

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ГОЛОВНЫХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ

Химич А.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из самых важных элементов летального аппарата (ЛА), является его передняя часть – головной обтекатель (ГО). Обтекатели должны соответствовать требованиям, которые, в конечном счете, станут определяющими в достижении необходимых аэродинамических характеристик и точности наведения на цель.

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании ГО, является выбор материалов. Связано это с рядом предъявляемых противоречивых требований к конструкционным материалам, таких как: минимальная масса, которая так же должна обеспечивать достаточную надежность и прочность при действии тепловых и аэродинамических нагрузок; радиопрозрачность, определяемая допустимой величиной ослабления мощности электромагнитного потока и искажения радиоволн заданного спектра частот.

Материалов, удовлетворяющих вышеизложенным требованиям, существует множество, но наиболее перспективными на сегодняшний день являются керамические материалы, стеклопластики, органопластики и пластмассы.

Постоянный рост скоростей и маневренности ЛА является тенденцией в ракетной и авиационной технике, что в свою очередь приводит к повышению температуры поверхности агрегатов летательных аппаратов и увеличению аэродинамических нагрузок – внешнего давления, обусловленного скоростным напором. Именно обтекатели подвергаются наиболее интенсивным нагрузкам, действующим на аппарат. Скорости ЛА с середины XX века по сегодняшний день заметно возросли, и увеличились от значения $2M$ (где M – число Маха) до скоростей, превышающих $10M$.

При проектировании ЛА очень важно учесть влияние ГО на пеленгующую моноимпульсную антенну. Система «обтекатель – антенна» должна стабильно работать в широком интервале высот и скоростей полета. В таблице 1 приведены воздействующие факторы и требования к обтекателям летательным аппаратам различных классов. Анализируя данную таблицу можно сделать вывод, что ГО подвергаются интенсивному силовому и тепловому воздействию от высокоскоростного потока воздуха и от электромагнитного излучения радиолокатора.

Материалы ГО должны обладать высокими прочностными и термическими характеристиками, они должны иметь хорошие теплоизолирующие свойства для обеспечения рабочей температуры среды в носовом отсеке аппарата. Зависимость температуры на поверхности головного обтекателя от скорости полета и высоты приведена на рисунке 1.

Транспортировка ракет таких классов как «воздух-воздух» и «воздух-поверхность» на подвесках самолетов зачастую приводит к дождевой и

пылевой эрозии, что в свою очередь существенно ухудшает качества ГО. Происходит это из-за изменения толщины стенки и накопления влаги в порах, что напрямую сказывается на радиотехнических характеристиках обтекателя, а так же может привести к его разрушению при резком охлаждении. Так же надежность агрегата снижают термоциклические нагрузки, имеющие место при сверхзвуковых скоростях. Эти нагрузки, совместно с ранее перечисленными явлениями, стали причинами актуализации антиэрозионных и влагозащитных покрытий.

Таблица 1 - Эксплуатационные воздействия и радиотехнические требования к антенным обтекателям ЛА

Класс ЛА	Тепловой поток МВт/м ²	Аэродинамический напор, Мпа	Скорость нагрева, К/с	Максимальная температура поверхности, К	Время автономного полета, с	Радиопрозрачность, %
Воздух-воздух	0,21-0,4	0,5	100	1300	40-600	85
Зенитная управляемая ракета	2,1-5,0	2,5	200	1600	50-200	80
Поверхность-воздух	4,2-16,0	5,0	400	Более 3300	40-60	85
Воздух поверхность	1,3-10,0	1,5	100	1300-1800	300-400	80
Баллистическая ракета средней дальности	21-42	5,0	500	Более 3300	10-20	70
Межконтинентальная баллистическая ракета	210	>15,0	700	Более 3300	10-30	70

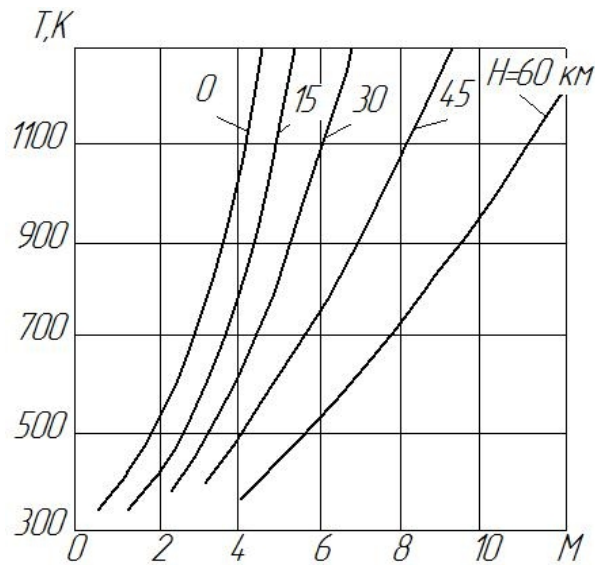


Рисунок 1. Зависимость температуры на стенке головной части ракеты от высоты H и скорости полета

Учитывая требования, которые предъявляют к головным обтекателям ракет, можно установить иерархичность потребительских свойств, базирующихся на технологии изготовления и выборе конструкционного материала агрегата (рисунок 2).

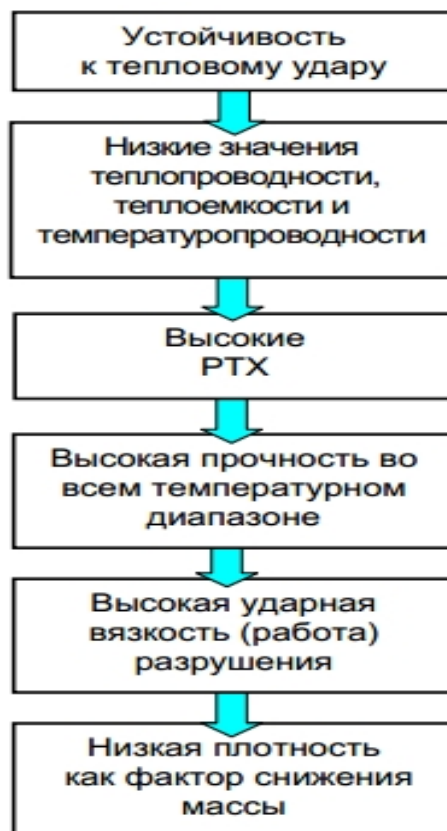


Рисунок 2 - Иерархическая схема требований к потребительским свойствам (характеристикам) антенных обтекателей

Изначально, исходя из эксплуатационных характеристик и требований, обтекатели производились из неметаллов. В 50-е годы XX столетия ГО изготавливались из стеклопластиков. Однако спустя 20 лет данный материал уступил свое лидирующее место керамическим материалам (рисунок 3). Наряду с металлами, в отечественном авиа- и ракетостроении применяются все виды композиционных материалов (рисунок 4).

При проектировании конструкции ГО большое значение так же имеет его внешняя форма, которая определяется общей аэродинамикой аппарата.

Так, например, полусфера является оптимальной формой для функционирования радиолокационной антенны, т.к. не вносит изменений в электромагнитное поле, при соответствующем подборе материала и толщины. Существует и «обратная сторона медали», заключающаяся в ухудшении аэродинамических свойств, а так же диэлектрических свойств, причиной которых является большие тепловые нагрузки, действующие на головной обтекатель. В отличие от конического, полусферический обтекатель намного сложнее изготовить намоткой стеклотканью, что является еще одним недостатком.

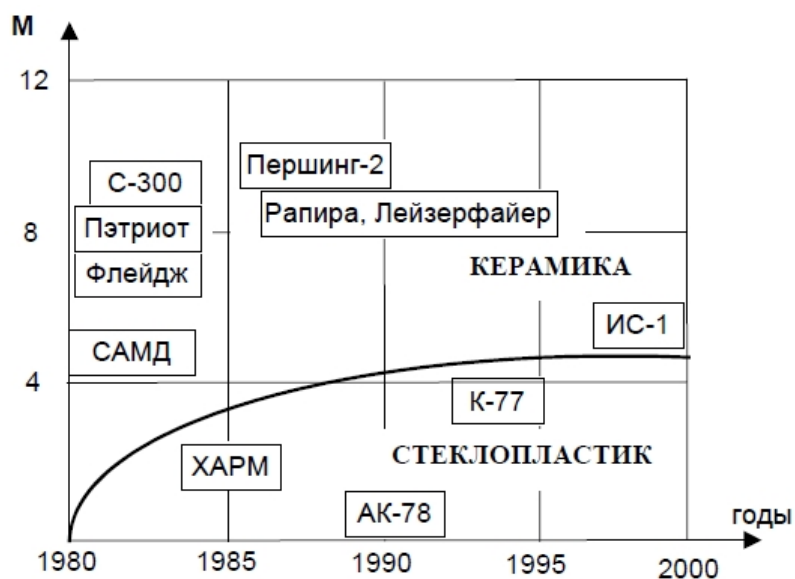


Рисунок 3 - Области применения керамических и стеклопластиковых материалов в обтекателях ракет

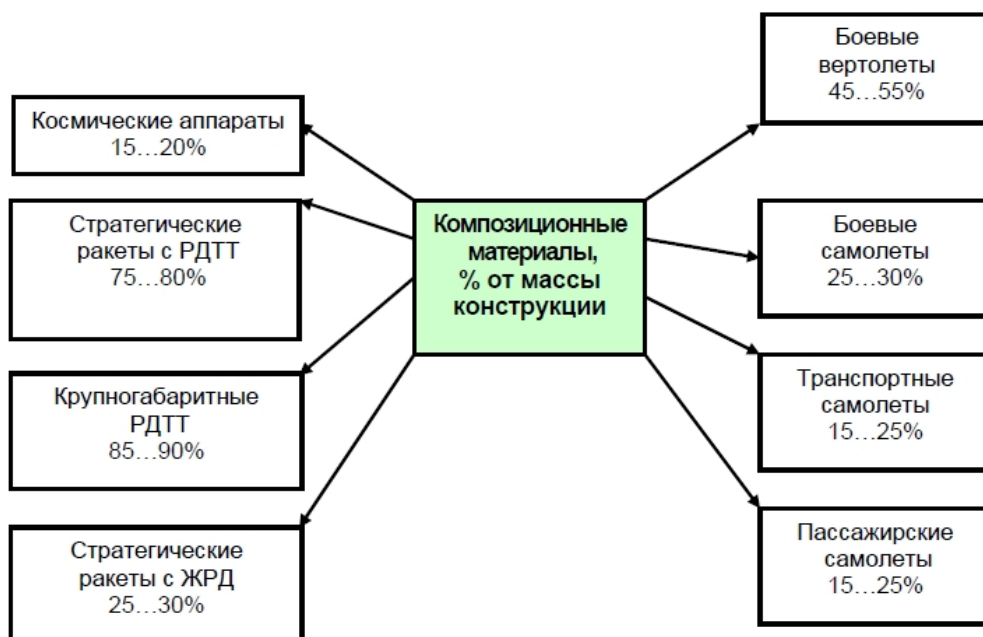


Рисунок 4 - Композиты в ракетной и аэрокосмической технике

Стремительное увеличение скоростей полета летательных аппаратов является причиной постоянного удлинения обтекателя и уменьшения площади сопротивления (рисунок 5).

Таким образом, важнейшими задачами, решаемых при проектировании головных обтекателей, являются выбор конструкционного материала и конструктивной схемы, обеспечивающих полноценное функционирование системы наведения для выполнения основополагающих задач летательного аппарата.

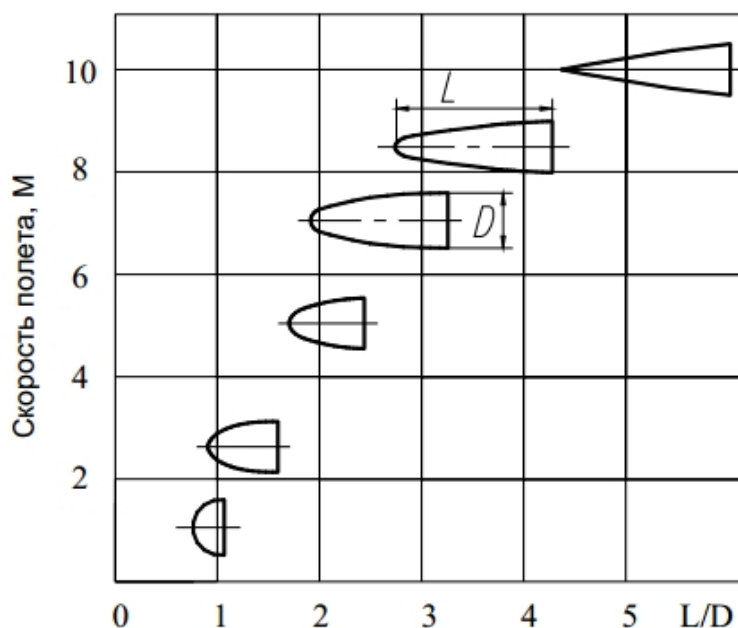


Рисунок 5 - Эволюция формы носовых обтекателей

Список литературы

1. Русин, М. Ю. Проектирование головных обтекателей ракет из керамических и композиционных материалов: Учебное пособие. / М. Ю. Русин. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 64.: ил. ISBN 5-7038-2648-9.
2. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учеб. пособие для студентов вузов – 3-е изд., перераб. и доп. / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин– М.: Машиностроение, 1994. – 384 с.: ил. ISBN 5-217-02379-1.
3. Моссаковский, В. И. Прочность ракетных конструкций: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренков, П. И. Никитин и др.; Под ред. В. И. Моссаковского. – М.: Высш. шк., 1990. – 359 с.: ил. ISBN 5-06-000487-2.
4. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Головной_обтекатель - 10.12.2015.