

УДК 533.666.2: 629.7

Ю. Г. МЕХОНОШИН¹, В. Н. ЧИЖУХИН², П. И. ИВАНОВ³, Р. П. ИВАНОВ⁴¹ ЗАО «Научно-внедренческий центр «Атмосфера», Россия² ОАО РКК «Энергия», Россия³ ГП НИИ аэроупругих систем, Россия⁴ г. Харьков, Украина

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПАРАШЮТНОЙ СИСТЕМЫ

В работе рассматривается и обсуждается проблема спасения с помощью парашютной системы двигательного отсека ракеты-носителя с целью оценки возможности многократного повторного использования его элементов. Выполнена постановка задачи по спасению отделяемых блоков при запусках ракетноносителей. Рассматривается способ решения задачи спасения ракетного блока от разрушения при снижении и его приземление с заданной скоростью. Рассмотрены особенности многокупольных парашютных систем, выявленные в экспериментальных (трубных) и летных исследованиях, на которые следует обратить внимание в процессе проектирования парашютной системы. Анализируется опыт парашютостроения по применению парашютных систем из стеклотканевых и других высокотемпературных текстильных материалов. Рассмотрены особенности технологии производства высотной воздушно-космической парашютной системы из жаропрочных тканей.

Ключевые слова: воздушно-космическая парашютная система, проблемные вопросы проектирования.

Введение

Сегодня при запуске всех ракет-носителей (РН) применяется способ гашения кинетической энергии отделяемых ракетных блоков (РБ) и головных отсеков (ГО) за счет торможения их собственным корпусом в плотных слоях атмосферы. При этом неизбежно происходит стохастическое разрушение корпусов РБ и ГО от тепловых и аэродинамических нагрузок с соответствующим разбросом частей РБ и ГО в достаточно обширных районах падения [1]. Это заставляет выделять значительные площади и исключать их из хозяйственной деятельности, что неизбежно приводит к включению стоимости этих затрат в затраты на запуск и выведение объекта на орбиту. Проблема защиты корпуса РБ и ГО от теплового воздействия гиперзвукового потока воздуха, с целью его сохранения, аналогична защите корпуса космического аппарата (КА). Так как мидель РБ и корпусов КА достаточно мал (по сравнению с миделем парашютной системы (ПС), обеспечивающей их стабилизацию и приземление), то при их погружении в атмосферу, начиная с высоты 60 км и до высоты 20 км, происходит интенсивный нагрев лобовой поверхности КА. Температура на лобовой поверхности спускающегося КА может достигать 3000°С, а перегрузка при баллистическом спуске (без использования аэродинамического качества) может составлять 8 единиц и более. Поэтому теплозащитный эк-

ран, предохраняющий спускаемый КА от разрушения, имеет высокую прочность и большую массу. Так на КА «Восток» и «Восход» масса теплозащитного экрана составляла более 250 кг при массе КА – 2 тонны. Масса ПС, вводившейся на высоте менее 10км, имела величину порядка 150 кг. При полете на нисходящем участке траектории РБ РН в плотных слоях атмосферы возникают проблемы теплового нагрева и аэродинамического воздействия. Тепловое воздействие на РБ гораздо меньше, чем на теплозащиту корпуса КА. Но, как показала практика сотен запусков РН «Союз», первые ступени ракет-носителей при гиперзвуковой скорости порядка 1,6-3 км/с отделяются к 45-90 км, достигают высоты 80-150 км и, при отсутствии надлежащей тепловой защиты, их алюминиевые корпуса стохастически разрушаются на отдельные фрагменты к высоте 10 км и падают в отведенном районе [1-3]. Расчеты баллистики торможения и снижения РБ первой ступени РКН «Союз-2-1в» показывают, что при вводе ПС (той же площади, что и для безопасного приземления) на высоте более 80 км перегрузка уменьшается с 8 до 2,8 единиц, основное торможение происходит до высоты 40-45 км и многократно уменьшаются тепловые и аэродинамические нагрузки на корпус РБ при входе и прохождении плотных слоев атмосферы. Конструкция РБ не подвергается разрушению как за счет эффективного торможения высотных парашютов, так и организации с помо-

щью парашютных систем оптимальной ориентации РБ [1, 3].

Отсюда вытекает задача выбора наиболее приемлемых параметров высотной ПС в области весовых и объемных характеристик с целью ее проектирования и создания.

Постановка задачи

Цель настоящей работы – обсуждение проблемных вопросов проектирования высотного воздушно-космического парашюта (ВКПС), что связано с важной теоретической и практической задачей спасения возвращаемых на Землю объектов и разделяемых ступеней ракетносителей. Последние исследования и публикации, на которые опираются авторы данной статьи, представлены в работах [1-3].

Основная часть

1. Особенности ВКПС

В работе [2] предложена конструкция ВКПС в виде многокупольной (МКС) парашютной системы, представляющей собой связку базовых куполов, как способ решения задачи спасения РБ от разрушения при снижении и приземлении со скоростью менее 15 м/с. Там же рассмотрены преимущества МКС по сравнению с однокупольной ПС. Однако существует также ряд особенностей МКС, выявленных в экспериментальных (трубных) и летных исследованиях, на которые следует обратить особое внимание. Рассмотрим те из них, которые обязательно следует учитывать при проектировании ВКПС.

1.1. Интерференция, динамичность и коэффициент сопротивления связки куполов МКС

Взаимное влияние куполов связки друг на друга – интерференция, может приводить к уменьшению коэффициента сопротивления и коэффициента динамичности связки по сравнению с этими же характеристиками одиночного купола.

Изменяется в связке и характер работы куполов. На этапе наполнения это связано с явно выраженной асимметрией формообразования контуров кромки каждого купола. На этапе установившегося движения с полностью раскрытыми куполами – с различными условиями обтекания каждого купола связки. Касание куполов, взаимное затенение, а также и то, что в результате отклонения осей парашютов от оси набегающего потока уменьшается эффективная площадь, участвующая в создании со-

противления, может приводить к снижению коэффициента сопротивления связки с ростом числа куполов в связке.

Введение удлинительных стренг в систему приводит к уменьшению углов наклона осей куполов к направлению потока, увеличению эффективной площади сопротивления и повышению коэффициента сопротивления системы.

Для очень больших длин соединительных звеньев коэффициент сопротивления связки стремится к коэффициенту сопротивления одиночного купола. С уменьшением длин удлинительных звеньев падение величины коэффициента сопротивления связки по сравнению с коэффициентом сопротивления одиночного купола, взятого из этой связки, более значительно.

Исследования трехкупольных парашютных систем в аэродинамических трубах потребовали введения удлинительных звеньев для обеспечения устойчивости МКС. В трехкупольной системе без соединительных звеньев – купола вращаются, касаются друг друга, происходит закручивание строп. Введение удлинительных звеньев повышает качество работы системы – исчезает тенденция к закручиванию, происходит отход куполов друг от друга. Коэффициент сопротивления связки при этом несколько увеличивается.

Конусные купола в связке без удлинительных звеньев полностью не раскрываются, форма куполов деформирована, входные отверстия – искажены. Введение удлинительных звеньев улучшает картину. Купола полностью наполняются, устойчивы в потоке.

Увеличение длин звеньев в определенном их диапазоне приводит к увеличению коэффициента сопротивления системы. Вместе с тем, введение удлинительных звеньев, с длинами их в строго определенном диапазоне, приводит к уменьшению устойчивости системы – купола начинают колебаться, появляется опасность сцепления строп, закручивания и запутывания их. Устойчивость будет такой же, как если вместо введения удлинительных звеньев произвести удлинение строп в таком же отношении.

При исследовании системы конусных парашютов была обнаружена неодновременность раскрытия куполов, ведущая к уменьшению коэффициента динамичности связки, по сравнению с коэффициентом динамичности одиночного купола. Ни разу не наблюдалось одновременного раскрытия куполов. Всегда раскрывался вначале один купол, раскрытие других задерживалось.

Интересно отметить, что при проведении испытаний рифленых куполов в аэродинамической трубе купола отходили друг от друга, и коэффици-

ент сопротивления связки был выше, чем коэффициент сопротивления одиночного купола.

В то же время, из результатов трубных испытаний следует, что коэффициент сопротивления связки полностью наполненных куполов относительно небольшой площади (плоский круг в раскрое; конусный парашют) может несколько уменьшаться с увеличением числа куполов в связке, по сравнению с коэффициентом сопротивления одиночного купола.

Однако в летных испытаниях было обнаружено, что для куполов больших площадей ($>500 \text{ м}^2$) с увеличением числа куполов более трех, коэффициент сопротивления незначительно возрастает и остается постоянным при дальнейшем увеличении числа куполов в связке.

Анализ показывает, что результаты трубных испытаний иногда могут отличаться от результатов летных, что вполне естественно, поскольку это связано с масштабным фактором и различными областями безразмерного пространства критериев подобия, в которых функционируют парашюты различных площадей.

1.2. Устойчивость системы «объект-МКС»

В теории трехмерной динамической устойчивости системы «Объект-парашют» с пятью степенями свободы показано, что возможно четыре вида движения системы [4]:

- устойчивое вертикальное снижение;
- устойчивое планирование (наличие значительного балансировочного угла);
- раскачивание с большими углами крена;
- коническое вращение с большим углом раствора конуса вращения.

Летными испытаниями было установлено, что с точки зрения устойчивости снижения системы объект-парашют, все же предпочтительнее использовать МКС.

Правда, фиксировались редкие случаи, когда устойчивые купола в связке становились неустойчивыми, что объяснялось уменьшением балансировочного угла связки.

Однако известны и случаи, когда неустойчивые купола в связке становились устойчивыми. Это связано с переконфигурацией МКС на большие балансировочные углы атаки.

С увеличением числа куполов в связке в ряде случаев устойчивость системы возрастает, что связано, как уже отмечалось, с выходом МКС на большие балансировочные углы. С увеличением количества парашютов в связке от трех и более максимальный угол раскачки объекта уже практически не изменяется.

Колебания системы объект-парашют с количеством парашютов в связке больше трех практически не зависят от конструкции парашютов. При количестве парашютов в связке от одного до трех существенное влияние на колебания системы оказывает сама конструкция парашютов.

Установлено также, что система, устойчивая при малых возмущениях параметров движения, может быть неустойчива при больших возмущениях.

1.3. Появление лидера при наполнении МКС

Одним из недостатков в процессе функционирования МКС считается неодновременность наполнения куполов в связке. Неодновременность наполнения обусловлена тем, что все купола в потоке не находятся в строго одинаковых условиях. Всегда, хотя бы один из них, окажется в лучшем (в смысле наполняемости) положении, который и наполнится первым. На купол, наполняющийся первым (лидер), приходится большая нагрузка, чем на все остальные купола. А поскольку заранее неизвестно, на какой из куполов связки будет действовать наибольшая (аэродинамическая) нагрузка, то ее значение принимается за расчетное для каждого из куполов, что приводит к переутяжелению системы, т.е. к значительному увеличению ее веса.

Вследствие неодновременности наполнения куполов связки (на траектории вертикального снижения), когда один из них полностью раскрыт, а другие еще не наполнены, наблюдались случаи проваливания ненаполненного парашюта вниз, когда он повисал под объектом. Пока ненаполненный парашют находится выше объекта, его наполнение еще возможно. Если же он проваливался вниз и повисал, то его наполнение уже становилось невозможным.

Выше был рассмотрен ряд особенностей МКС, выявленных в экспериментальных (трубных) и летных исследованиях, на которые следует обратить внимание и которые следует учитывать при проектировании ВКПС.

2. Проблемные вопросы проектирования

Основными препятствиями к применению ПС на больших высотах и сверхзвуковых скоростях являются температура торможения в полусе купола, достигающая в ткани основы и каркаса 1250°C и более (при торможении бокового и центрального блоков РН), а также большие аэродинамические нагрузки на ПС. Стандартные ПС, как правило, изготавливаются из капроновых тканей и лент с температурным диапазоном применения от минус 60 до плюс 60°C . При изготовлении ПС из термостойких материалов – кремнеземные (кварцевые) ткань и

лента, ее масса увеличится почти в 1,8 раза по сравнению с капроновыми материалами. Однако при кратковременной работе температурный диапазон по температуре набегающего потока в точке торможения расширится до 1800 °С. Углеткань, например, сохраняет свою работоспособность до температуры 2000-2300 °С при условии отсутствия окисления.

Применение для парашютирования РБ воздушно-космической парашютной системы, способной работать как в плотных приземных слоях воздуха, так и в сильно разреженных слоях атмосферы (более схожих с космическим пространством) и при аэродинамическом нагреве – решает задачу исключения районов падения ступеней РН или их частей за счет торможения и спуска на скорости снижения до 12-15 м/с.

Это позволит сохранить корпус РБ или створки головного обтекателя (ГО) как целостный объект, который можно будет эвакуировать с места приземления вертолетом с последующей транспортировкой автомобильным или железнодорожным транспортом.

Многолетняя практика применения ПС площадью до 100 м² из капроновых материалов для стабилизации и торможения отделяемых головных частей (ГЧ) метеоракет до скорости менее 1,5-2 М показала [3], что на отмеченных высотах (60-90 км) скоростного напора достаточно для надежного наполнения купола при движении со скоростью до 2,5 М. По расчетным оценкам параметров нагрева парашютов для этих параметров ввода – температура полюса купола не превышает 100 °С с продолжительностью воздействия – менее одной минуты. В этих условиях работы капроновые материалы ПС метеоракет в большинстве случаев выдерживают однократное применение. Сравнение диапазонов работы существующих ПС для метеоракет, предлагаемых к разработке ВКПС для первых ступеней РН среднего класса и спускаемого аппарата (СА), приведено на рис. 1.

К сожалению, работа по созданию специально-го тормозного парашютного устройства СПТУ для спасения бокового блока РКН «Энергия» не была доведена до готового образца, и по этой причине на рис. 1 не приведена область режимов ее функционирования. Для информации на рис. 1 также приведена равновесная скорость снижения СА с парашютом при удельной нагрузке $p=20 \text{ н/м}^2$. Из рис. 1 видно, что диапазон работы ВКПС, по сравнению с традиционными ПС, существенно шире. При снижении спускаемых грузов в диапазоне высот 40–90 км на скоростях от 5 до 6 М возникает аэродинамический нагрев с пиковым значением до 1200 °С и более при времени воздействия до 2 минут и более [3].

Следовательно, для купола и строп такой ПС применимы только термостойкие кремнеземные (кварцевые) и углеволокнистые текстильные материалы с рабочей температурой от 1200 до 2000 °С.

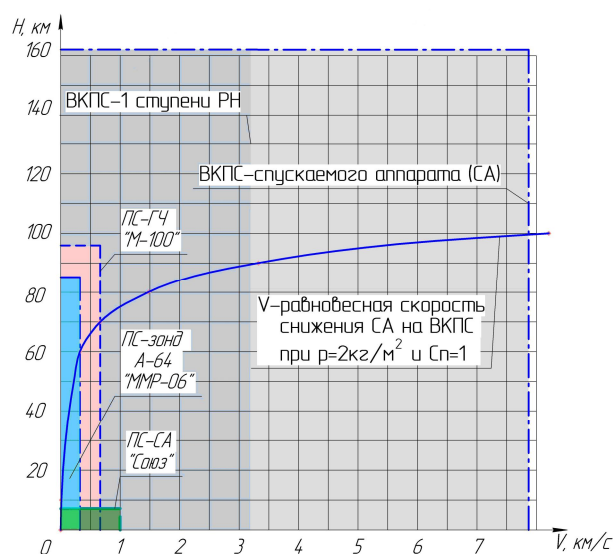


Рис. 1. Сравнение диапазонов работы существующих ПС для метеоракет, ВКПС для первых ступеней РН среднего класса и СА

Из рис. 1 видно, что при введении и поддержании термостойкого купола в раскрытом состоянии на высоте 100 км с удельной нагрузкой 20 н/м² – он способен обеспечить равновесную скорость снижения и приземления при входе КА в атмосферу с первой космической скоростью. Оценочные расчеты величины перегрузки до 15-16 единиц и максимальных температур до 2000 °С при спуске с низкой орбиты на ВКПС с удельной нагрузкой 20 н/м² показывают их кратковременное воздействие в течение ≈ 20 с и принципиально возможную реализацию как для ступеней РН, так и для индивидуальной спасательной ВКПС с ориентировочной площадью купола 100 м² для космонавта. Нужно отметить, что однооболочковая ВКПС с качеством порядка единицы и с площадью купола до 100 м² может уменьшить величину перегрузки до 7-8 единиц, на 30 % максимальную температуру и имеет отработанные аналоги из капроновых тканей.

Общий вид и ориентировочные размеры базового парашюта ВКПС площадью 500 м² приведены в работе [2]. Расчетная температура для ВКПС в точке полного торможения потока при движении РБ на гиперзвуковых скоростях достигает 1200 °С. Это значительно выше рабочей температуры стеклоткани основы купола ПС СА «Венера-7». Для кварцевых и кремнеземных текстильных материалов (тканей, шнуров, лент и нитей) 1200–1700 °С эта величина термостойкости является рабочей – они не те-

ряют своей формы при этой температуре, но данные по высокотемпературной прочности указанных материалов при температуре более 200 °С – отсутствуют [3]. Расчет температуры полюса купола показал и величину в 1300 °С, что незначительно превосходит температуру расплавленного чугуна (который фильтруют через кремнеземные сетки с ячейкой 2×2 мм). Эта возможность применения кремнеземного материала дает уверенность, что в первом приближении, по максимальной температуре применения – материал также соответствует и этой области применения для ВКПС. Необходимо уточнение по прочности при этой температуре, так как одновременно происходит и силовое нагружение. Пик перегрузки опережает пик температуры примерно на 15 секунд – этот фактор тоже облегчает работу элементов ВКПС. По сравнению с работой ВКПС на боковом блоке – максимум эквивалентной скорости также в разы меньше, а значит и уменьшена интенсивность и скорость прогрева полюса. Стропы по температурному режиму менее нагружены, чем у ВКПС ББ, но в 2 раза выше силовая нагрузка. Эту особенность нагружения необходимо учесть при разработке технических требований к конструкции строп и применяемым в них материалам.

3. Опыт парашютостроения по использованию высокотемпературных материалов

Рассмотрим уже имеющийся опыт парашютостроения по стеклотканевым ПС и производство высокотемпературных текстильных материалов [3].

В парашютостроении имеется некоторый опыт проектирования и производства ПС из стеклоткани и стеклолент. В 1970 г. была изготовлена, отработана и успешно применена ПС для КА «Венера-7» из стеклоткани и стеклолент с рабочей температурой до 530 °С. Опыт пошива этой стеклотканевой ПС и стеклотканевых частей посадочно-тормозных ПС самолетов также есть. Этот опыт может быть использован при проектировании и изготовлении воздушно-космической парашютной системы.

Применение одного парашюта или связки для всего диапазона высот и скоростей минимизирует массу ВКПС и существенно повышает ее надежность. Тонкие кремнеземные (кварцевые) ткани толщиной 0,1–0,15 мм при ширине рулона 1–1,2 м, ленты, шнуры и нити освоены в экспериментальном производстве, например, на НПО «Стеклопластик» и его бывшей производственной базе ОАО «Полоцк-стекловолокно» в Российской Федерации. ОАО «Полоцк-стекловолокно» располагает также современным оборудованием для производства тонких кремнеземных тканей шириной до 2 м и нитей для

их пошива. Традиционно они используются для высокотемпературной теплоизоляции и в качестве противопожарных штор и полотнищ (в настоящее время более 90 % заказов на кремнеземные шторы и противопожарные полотнища, высокотемпературную термоизоляцию – приходят из-за рубежа).

В 1992 НПО «Стеклопластик» в своём экспериментальном цехе произвел опытную партию стеклоткани шириной 1,2 м с ячейками 10×10 мм и 20×20 мм из вплетенных угленитей. В парашютостроении они пока еще не применялись [3].

Как особенность прочностных показателей кремнеземных и углемоноволокон, необходимо отметить их малую стойкость к изгибу под большими углами, особенно после воздействия высоких температур.

Такие исследования проводились в институте тепло-массообмена Белорусской АН. Проводились испытания на изгиб образцов после высокотемпературного нагрева, и устанавливалась температура охрупчивания ткани. По температуре цветового пятна и разрушению эта величина составляет ≈600 °С. Правда, условия данных испытаний кремнеземной ткани не вполне соответствуют условиям нагружения ткани купола при натурной работе купола парашюта (там нет изгибных напряжений), но они показывают изменение свойств кремнеземной ткани после предельного нагружения температурой и окислительной средой.

Следовательно, применение ВКПС по назначению может быть только однократным. А эти, весьма термостойкие ткани, но относительно капроновых, хрупкие – требуют особо бережного отношения при пошиве, укладке ВКПС в контейнер и вводе в действие [3].

4. Особенности технологии производства ВКПС из жаропрочных тканей, укладки и монтажа ее на объект

Перейдем теперь к рассмотрению особенностей технологии производства ВКПС из жаропрочных тканей. Желательно применение максимально технологичной конструкции ВКПС с минимальной длиной швов и стыков основы купола. Для изготовления купола необходимо применение рулона кремнеземной ткани максимальной ширины. Чем шире кремнеземное (кварцевое) или комбинированное углекремнеземное полотно, тем меньшее количество раз оно пропускается под швейной машиной и, следовательно, получает меньше микроструктурных повреждений при пошиве.

Учитывая высокую чувствительность высокотемпературных тканей, лент, шнуров и нитей к многократным изгибным напряжениям, при изготовле-

нии ВКПС необходимо полностью пересмотреть традиционную технологию, принятую для пошива парашютов из капроновых текстильных материалов.

По традиционной технологии большое количество материала ПС прострачивается и протягивается участками под стационарными швейными машинами, расположенными в ряд вдоль купола. При таком технологическом процессе пошив ПС неизбежно происходит с многократными изгибами и складываниями основы полотнищ и строп.

При пошиве ВКПС более уместна технология с применением подвижных швейных машин, при которой на пошивочном столе с размерами, превышающими размеры купола, настилаются полотнища-заготовки. Полотнища-заготовки при их пошиве остаются неподвижными, а рабочие-швей перемещаются по полотнищам или по специально настеленным дорожкам, например, из линолеума или другого похожего материала [3].

Для перемещения подвижных швейных машин вдоль кромки соединяемых полотнищ строго по прямой линии – в поверхности пошивочного стола необходимо предусмотреть – направляющие для платформы подвижной швейной машины или опорных колёсиков – катков, расположенных на ее платформе.

Таким образом, способ пошива ВКПС из серийных кремнеземных текстильных материалов не прост и требует предварительных систематических исследований в профилированных НИИ и на кафедрах материаловедения университетов.

Укладка ВКПС в парашютную камеру неизбежно потребует разработки специальных парашютных контейнеров для запрессовки с тем, чтобы значительно уменьшить ее объем и подогнать под соответствующую конфигурацию парашютного контейнера на самом спасаемом объекте.

Запрессовка, в свою очередь, может приводить к необратимым деформациям, механическим повреждениям и ожогам основы, силового каркаса, строп и соединительных звеньев парашюта. А это также уже потребует дополнительных специальных исследований по разработке специфических технологий укладки и монтажа ВКПС, на что также необходимо время.

Что касается применения ВКПС по своему прямому назначению, то необходимо отметить, что применение одиночных и тем более связок парашютов относительно большой площади 500–800 м² на большой высоте и гиперзвуковой скорости практически не исследовано и отсутствуют аналоги такого применения.

Но необходимо также и отметить, что, возможно, нет принципиальной разницы в обтекании пара-

шюта с площадью купола 100 м², при скорости ввода 2 М на высоте 80–90 км или парашюта площадью 500–800 м² при скорости ввода до 6 М на этой же высоте [5], что позволяет надеяться на успешное выполнение ВКПС своих функций.

Выводы

1. Рассмотрена проблема спасения двигательного отсека ракетоносителя с жидкостным реактивным двигателем с помощью парашютной системы.

2. Рассмотрены некоторые особенности функционирования МКС и проблемные вопросы проектирования и создания высотной воздушно-космической парашютной системы.

3. Проанализирован опыт парашютостроения по применению парашютных систем из стеклотканевых и других высокотемпературных текстильных материалов.

4. Предложена и рассмотрена предполагаемая технология производства ВКПС.

Литература

1. *Проблемы создания перспективной авиационно-космической техники [Текст] : сб. науч. тр. / редкол. В. Г. Дмитриев [и др.] ; ФГУП ЦАГИ. – М. : Физматлит, 2005. – 648 с.*
2. *Обоснование необходимости разработки, выбор концепции и проблемные вопросы проектирования воздушно-космической парашютной системы [Текст] / Ю. Г. Мехоношин, В. Н. Чижухин, П. И. Иванов, Р. П. Иванов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 4 (111). – С. 34 – 41.*
3. *Научно-технический отчет с конфигурацией и составом воздушно-космических парашютных систем в виде конструктивно-компоновочных схем основных составных элементов ВКПС [Текст] : отчет о НИР (промежуточн.) : №3-М-2013 НТО / ЗАО НВЦ «Атмосфера» ; рук. Чижухин В. Н. ; исполн. : Мехоношин Ю. Г. [и др.]. – М., 2013. – 108 с.*
4. Wolf, D. *Dynamic Stability of a Nonrigid Parachute and Payload System [Text] / D. Wolf // Journal of Aircraft. – 1971. – Vol. 8, No. 8. – P. 603-609. – DOI: 10.2514/3.59145.*
5. Девиен, М. *Течения и теплообмен разреженных газов [Текст] : пер. с фр. / М. Девиен. – М. : Изд-во иностр. лит., 1962. – 188 с.*

Поступила в редакцию 10.07.2014, рассмотрена на редколлегии 10.09.2014

Рецензент: канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и математического моделирования Г. С. Абрамов, Херсонский национальный технический университет, Херсон.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНОЇ ПАРАШУТНОЇ СИСТЕМИ

Ю. Г. Мехоношін, В. М. Чижухін, П. І. Іванов, Р. П. Іванов

У роботі розглядається й обговорюється проблема порятунку за допомогою парашутної системи рухового відсіку ракетноносія з метою оцінки можливості багаторазового повторного використання його елементів. Виконано постановку задачі по порятунку відокремлюваних блоків при запусках ракетноносіїв. Розглянуто спосіб рішення задачі порятунку ракетного блоку від руйнування при зниженні і його приземлення з заданою швидкістю. Розглянуто особливості багатокупольних парашутних систем, які виявлено в експериментальних (трубних) і літних дослідженнях, на які варто звернути увагу в процесі проектування парашутної системи. Аналізується досвід парашутобудування по застосуванню парашутних систем зі стеклотканевих і інших високотемпературних текстильних матеріалів. Розглянуто особливості технології виробництва висотної повітряно-космічної парашутної системи з жароміцних тканин.

Ключові слова: повітряно-космічна парашутна система, проблемні питання проектування.

PROBLEMATIC ISSUES OF THE DESIGNING OF AEROSPACE PARACHUTE SYSTEM

Y. G. Mekhonochin, V. N. Chizhukhin, P. I. Ivanov, R. P. Ivanov

The problem of rescue with the help of parachute system of engine bay of launch vehicle is being examined and discussed in the work with the aim of possibility its elements repetitive using. The statement of the problem of rescue of detachable units during the launches of the booster rockets was made. The way of solving the task of the salvation the booster block from the destruction during landing with given speed is being examined. Distinctive features of many-vaulted parachute systems that were found during experimental (tubal) and flight researches, and on which the attention must be paid in the process of the designing of parachute system, were examined. The experience of parachute construction using parachute systems consisting of glass-tissue and other high-temperature textile materials is being reviewed. The peculiarities of the production engineering of high-altitude aerospace parachute system consisting of heat-resistant clothes were examined.

Key words: aerospace parachute system, problematic issues of the designing.

Мехоношін Юрій Геннадьевич – ведущий специалист проекта ВКПС (главный конструктор), инженер-конструктор 1 категории, ЗАО «Научно – внедренческий центр «Атмосфера», г. Долгопрудный, Россия.

Чижухин Владимир Николаевич – советник старшего вице-президента ОАО РКК «Энергия», г. Москва, Россия.

Иванов Петр Иванович – д-р техн. наук, проф., ведущий специалист по летным испытаниям парашютных систем, ГП НИИ аэроупругих систем, г. Феодосия, Республика Крым, e-mail: ivanovpetr@rambler.ru.

Иванов Роман Петрович – г. Харьков, Украина.