

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(национальный исследовательский университет)»

Кафедра теории двигателей летательных аппаратов

В.С. ЕГОРЫЧЕВ

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
К УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ, РАСЧЁТ И
ПРЕКТИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ»**

САМАРА 2011

Тестовые вопросы по содержанию лекций
для промежуточного контроля знаний студентов
(контрольного опроса)

Лекция № 1

1. Определите предмет исследования учебной дисциплины «Теория, расчёт и проектирование ракетных двигателей»?
2. Какова цель учебной дисциплины «Теория, расчёт и проектирование ракетных двигателей»?
3. Каковы задачи учебной дисциплины «Теория, расчёт и проектирование ракетных двигателей»?
4. Кто и когда создал первый экспериментальный ЖРД и успешно провёл его огневые испытания?
5. На каких двух топливах работал и испытывался первый отечественный экспериментальный ЖРД ОРМ-1?
6. Роль К.Э. Циолковского в ракетно-космической технике и практической космонавтике?

Лекция № 2

1. Какой двигатель называют ракетным двигателем?
2. Какова функция ракетных двигателей?
3. Принципиальная схема ракетного двигателя с совмещёнными источниками массы и энергии?
4. Что понимают под ракетной двигательной установкой?
5. Укажите виды используемой в ракетных двигателях исходной энергии?
6. По какому признаку ракетные двигатели делятся на ЖРД, РДТТ и ГРД?

Лекция № 3

1. Какие основные характерные отличительные особенности РД?

2. Какие из перечисленных областей относятся к области применения ракетных двигателей?
3. Как обозначается сечение камеры РД на выходе из камеры сгорания, входе в сопло?
4. Укажите основные преимущества ракетных двигателей перед всеми другими типами тепловых двигателей?
5. Как изменяется температура рабочего тела по длине проточной части камеры ракетного двигателя от сечения к до сечения с?
6. Как изменяется статическое давление рабочего тела по длине сопла, т.е. от сечений с до а камеры РД?

Лекция № 4

1. Что понимается под тягой камеры ракетного двигателя?
2. Допущения, принимаемые при выводе уравнения тяги камеры ракетного двигателя?
3. Укажите уравнение тяги камеры ракетного двигателя в пустоте?
4. Определите выражение для эффективной скорости истечения рабочего тела?
5. От какого фактора из приведённых не зависит величина тяги камеры ракетного двигателя?
6. Как влияет аэродинамическое сопротивление на тягу ракетного двигателя?

Лекция № 5

1. Укажите условия работы сопла камеры РД на режиме перерасширения?
2. Чем определяется расчётный режим работы сопла?
3. Когда реализуется внешняя задача изменения режима работы сопла камеры РД?
4. На каком режиме работы сопла в данных конкретных условиях тяга камеры ракетного двигателя максимальна?
5. Почему тяга камеры ракетного двигателя на режиме недорасширения ниже по сравнению с расчётным режимом?

6. Почему тяга камеры ракетного двигателя на режиме перерасширения ниже, чем на расчётном режиме?

Лекция № 6

1. Что называют удельным импульсом тяги камеры ракетного двигателя I_y ?
2. Укажите уравнение, описывающее удельный импульс тяги в пустоте, где $p_n = 0$?
3. Выберите правильное определение удельного расхода топлива камеры C_y ?
4. Что такое расходный комплекс β ?
5. Что учитывает характеристическая скорость в камере C_* по сравнению с расходным комплексом β ?
6. Что представляет собой тяговый комплекс K_p ?
7. Что дополнительно учитывает коэффициент тяги K_T по сравнению с тяговым комплексом K_p ?

Лекция № 7

1. Сколько составляющих у тяги и тягового комплекса камеры ракетного двигателя?
2. Укажите выражение основной или первой составляющей тяги камеры?
3. Какая камера и где создаёт тягу, состоящую из двух составляющих тяги $\Delta P_1 + \Delta P_2$?
4. От каких параметров зависит величина тягового комплекса в пустоте K_{p_n} ?
5. Какую долю в процентах составляет вторая составляющая тяги ΔP_2 от основной составляющей тяги камеры $p_k F_m$?
6. Что понимается под тягой ракетного двигателя?
7. Укажите правильное определение удельной массы ракетного двигателя?

Лекция № 8

1. При каких допущениях получена формула Циолковского для идеальной скорости полёта ракеты?
2. Что такое массовое число летательного аппарата μ_k ?
3. Укажите правильное выражение для коэффициента конструктивного совершенства аппарата σ_k ?
4. Где находится правильная запись формулы Циолковского?
5. От чего зависит продолжительности активного участка траектории полёта ракеты τ_n ?
6. Что такое начальная тяговооружённость ракеты β_0 ?
7. От каких параметров ракетного двигателя и ракеты зависит продолжительность активного участка траектории τ_n ?

Лекция № 9

1. Как влияет удельный импульс тяги ракетного двигателя в пустоте $I_{y,n}$ на идеальную скорость полёта ракеты $V_{ид}$?
2. Каким методом можно определить изменение массового числа, способное скомпенсировать определённое изменение удельного импульса тяги.
3. Какой формой формулы Циолковского оценивается влияние плотности топлива ρ_T на идеальную скорость полёта ракеты?
4. Укажите целевую функцию, позволяющую провести сравнение эффективности различных топлив.
5. Как идея целесообразного и рационального использования разных топлив на различных стадиях активного участка траектории полёта реализуется в современных многоступенчатых ракетах.
6. Какие пути использования топлив переменного состава возможны даже в пределах одной ступени?

7. Какие топлива широко используются в ракетных двигателях для первых и вторых ступеней ракет-носителей?

Лекция № 10

1. Какова цель термодинамического расчёта процессов в камере ракетного двигателя?
2. Что является исходными данными для выполнения термодинамического расчёта?
3. Укажите правильную запись условной химической формулы топлива, состоящего из m химических элементов?
4. Какой компонент двухкомпонентного топлива называется горючим?
5. Как определяется по условной химической формуле топлива значение мольного стехиометрического соотношения компонентов топлива α° ?
6. Как находится значение фактического или действительного массового соотношения компонентов топлива?
7. Как определяется молярная масса двухкомпонентного топлива по известным молярным массам окислителя и горючего?

Лекция № 11

1. Что собой представляет рабочее тело камеры ракетного двигателя?
2. Какой состав рабочего тела называют химически равновесным?
3. Из каких уравнений состоит система уравнений химического равновесия при заданных давлении и температуре для диссоциированного гомогенного рабочего тела?
4. Какое уравнение заменяется в системе уравнений химического равновесия при заданных давлении и температуре чтобы сделать её пригодной для расчёта химического равновесия при заданных плотности и температуре?
5. Какой метод решения системы уравнений химического равновесия нашёл наибольшее распространение при расчёте на ЭВМ?

6. Какие принимаются допущения при составлении модели расчёта химически равновесного состава продуктов сгорания?

Лекция № 12

1. Каковы особенности расчёта равновесного состава ионизированных продуктов сгорания?
2. Каковы особенности расчёта равновесного состава гетерогенного рабочего тела (продуктов сгорания)?
3. По каким условиям при расчёте состава гетерогенного рабочего тела после каждого приближения проверять возможность появления или исчезновения конденсата тех веществ, которые могут образовывать конденсат?
4. Что относится к характеристикам равновесного состава продуктов сгорания?
5. Для чего нужны частные производные параметров равновесного состава продуктов сгорания?
6. Как получить систему линейных алгебраических уравнений для определения частных производных параметров равновесного состава $\left(\frac{\partial \ln n_q}{\partial \ln T}\right)_p$ и $\left(\frac{\partial \ln N_r}{\partial \ln T}\right)_p$?
7. Укажите правильный перечень основных термодинамических и теплофизических свойств рабочего тела?

Лекция № 13

1. В чём состоит термодинамический расчёт процесса горения топлива в камере сгорания ракетного двигателя?
2. Какое уравнение является основным уравнением принятой модели процесса горения в камере РД?
3. Укажите правильный алгоритм расчёта параметров процесса горения при постоянном давлении применительно к ЭВМ?
4. В чём состоит термодинамический расчёт процесса течения рабочего тела по соплу?

5. Какие возможны модели изоэнтропийного течения продуктов сгорания в сопле ракетного двигателя?
6. Укажите основное уравнение принятой модели процесса течения продуктов сгорания в сопле ракетного двигателя?
7. Укажите уравнения для определения скорости рабочего тела в выходном сечении сопла и удельного импульса тяги в пустоте по результатам термодинамического расчёта?

Лекция № 14

1. Укажите основные факторы, влияющие на термодинамические характеристики?
2. При каком соотношении компонентов температуры равновесных продуктов сгорания в камере сгорания достигает максимального значения, если диссоциация в рабочем теле отсутствует?
3. Чем объясняется, что удельный импульс тяги в пустоте $I_{y,n}$ и расходный комплекс β равновесного течения выше, чем замороженного?
4. Как изменяется температура рабочего тела (продуктов сгорания) на входе в сопло T_{oc} при повышении давления в камере сгорания и чем это обусловлено?
5. Что происходит с удельным импульсом тяги в камере постоянной геометрии при повышении давления в камере сгорания?
6. Как влияет степень расширения рабочего тела в сопле ε на удельный импульс тяги ракетного двигателя?

Лекция № 15

1. В каких пределах изменяется коэффициент удельного импульса тяги из-за потерь на тепловое сопротивление камеры сгорания φ_f у маршевых ЖРД?
2. Как соотносятся тяги ракетного двигателя при наличии теплового сопротивления в камере сгорания и без него?
3. Каковы потери удельного импульса тяги на неадиабатность процессов в камере при внешнем регенеративном охлаждении камеры?

4. С каких значений относительной площади камеры \bar{F}_k можно принимать с допустимой для практики точностью, что коэффициент восстановления давления торможения в КС $\sigma_f = 1,0$, т.е. потери энергии на тепловое сопротивление камеры отсутствуют
5. Чем вызвана непреднамеренная неоднородность параметров рабочего тела в поперечном сечении камеры ЖРД и к чему это приводит?
6. Зависит ли коэффициент удельного импульса, учитывающий потери из-за неравномерности параметров РТ, или коэффициент совершенства смешения от расположения элементарных смесителей на смесительной головке?

Лекция № 16

1. Что происходит с коэффициентом удельного импульса из-за неполноты горения топлива при увеличении L_{np} и почему?
2. От чего зависит величина приведённой длины камеры сгорания L_{np} , обеспечивающая высокую полноту сгорания топлива?
3. Как зависят потери на неадиабатность при независимом охлаждении камеры?
4. Какова основная задача профилирования кругового сверхзвукового сопла?
5. Каковы преимущества профилированного сопла по сравнению с коническими при одинаковой геометрической степени расширения?
6. Каким образом классифицируются сопла с центральным телом по особенности течения рабочего тела в сверхкритической части?
7. Что является задачей профилирования кругового сверхзвукового сопла или сопла Лаваля?

Лекция № 17

1. Какие требования предъявляются к профилю докритической (дозвуковой) сужающейся части кругового сверхзвукового сопла?

2. В простейшей постановке на вербальном уровне сформулируйте задачу оптимального профилирования сверхзвуковой расширяющейся части круглого сопла?
3. Как окончательно запишется математически задача определения оптимального контура расширяющейся части сопла?
4. Что показывает сравнение конического и профилированного сопел с одинаковой геометрической степенью расширения?
5. Чем обусловлены потери удельного импульса тяги в пустоте из-за рассеяния?
6. Какие потери удельного импульса в сопле являются определяющими?
7. Как связаны между собой коэффициент сопла φ_c и Потери удельного импульса тяги в сопле ξ_c ?

Лекция № 18

1. Укажите интервал потерь удельного импульса тяги из-за рассеяния в соплах современных маршевых ракетных двигателей?
2. Укажите интервал потерь удельного импульса тяги из-за трения в соплах современных маршевых ракетных двигателей?
3. Какие факторы влияют на потери удельного импульса тяги в сопле из-за химической неравновесности?
4. Каков максимальный уровень потерь удельного импульса тяги из-за химической неравновесности в соплах современных маршевых ракетных двигателей?
5. По какой эмпирической зависимости можно в первом приближении оценить потери удельного импульса тяги из-за рассеяния в профилированных соплах Лаваля?
6. Как влияет диаметр минимального сечения сопла камеры РД на потери удельного импульса тяги в сопле из-за химической и энергетической неравновесности?