

# Анализ двигательной системы

## Содержание

ТРЕБОВАНИЯ К ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ .....	1
ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ДС .....	2
СХЕМА БЛОКА ДС .....	3
ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ДС .....	4
Экран.....	4
Ускоритель мишеней.....	4
Камера сгорания.....	5
Система фокусировки (лазерная).....	5
Конденсаторы ДС.....	5
Радиатор .....	5
Система отбора несгоревших мишеней.....	5
Система слежения за мишенями .....	6
Система отбора электроэнергии .....	6
Лазерный блок .....	6
Мишень.....	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	7
Литература .....	7

## Требования к двигательной системе

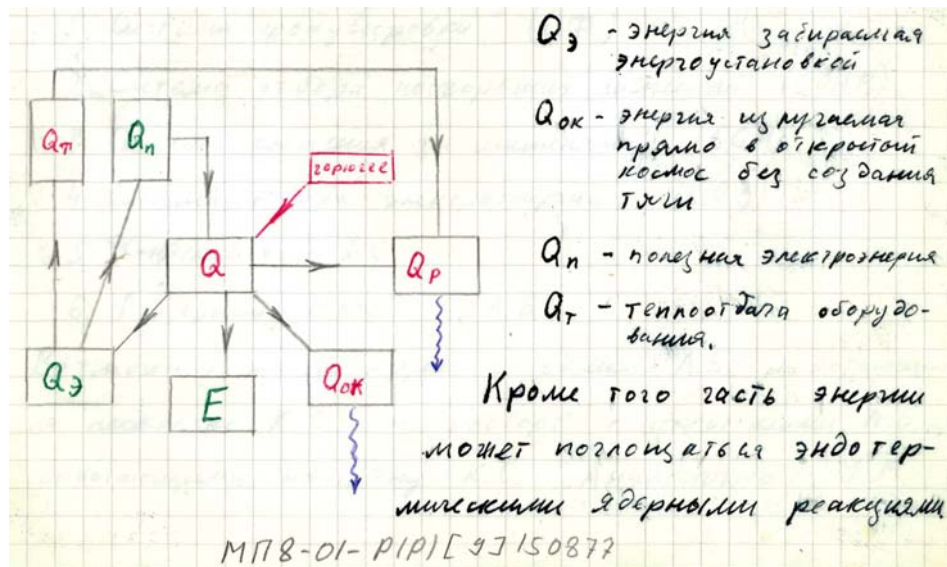
Двигательная система<sup>1</sup> (ДС) должна обеспечить тягу  $10^8$  Н ( $F$ ) при секундном расходе массы 10 кг ( $m$ ), что соответствует приведенной скорости истечения  $10^7$  м/с. Общая масса ДС не должна превышать 150 тыс. тонн. Ресурс ДС (учитывая ремонт и профилактику) должен быть не менее 18, 5 года.

### Интегральные характеристики ДС

1. Полная энергия реактивной струи  $E = F^2/2m$  (Вт).
2. Полная энергия, выделяющаяся в результате реакции  $Q$  (Вт).
3. Удельная энергия ДС  $E_{уд} = E/M_{ДС}$ , где  $M_{ДС}$  - масса ДС.
4. Общая мощность радиаторов  $Q_p$  (Вт).
5. Потребляемая электроэнергия  $E_э$  (Вт).
6. Радиоактивность в блоке СЖО от ДС.

<sup>1</sup> Корректное название - двигательная установка (ДУ).

## Тепловой баланс ДС



$Q_з$  - энергия, забираемая энергоустановкой.

$Q_{ок}$  - энергия, излучаемая прямо в открытый космос без создания тяги.

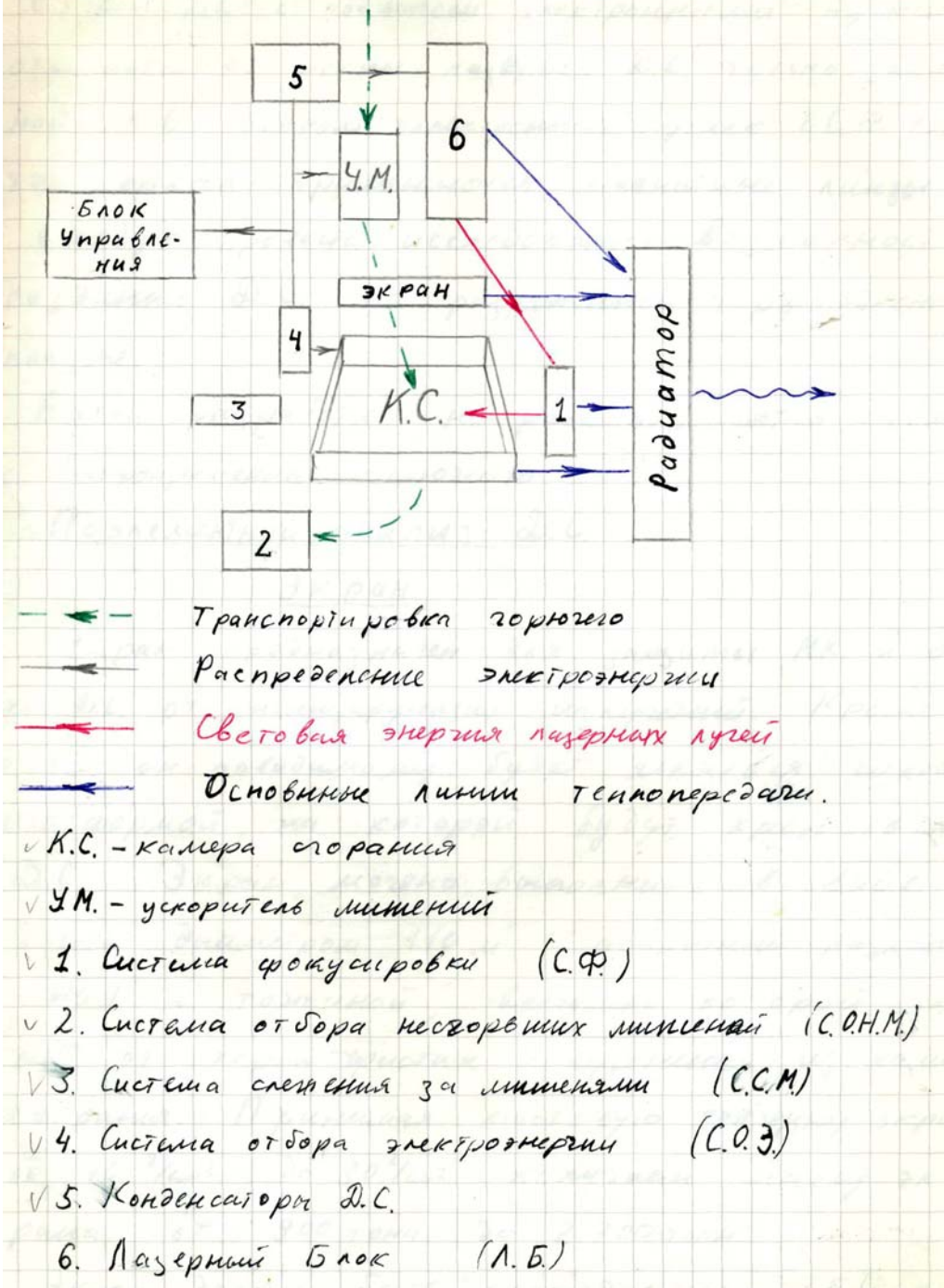
$Q_{эл}$  - полезная электроэнергия.

$Q_т$  - теплоотдача оборудования.

Кроме того, часть энергии может поглощаться эндотермическими ядерными реакциями.

## Схема блока ДС

Схема одного блока ДС. лазерным поджигом.



- ← — - транспортировка горючего
- ← — - распределение электроэнергии
- ← — - световая энергия лазерных лучей
- ← — - основные линии теплопередачи

КС - камера сгорания

УМ – ускоритель мишеней

1. Система фокусировки (СФ).
2. Система отбора несгоревших мишеней (СОНМ).
3. Система слежения за мишенями (ССМ).
4. Система отбора электроэнергии (СОЭ).
5. Конденсаторы ДС.
6. Лазерный блок (ЛБ).

Возможны коррекции с одним ЛБ работающим на несколько КС и наоборот - с несколькими ЛБ работающими на одну КС. Аналогично - УМ.

### Другие схемы блока ДС

Схема ДС с поджигом электронными пучками отличается от схемы лазерной ДС только заменой ЛБ блоком электронных пушек. В СФ вместо зеркал применяются магнитные линзы.

Следует провести исследования возможности создания ДС на разряженной термоядерной плазме<sup>1</sup>.

В этой разработке не рассматриваются схемы с воспроизводством горючего (Т)<sup>2</sup>.

## Поэлементный анализ ДС

### Экран

Экран предназначен для защиты МК и блоков ДС от ионизирующих излучений. Кроме того, он, по-видимому, будет являться силовой платформой, на которой будет крепиться ДС. Экран можно выполнить в виде диска диаметром 110 м (габаритный размер СЖО) и толщиной, величина которой зависит от характеристик излучения из КС. Принимая массовую толщину экрана от 10 г/см<sup>3</sup> до 30 г/см<sup>3</sup> получаем массу экрана от 900 до 2700 тонн.

Экран должен быть охлаждаемым. Было бы полезным создать высокий градиент температуры по толщине экрана, для того, чтобы от излучал большую часть энергии в сторону КС.

### Ускоритель мишеней

Ускоритель мишеней (УМ) должен обеспечить подачу мишеней в КС с большой скоростью и точностью. Скорость подачи определяется выражением  $v = H \cdot \nu_b$ , где  $H$  - расстояние до точки взрыва, а  $\nu_b$  - частота взрывов. При  $\nu_b = 300$  Гц,  $H = 5$  м  $v = 1,5$  м/с.

Пока нам известны три варианта УМ.

1 - вариант - механический УМ.

2 - вариант - электростатический УМ.

3 - вариант - вариант 3004 с электростатическим ускорением пары "мишень-заряженная сфера".

<sup>1</sup> Схемы с магнитным удержанием.

<sup>2</sup> Имелись в виду реакции с участием Li.

Считаю единственным приемлемым вариантом - вариант 1, который следует детально разработать.<sup>1</sup>

Массу системы УМ я оцениваю в 2000 - 5000 т.

### **Камера сгорания**

Рассчитать камеру сгорания (КС) можно после того, как будут ясны характеристики продуктов реакции. КС предназначена для защиты частей конструкции от заряженных частиц и увеличения приведенной скорости истечения. Соленоиды КС должны быть сверхпроводящими. Важная проблема - охлаждение КС и ее защита от излучений. Массу КС я оцениваю в 10000 - 20000 т.

### **Система фокусировки (лазерная)**

Считаем, что в ДС входит 100 КС (10x10). На одну КС - 8 зеркал. Мощность на поджиг одной мишени 10 МДж. Максимальная отражательная способность - 20 Дж/см<sup>2</sup>.

Тогда площадь одного зеркала = 6,25 м<sup>2</sup>, а масса при толщине 1 см ≈ 0,5 т. Утраиваем эту массу с учетом системы охлаждения и управления - 1,5 т.

Общая масса  $1,5 \cdot 8 \cdot 100 = 1200$  т.

Считаю, что масса СФ от 2000 до 5000 т.

Необходимо детально рассмотреть:

1. Систему охлаждения зеркал.
2. Систему управления зеркалами.
3. Требования к точности их изготовления.
4. Коррозию (износ) зеркал.
5. Систему закрепления зеркал.

### **Конденсаторы ДС**

Смотри разработку «ВП001».

Я оцениваю массу КДС в 200 - 600 т.

### **Радиатор**

По-видимому, самая массивная часть ДС. Необходимы дальнейшие исследования проблемы терморегулирования ДС. Здесь возможны большие трудности. Я оцениваю массу радиаторов и основных узлов системы терморегулирования в 50000 - 60000 т. (См.РЛ 5,6 - «ДИ».)

### **Система отбора несгоревших мишеней**

При работе ДС вероятно будет определенный процент мишеней, не попавших в фокус системы поджига или невзорвавшихся по какой-либо другой причине. Потеря этих мишеней весьма плохо скажется на характеристиках ДС.

Система отбора несгоревших мишеней (СОНМ) представляется мне следующим образом: за КС выдвигаются заряженные охлаждаемые сетчатые поверхности со сборниками вещества. В случае лазерного поджига мишени заряжаются положительно и в случае отказа притягиваются отрицательно заряженными сетками. В случае электронного поджига, по видимому сетки должны быть заряжены положительно. Во время остановки ДС для ремонта или профилактики горючее вынимается из сборников.

---

<sup>1</sup> Сейчас я так не считаю. Рельсовый электромагнитный ускоритель представляется более подходящим.

Разумеется, в случае надежной работы системы поджига необходимость в СОНМ отпадает.

Массу СОНМ я произвольно оцениваю в 100-200 т.

Необходима более детальная разработка и оценка влияния эл.статического поля сетки на плазму выхлопа.

### **Система слежения за мишенями**

Система слежения за мишенями (ССМ) должна определить направление и величину скорости мишени после ее выхода из УМ и дать сигнал на систему фокусировки. Конструирование такой системы весьма трудная задача. Я представляю себе два варианта ССМ.

1-й - лазерная локация мишеней (ЛЛМ).

2-й - электромагнитная локация мишеней (ЭЛМ).

При втором варианте мишень (предварительно заряженная) должна проходить через ряд соленоидов, возбуждая в них электроток, по величине которого можно судить о скорости мишени.

Массу ССМ считаю меньшей 100 т.

### **Система отбора электроэнергии**

Оценим потребление электроэнергии в ДС считая по-прежнему мощность на поджиг одной мишени 10 МДж,  $\eta_L = 10\%$  ( $\eta_L$  - электрический КПД лазера), частота вспышек 300 Гц, количество КС - 100. Тогда  $E_3 \approx 3 \cdot 10^{12}$  Вт.

Остальные потребители, по-видимому, малы.

Система отбора электроэнергии (СЭО) возможна в трех вариантах.

1. Отбирающая электромагнитная катушка.

2. МГД-генератор.

3. Питание от общей энергостанции.

Необходимо провести сравнительный анализ вариантов. В 3-м варианте масса СЭО в массу ДС не входит. В остальных случаях оцениваю массу СЭО в 200-300 т.

### **Лазерный блок**

Назначение лазерного блока (ЛБ) обеспечить поджиг мишеней.

Характеризуется коэффициентом преобразования электроэнергии в энергию луча  $\eta_L$  и энергией вспышки  $E_L$  (основные характеристики). Импульс лазера должен быть соответствующим образом профилирован. Активная среда ЛБ должна быть газовой. По-видимому - самая сложная часть ДС. ЛБ необходимой мощности еще не созданы, но они быстро развиваются и принципиальных ограничений на пути создания ЛБ сколь угодно большой мощности нет. Необходимо спроектировать ЛБ хотя бы на основе современных достижений. Необходимо рассмотреть возможные схемы накачки. Общую массу ЛБ я оцениваю в 20000 - 30000 т.

### **Мишень**

Основные требования - максимальная масса и максимальная доля прореагирующего горючего. Необходима также простота изготовления. Геометрически возможны, по-видимому, только "сфера" и "шарик". По всей видимости мишени будут неоднородны. По-видимому даст эффект применение в мишенях урана и трансурановых элементов.

## Заклучение

Сводка оценок массы, сделанных в разработке

Система	min (т)	max (т)
Экран	900	2700
УМ	2000	5000
КС	10000	20000
СФ	2000	5000
КДС	200	600
Радиатор	50000	60000
СОНМ	100	200
ССМ	100	100
СОЭ	200	300
ЛБ	20000	50000
Всего	85500	143900

Остальные элементы  $\approx 6000$  т.

Необходимо сделать разработки всех узлов ДС.

Все цифровые оценки сделаны для проекта "Десант-1".

### Литература

1. Проблемы ЛТС.
2. α001.
3. αВП001.
4. Z007.

(αВ-002. МП8-01-Р(Р)[9]150877)

*И.Мусеев, 15.08.77*