

УДК 629.782.015 + 629.788

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО СПАСЕНИЯ ЭКИПАЖА КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

С.В. Махнович, Е.А. Визняк

В статье рассматриваются существующие концепции систем аварийного спасения экипажа космического корабля, их состав и алгоритм работы. Проведен сравнительный анализ характеристик этих систем. Приведены рекомендации к их использованию при проектировании космических кораблей.

Ключевые слова: Система аварийного спасения, ракета-носитель, катапультное кресло, космический корабль.

12 апреля 1961 года человечество проложило путь в космическую эру. Еще на этапе подготовки первого полета человека в космос остро встала проблема спасения экипажа в аварийной ситуации. Ракета – агрегат, 90 % массы которого составляет взрывоопасное топливо. В случае нештатной ситуации конструкция угрожает превратиться в огненный шар, став смертельной ловушкой для экипажа.

Для первых пилотируемых полетов космические корабли (КК) («Восток», «Джемини») снабжались автоматическими катапультными устройствами, показанными на (рис. 1) [3].

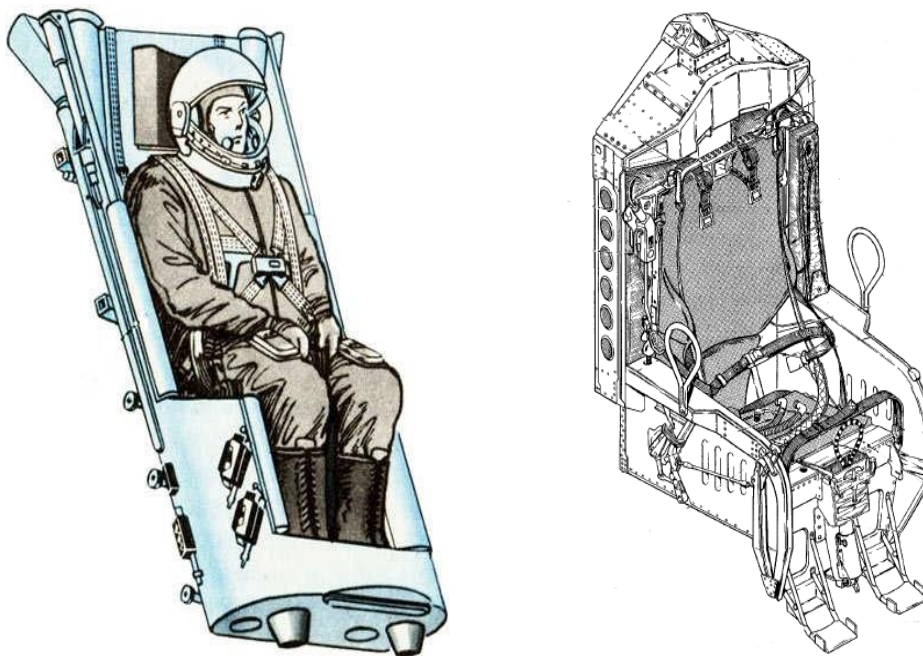


Рис. 1. Катапультные кресла космических кораблей
«Восток» и «Джемини»

В состав катапультного устройства космического корабля «Восток» входят:

- кресло с космонавтом в скафандре, запасом кислорода и продовольствия;
- два ракетных двигателя твердого топлива (РДТТ), вмонтированных в кресло;
- пиротехнические средства отделения крышки аварийного люка;
- система парашютов для стабилизации полета, отделения кресла, мягкой посадки экипажа;
- система аварийного срабатывания;
- направляющие поверхности.

Таблица 1

Технические характеристики катапультного устройства
космического корабля «Джемини»

Масса кресла с космонавтом	150–200 кг
Ракетные двигатели твердого топлива	2x15.5 кН
Создаваемые перегрузки	До 24 g в течение 0.27с
Угол между направлением эвакуации и продольной осью ракеты-носителя	49°
Дальность эвакуации при аварии на старте	300 м
Высота подъема при аварии на старте	150 м

Алгоритм действия катапультирующего устройства следующий [4]:

При аварии выходной люк отделяется пироболтами; включаются РДТТ, вмонтированные в кресло, и выводят кресло с космонавтом из космического корабля. В полете раскрывается стабилизирующий парашют. При удалении на безопасное расстояние раскрывается тормозной парашют, отделяющий экипаж от кресла. На конечном этапе раскрывается основной парашют, обеспечивающий мягкую посадку космонавта.

При создании многоместных космических кораблей было решено в случае чрезвычайной ситуации спасать экипаж вместе с частью космического корабля методом отделения головной части ракеты-носителя, при этом двигательная установка (ДУ) спасательного устройства располагается над головным обтекателем. Этот вид систем аварийного спасения (САС) нашел свое применение в космических кораблях «Союз», «Аполлон», «Меркурий», «Л-3» (рис. 2). Технические характеристики системы аварийного спасения космических кораблей «Союз ТМ» и «Союз ТМА» приведены в табл. 3. Конструктивная схема системы аварийного спасения пилотируемых космических кораблей «Союз ТМ» и «Союз ТМА» приведена на рис. 3.

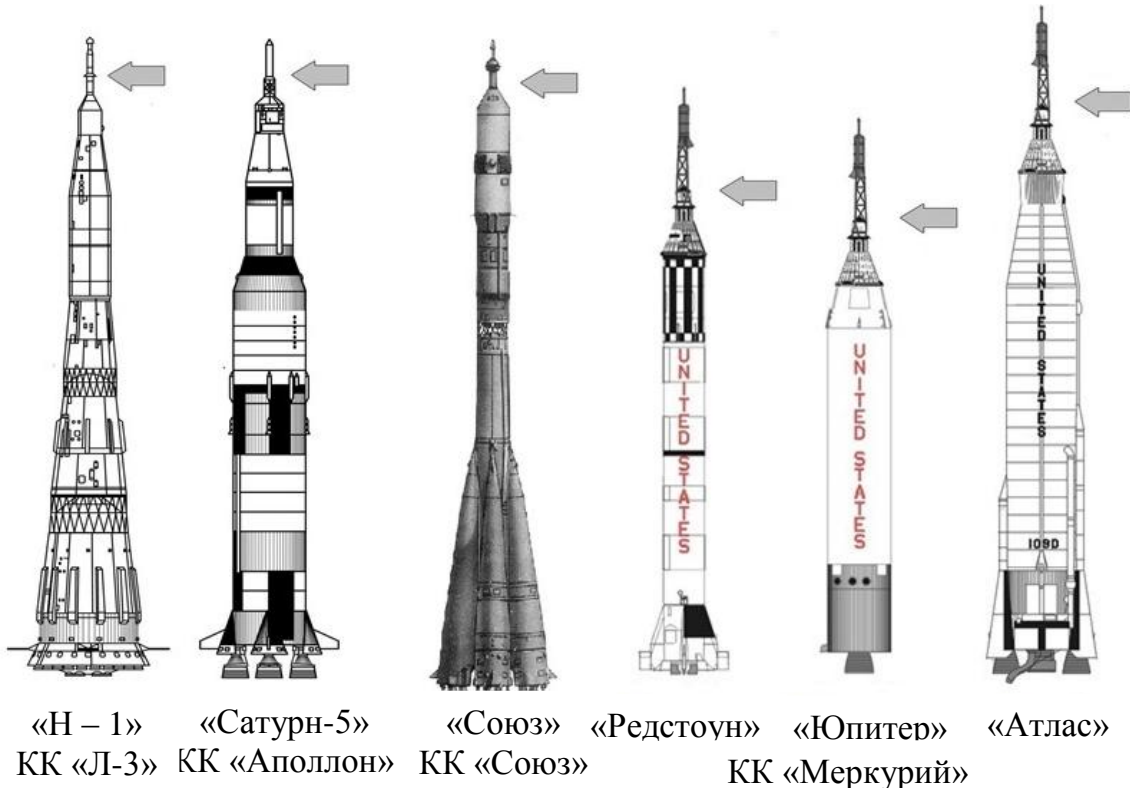


Рис. 2. Схема расположения системы аварийного спасения на различных ракетах-носителях

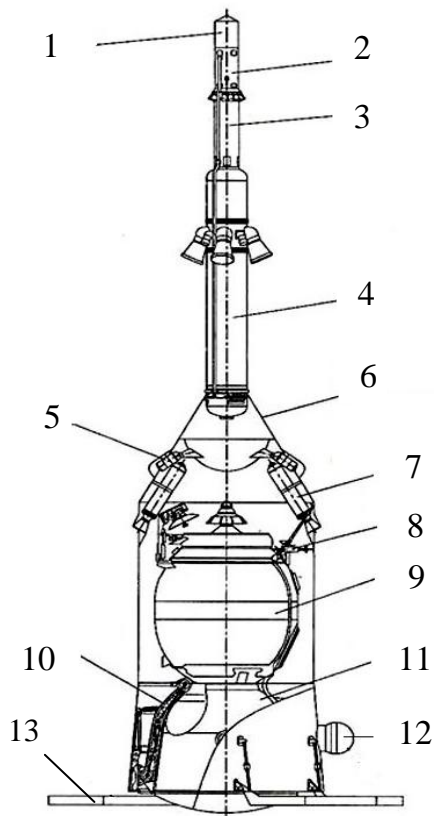


Рис. 3. Состав системы аварийного спасения с отделяемой головной частью КК «Союз ТМ» и «СОЮЗ ТМА»:

- 1 – балансировочный груз;
- 2 – управляющие двигатели;
- 3 – двигатели разделения;
- 4 – центральный двигатель;
- 5 – двигатели отделения створок;
- 6 – головной обтекатель;
- 7 – двигатели головного обтекателя;
- 8 – верхние опоры КК;
- 9 – бытовой отсек;
- 10 – нижние опоры КК;
- 11 – спускаемый аппарат;
- 12 – блистер оптического визира;
- 13 – решетчатые стабилизаторы.

Состав САС с отделяемой головной частью [2]:

- уводимая часть: бытовой отсек (БО) и спускаемый аппарат (СА);
- система автоматического срабатывания системы аварийного спасения (блоки автоматики, программно-временное устройство, блоки питания, гироскопы, бортовая кабельная сеть);
- пироболты для отделения головной части от ракеты-носителя;
- механизмы и агрегаты САС, размещенные на головном обтекателе (решетчатые стабилизаторы, нижние и верхние опоры космического корабля, механизмы аварийного стыка, блистер оптического визира);
- балансировочный груз;
- двигательная установка САС.

Двигательная установка системы аварийного спасения представляет собой систему из трех типов РДТТ: разделяющие – для отделения и отведения уводимой части от ракеты-носителя, управляющие двигатели для формирования и стабилизации траектории полета и двигатели сброса створок для отделения и отвода ДУ САС и БО от места посадки СА [4].

Таблица 2

Технические характеристики системы аварийного спасения с отделяемой головной частью КК «Союз ТМ» и «Союз ТМА» [5]

Масса двигательной установки САС	2800 кг
Длина САС (с уводимой частью)	9.98 м
Диаметр головного обтекателя	3 м
Тяга основного двигателя	750 кН
Тяга управляющего двигателя	10 кН
Тяга разделяющего двигателя	90 кН
Максимальные перегрузки	До 15 g в течение 2 с
Дальность отведения спускаемого аппарата при аварии на старте	До 3000 м
Высота подъема уводимой части при аварии на старте	До 1200 м

Срабатывание САС осуществляется в следующем порядке [1]:

В момент возникновения аварии включается сигнализация на пульте космонавтов. Аварийно отключаются двигатели ракеты-носителя (не раньше 20 секунд после старта), при помощи пироболтов космический корабль разделяется по стыку между спускаемым аппаратом и приборным отсеком, фиксируются силовые связи, удерживающие СА и БО внутри головного обтекателя; раскрываются решетчатые стабилизаторы, одновременно запускается основной РДТТ; в процессе работы основного двигателя включаются управ-

ляющие двигатели, формирующие траекторию увода отделившейся головной части; на пике траектории увода происходит отделение СА от БО, включается двигатель разделения, обеспечивающий увод ДУ вместе с бытовым отсеком на безопасное расстояние от места посадки экипажа; после отделения СА включается система управления спуском, которая компенсирует угловые возмущения, полученные при разделении; затем начинается ввод парашютной системы; в 4 метрах от поверхности земли срабатывают РДТТ мягкой посадки, снижающие скорость падения до нуля.

Перед отделением первой ступени ракеты-носителя двигательная установка САС сбрасывается за ненадобностью. После этого спасение экипажа может быть проведено за счет штатных систем: отделения головной части и посадки.

Проведем сравнение характеристик представленных систем аварийного спасения. Рассмотрение представлено в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение характеристик системы аварийного спасения
с отделяемой головной частью и катапультирующего устройства

Катапультирующее устройство	САС с ОГЧ
В случае отказа одного из устройств, не умаляет шансов на выживание остальных членов экипажа.	В случае отказа системы – неминуемая гибель для всего экипажа КК.
Может использоваться как при взлете, так и при посадке аппарата (при отказе штатных парашютных систем КК).	Обеспечивает спасение только на начальном участке полета (с момента старта, до отделения ДУ САС).
Не предоставляет защиты от механических, термических, акустических нагрузок при эвакуации, а так же от набегающего потока при больших скоростях РН.	Обеспечивает надежную защиту от всех поражающих факторов, возникающих при аварии РН.
Примерное время выведения экипажа из опасной зоны ~ 1с.	Примерное время выведения экипажа из опасной зоны ~ 2с.
Перегрузки до 24g в течение 0.27с.	Перегрузки до 15g в течение 2с.
Располагается внутри спускаемого аппарата, уменьшая полезный объем КК.	Располагается над КК, увеличивая нагрузку на головной обтекатель.
Масса кресла с космонавтом 150–200 кг.	Масса двигательной установки 2–2,5 т.
Спасает только экипаж.	Спасает экипаж и часть дорогостоящего оборудования.
Относительная дешевизна и простота установки.	Дорогостоящее оборудование. Установка осложняется взрывоопасной твердотопливной начинкой ДУ САС.
Может использоваться повторно.	После сбрасывания на первом этапе полета приходит в негодность.

Как видно, катапультирующее устройство выигрывает в скорости эвакуации, но проигрывает в дальности отвода экипажа в случае аварии на старте. При этом дает шанс на спасение отдельных членов в случае отказа одного из устройств. Катапультирующее устройство позволяет спасти экипаж в случае отказа парашютов космического корабля на стадии посадки. При этом катапультирующее устройство проигрывает в защищенности САС с отделяемой головной частью: аварии на ракете-носителе сопровождаются большим количеством осколков, высокими температурами и акустическими нагрузками, защиту от которых катапультное кресло предоставить не может.

Катапультирующее устройство более выгодно с экономической точки зрения, так как нет необходимости создавать новую систему для каждого нового запуска. Система может использоваться повторно, тогда как сброшенная в процессе полета двигательная установка системы аварийного спасения с отделяемой головной частью приходит в негодность после сброса.

Массово-габаритные характеристики позволяют использовать катапультное устройство только при орбитальных полетах маломестных (1–2 члена экипажа) космических кораблей.

Из-за простоты использования катапультирующие устройства являются хорошим вариантом для орбитальных кораблей многократного использования, таких как «Буран» и «Space Shuttle».

В многоместных космических кораблях, а так же в дальних экспедициях целесообразно использовать систему аварийного спасения с отделяемой головной частью. Применение этой системы в кораблях многократного использования не выгодно из-за сложности конструкции.

В настоящее время катапультирующие устройства не используются в космонавтике. Системы аварийного спасения с отделяемой головной частью используются на российских космических кораблях «Союз», а так же проектируются для американского космического корабля «Орион».

Библиографический список

1. Средства аварийного спасения КК «Союз» [Электронный ресурс] // Космические аппараты. – URL: <http://kmapp.narod.ru/st066.htm>.
2. Установка 11Д855М [Электронный ресурс] // ОАО «Корпорация тактическое военное вооружение» [Официальный сайт]. – URL: <http://www.ktrv.ru/production/69/174/766/>.
3. РДТТ систем аварийного спасения американских космических кораблей [Электронный ресурс] // Colonization. – URL: <http://colonization.com.ua/practica/rocket/TTD/avariaam.html>.
4. РДТТ систем аварийного спасения и мягкой посадки советских космических кораблей [Электронный ресурс] // Colonization. – URL: <http://colonization.com.ua/practica/rocket/TTD/avariasov.html>.

Наука ЮУрГУ: материалы 66-й научной конференции
Секции технических наук

5. Спасение экипажа при авариях в плотных слоях атмосферы [Электронный ресурс] // Космические аппараты. – URL: <http://kmapp.narod.ru/st064.htm>.

[К содержанию](#)