**Рабочий лист по теме «Энергия топлива. Удельная теплота сгорания топлива. Удельная теплоёмкость. КПД»**

ФИО обучающегося

Образовательная организация \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Класс \_\_­\_\_\_\_\_\_

**Задание 1.** Внимательно изучите конструкцию ракетного двигателя РД-107, представленного в зале «Утро космической эры». Подпишите элементы ракетного двигателя на схеме и найдите эти элементы на настоящем двигателе.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Насос окислителя | Клапаны | Газогенератор | Камера сгорания |
| Топливный насос | Турбина | Сопло | Рубашка охлаждения |



**Задание 2.** Внимательноизучите две схемы жидкостного ракетного двигателя, представленные ниже. Найдите ключевое отличие.

Сопоставьте двигатель со схемой, по которой он выполнен. Ответьте устно на вопрос учителя, какая схема является более эффективной с точки зрения коэффициента полезного действия. Обоснуйте свой выбор.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| «Закрытая» схема | «Открытая» схема |

Варианты для подстановки:

|  |  |
| --- | --- |
| «Открытая» схема | «Закрытая» схема |

**Задание 3**. Найдите в зале «Утро космической эры» макет ракеты-носителя «Восток».

Рассчитайте количество энергии, выделяемое при сгорании топлива для этой ракеты-носителя (далее – РН). Необходимые данные вы найдёте на последней странице Рабочего листа и настенной инфографике за экспонатом.

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**M (стартовая) = 287000кгM (ракеты и корабля) = 29400 кгq = $43∙10^{6}$ Дж/кг | **Решение:** |
| **Найти:** Q – ?  | **Ответ:** (в Дж, округлив до десятых) $1,1∙10^{13}$ Дж. |

**Задание 4.** Найдите в зале «Утро космической эры» телеэкран, посвященный полёту первого в мире лётчика-космонавта Ю.А. Гагарина. Обратите внимание на кадры, в которых ракета начинает свой подъем.

Ответьте с пояснением, для какой цели в РН нужен кислород и почему он используется именно в жидком виде.

Кислород нужен в качестве окислителя для реакции сгорания керосина. В жидком виде используется потому, что у жидкости плотность больше, чем у газа, и, соответственно, можно взять больше кислорода.

**Задание 5.** Рассчитайте количество теплоты, которое необходимо «забрать» у кислорода, чтобы полностью заправить им в жидком виде ракету. Помните, что кислород, помимо охлаждения, надо конденсировать.

Найдите в описании двигателя РД-107 соотношение потребления кислорода и керосина, выпишите его в «дано» и предположите устно, почему топливо и окислитель должны подаваться именно в таком соотношении.

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**$$T\_{O2}=-200 ℃$$$$T\_{окр.среды}=25℃$$$$M\_{O2}=183,37 кг$$$$T\_{O2конд}=-183 ℃$$$$r\_{O2}=213 кДж/кг$$$$C\_{O2средняя}=919 Дж/кг$$Соотношение керосин/кислород: 2,47 | **Решение:** |
| **Найти***:* Q-? | **Ответ:** (в Дж) $7,7∙10^{7}$ Дж |

С каким знаком получился ответ? Каким образом это можно объяснить?

**Задание 6.** Рассчитайте коэффициент полезного действия РН «Восток», используя количество энергии сгорания топлива этой РН, посчитанное в задании 3 как количество общей затраченной энергии. Полезной энергией считайте полную энергию (кинетическую и потенциальную) космического корабля «Восток».

Высоту орбиты выведения космического корабля «Восток» найдите на инфографике позади макета РН «Восток».

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**Q = $1,1∙10^{13}$ Дж$$m\_{восток}=4500 кг$$$$h\_{восток}=181 км$$$$V\_{восток}=7,9 км/с$$Кинетическая энергия считается по формуле $E\_{k}=\frac{m\_{восток}∙V\_{восток}^{2}}{2}$Потенциальная энергия считается по формуле $E\_{p}=m\_{восток}∙g∙h\_{восток}$,где $g=9 м/с^{2}$ – ускорение свободного падения на высоте полёта. | **Решение:** |
| **Найти:** КПД $η$ – ? | **Ответ**: (в %) 1,343 |

*Справочные данные для решения задач:*

* Стартовая масса РН «Восток» с полезной нагрузкой в виде космического корабля «Восток» = 287 тонн
* Масса топлива РН «Восток» = 257,6 тонн
* Удельная теплота горения керосина = $43∙10^{6}$ Дж/кг
* Удельная теплоёмкость кислорода = $919$ Дж/кг
* Удельная теплота конденсации кислорода = 213 кДж/кг
* Температура конденсации кислорода = -183 ºС
* Масса кислорода в заправленной РН «Восток» = 183,37 тонн