpB, 2016. (In Russian)].
10. Григорьев М.Н., Охочинский М.Н., Дигусов Н.Н. Российские авианосцы XXI века. Логистический подход к проблеме создания // Инновации. 2016. № 3(209). С. 8–13. [M. Grigoriev, M. Okhochinskiy, N. Digusov. Russian aircraft carriers of the XXI century. Logistic approach to development challenges. Innovations. 2016; 3(209): 8–13. (In Russian)].
11. Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н. Мобильная стартовая установка // Старт в будущее – 2017: Труды IV Науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов.– СПб.: АО «КБСМ», 2017. С. 72–75. [E. Boiko, M. Grigoriev, A. Kirillov, M. Okhochinskiy. Mobile launching system. Launch into future-2017: Proceedings of IV Scientific and Technical Conference of young scientists and engineers. SPb.: AO KBSM, 2017, P. 72–75. (In Russian)].
12. Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н. Применение мобильной стартовой установки для обеспечения взлета летательного аппарата с палубы авианесущего крейсера // Молодежь. Техника. Космос: статьи и доклады IX Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Библиотека журнала «Военмех. Вест-

- ник БГТУ». 2017. № 37. С. 169–176. [E. Boiko, M. Grigoriev, A. Kirillov, M. Okhochinskiy. Application of a mobile launching system to assist aircraft take off from the deck of aircraft-carrying cruiser. Molodezh. Tekhnika. Outer space: articles and papers of IX All-Russian Scientific and Technical Conference of Young Scientists. Library of journal "Voenmeh. Vestnik BGTU". 2017; 37: 169–76. (In Russian)].
13. Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н., Хакимов А.А. Реактивный разгонный аппарат для обеспечения взлета самолетов корабельного базирования // Материалы III Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Библиотека журнала «Вoenmeh. Vestnik БГТУ». 2017. № 40. С. 48–50. [E. Boiko, M. Grigoriev, A. Kirillov, M. Okhochinskiy, A. Khakimov. Jet launching system for enabling take off of ship-based aircraft. Proceedings of III All-Russian Scientific and Technical Conference of Young Scientists. Library of journal "Voenmeh. Vestnik BGTU". 2017; 40: 48–50. (In Russian)].
14. Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н. Беспилотный разгонный аппарат для обеспечения взлета самолетов тактической авиации с укороченных взлетно-посадочных полос // Актуальные проблемы инженерно-аэродромного обеспечения базирования авиации в современных условиях и пути их совершенствования. Сб. науч. ст. по материалам III Всероссийской науч.-практ. конф. «Созидатель». Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2017. С. 19–23. [E. Boiko, M. Grigoriev, A. Kirillov, M. Okhochinskiy. Unmanned launching system for enabling take off of tactical aircraft from shorter runways. Present-day issues of airfield-engineering aviation support and ways for improvement. Collection of papers from III All-Russian Academic and Research Conference "Sozidatel". Voronezh. VUNTS VVS "VVA", 2017; P. 19–23. (In Russian)].

Сведения об авторах

Бойко Евгений Николаевич, магистрант, представитель концепт-бюро «ВОЕНМЕХ», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова. Адрес: 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-ая Красноармейская, д. 1. Тел.: +7 (981) 122-93-66; E-mail: mr.e.n.b@yandex.ru.

Григорьев Михаил Николаевич, к.т.н., профессор БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова. Адрес: 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-ая Красноармейская, д. 1. Тел.: +7 (911) 993-14-48; E-mail: grigorievmn@ya.ru.

Кириллов Александр Андреевич, магистрант, представитель концепт-бюро «ВОЕНМЕХ», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова. Адрес: 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-ая Красноармейская, д. 1. Тел.: +7 (981) 121-70-14; E-mail: ordgee@rambler.ru.

Охочинский Михаил Никитич, доцент БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова. Адрес: 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-ая Красноармейская, д. 1. Тел.: +7 (911) 212-00-19; E-mail: mno1955@yandex.ru.

About the authors

Boiko E., Master's Degree Student, representative of Concept Bureau "Voenmeh", BGTU VOENMEH named after D.F. Ustinov. Address: 1-aya Krasnoarmeiskaya 1, St. Petersburg 190005, Russia. Tel.: +7 (981) 122-93-66; E-mail: mr.e.n.b@yandex.ru.

Grigoriev M., Candidate of Technical Sciences, Professor of BGTU VOENMEH named after D.F. Ustinov. Address: 1-aya Krasnoarmeiskaya 1, St. Petersburg 190005, Russia. Tel.: +7 (911) 993-14-48; E-mail: grigorievmn@ya.ru.

Kirillov A., Master's Degree Student, representative of Concept Bureau "Voenmeh", BGTU VOENMEH named after D.F. Ustinov. Address: 1-aya Krasnoarmeiskaya 1, St. Petersburg 190005, Russia. Tel.: +7 (981) 121-70-14; E-mail: ordgee@rambler.ru.

Okhochinskiy M., Assistant Professor of BGTU VOENMEH named after D.F. Ustinov. Address: 1-aya Krasnoarmeiskaya 1, St. Petersburg 190005, Russia. Tel.: +7 (911) 212-00-19; E-mail: mno1955@yandex.ru.

Поступила / Received: 14.03.18
Принята в печать / Accepted: 18.04.18
© Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А.,
Охочинский М.Н., 2018