



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Тема выпускной квалификационной работы: «Ракета – носитель сверхтяжелого класса»

Выполнила:

Студентка группы СМ1 – 81Б
Еналиева Юлия Ринатовна

Научный руководитель ВКР:

К.т.н., доцент кафедры СМ1
Соболев Иван Анатольевич

Москва, 2022 г.



Цель и задачи дипломного проекта

Цель работы:

Спроектировать ракету-носитель сверхтяжелого класса, которая будет выводить на низкую опорную орбиту высотой 200 км с наклоном $51,8^\circ$ полезную нагрузку массой не менее 100 т.

Задачи работы:

- Провести баллистический, массовый и объемно-габаритный расчеты для РН СТК
- Разработать компоновочную схему РН СТК
- Провести расчет на устойчивость хвостового отсека РН СТК



Актуальность

Создание сверхтяжелой ракеты необходимо для того чтобы обеспечить проведение научных исследований, освоение космического пространства за пределами тех орбит, которые мы сегодня достигаем.

Дополнительной задачей для сверхтяжелой ракеты будет являться очистка околоземной орбиты от космического мусора. Отработавшие космические аппараты засоряют орбиты и мешают нормальной работе будущих космических проектов.



РН СТК «Falcon Heavy»



РН СТК «Falcon Heavy»

Основные характеристики	
Стартовая масса, т	1 420,788
Полезная нагрузка, т	63,8
Длина, м	70
Диаметр, м	12,2



РН «Энергия»



Ракета-носитель «Энергия»

Основные характеристики	
Стартовая масса, т	2400
Полезная нагрузка, т	100
Длина, м	59
Диаметр, м	16
Количество ступеней	2
Топливо: 1 ступень 2 ступень	кислород + керосин кислород + водород
Удельный импульс, м/с: 1 ступень (РД-170) 2 ступень (РД-0120)	3310 4462



Основные требования к проектированию РН СТК

Целевое использование:

- возможность осуществления запусков всей номенклатуры перспективных полезных нагрузок во всем диапазоне высот и наклонений целевых орбит;
- адаптивность к возможным изменениям целевых задач по запускам КА за счет быстрого создания и ввода в требуемые сроки оптимальных по комплектации и характеристикам ракет-носителей (РН).



Основные требования к проектированию РН СТК

Повышение экономической эффективности разработки, изготовления и целевого использования:

- максимальное использование научно-технического, проектно-конструкторского и производственного потенциалов отрасли;
- оптимизация производственно-экспериментальной базы отрасли для создания и серийного производства РН;
- внедрение новых технологий и материалов;
- снижение себестоимости серийного изготовления РН;
- внедрение многоразовых составных частей РН.



Перспективы создания средств выведения сверхтяжелого класса

Повышение надежности и безопасности эксплуатации:

- минимизация числа ступеней РН
- запуск всех маршевых двигателей на старте;
- оснащение РН системами безопасности носителя, реализующими аварийные циклограммы работы РН при отказе одного двигателя (в целях спасения космонавтов и обеспечения сохранности стартового комплекса).



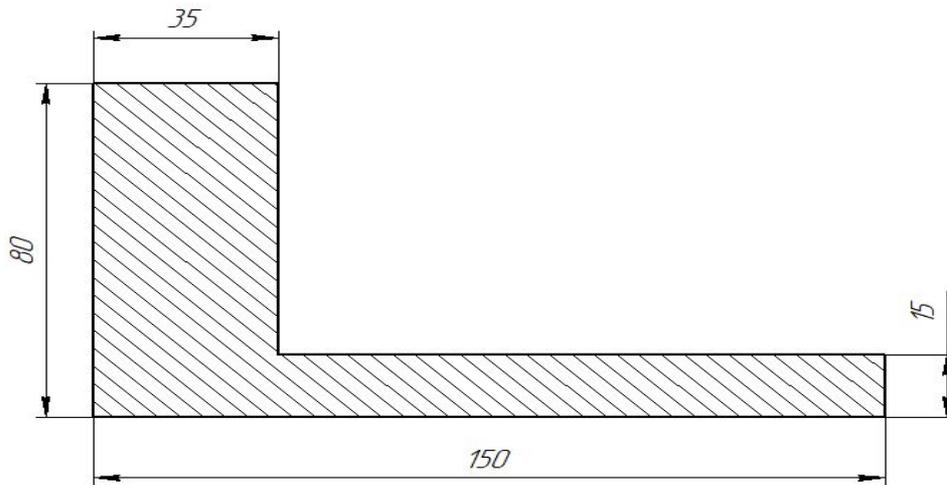
Характеристики РН СТК

Основные характеристики	
Стартовая масса РН, т	2300
Длина блока первой ступени РН, м	41,5
Длина блока второй ступени РН, м	72,6
Диаметр блока первой ступени РН, м	3,86
Диаметр блока второй ступени РН, м	6,8
Высота круговой орбиты, км	200
Наклонение орбиты, град	51,8
Масса полезной нагрузки, т	100
Компоненты топлива: 1 ступень 2 ступень	кислород + керосин кислород + водород
Масса топлива, т: 1 ступень 2 ступень	1478 512,384

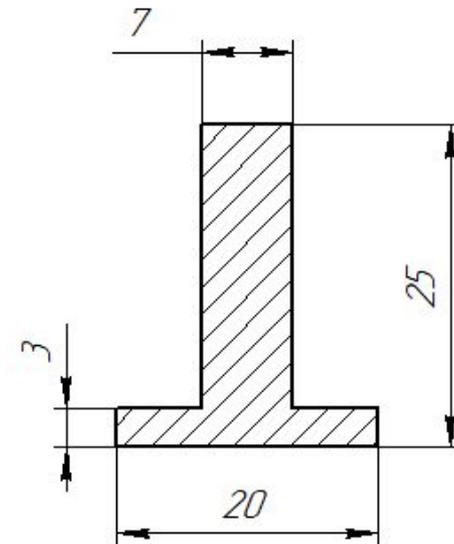


Научно-исследовательская часть

Конструкция отсека представляет собой оболочку постоянной толщины, подкреплённую по торцам стыковочными шпангоутами, а также подкреплённую вдоль оси набором стрингеров.



Сечение шпангоута



Сечение стрингера



Научно-исследовательская часть

- В данной работе расчётной нагрузкой является заправленная ракета, стоящая на старте, ибо в этом случае вся нагрузка от вышестоящей массы приходится на хвостовой отсек.

Эквивалентную нагрузку:

$$F = m_0 * g = 1210000 \text{ [Н]}$$



Научно-исследовательская часть

Результаты расчета:

Толщина оболочки, мм	Количество стрингеров	Коэффициент критической нагрузки	Масса отсека, кг
7	30	1,2568	1889
7	20	1,2648	1864
7,5	0	1,3308	1944



Итоги работы

- Был проведён баллистический, массовый и объемно-габаритный расчеты для сверхтяжелой ракеты, выводящей на низкую опорную орбиту
- В конструкторской части данного дипломного проекта разработаны чертежи общего вида, центрального и боковых отсеков, а также показана схема крепления боковых блоков к центральному
- В исследовательской части данного дипломного проекта был проведен выбор оптимального количества стрингеров хвостового отсека и толщины обшивки, исходя из удовлетворения условию минимальной массы в программном комплексе MSC Patran-Nastran



Спасибо за внимание!