

Anatoliy. Ответ #348 - 01.02.14 :: 15:58:24

Рассмотрим следующую проблему.

Почему то участники дискуссии не обращают внимание на тот факт, что воздух который поступает в камеру сгорания на конце лопасти приобретает скорость примерно равную окружной скорости той камеры сгорания.

А чтоб придать воздуху эту окружную скорость надо затратить определенную энергию и эту энергию придется вычитать из мощности реактивной струи.

На этот «факт» не обращали внимание горе-академики от теории лопаточных машин, которые в этой ветке дружно демонстрируют своё дилетантство в обсуждаемом вопросе.

Постараемся хоть приблизительно оценить эти потери.

Поскольку технические данные "засекречены" изобретателем и главным расчетчиком, то в условия расчета вложим примерные величины по аналогии с реально летающими экземплярами.

Итак:

1. Диаметр двух роторов 5 метров. (из эскиза конвертоплана Андрея)
2. Концевая окружная скорость лопасти несущего винта 220 м/с (по аналогии летающих вертолетов)
3. Взлетный вес 600 кг (по аналогии с летающими двухместными вертолетами).

Считаем.

По номограмме Юрьева для создания подъемной силы 300 кг одним несущим винтом с диаметром 5 метров требуется приложить 60 лошадиных сил.

Двигателей по два на каждом несущем винте. Следовательно мощность одного двигателя 30 л.с. или 22,05 кВт.

При окружной скорости 220 м/с тяга этого реактивного двигателя равна :

$$F = N / V = 22050 / 220 = 100 \text{ Ньютонов} \quad (10 \text{ кг})$$

«Академик» запомнил, что дополнительная размерность силы – кгс, но он часто «не дружит» с нормативной технической документацией. Простим?..

Примечание (не оговорено автором расчета): реактивные двигатели расположены на консоли лопасти с центром сопла на радиусе $R=2,5m$.

Допустим скорость истечения газов дозвуковая и равна 300 м/с (для сверхзвуковой скорости давление компрессора слишком мало).

Выбор скорости истечения газа из сопла ($C5$) сделан «Генеральным конструктором – академиком» без всяких обоснований, без привязки к параметрам ВРД КН: из термодинамики и теории ВРД известно, что $C5 = f(T_3^; \pi_c)$, при этом $\pi_c = \varphi(\pi_{кн}^*)$, а $\pi_{кн}^* = \psi(V_{окр})$ – надеюсь, что «академики» поймут смысл записи зависимостей параметров после своих инсинуаций о каком-то «коэффициенте пропорциональности» поста #228^{*1}.*

При принятой $V_{окр} = 220$ м/с, легко определяется $\pi_{кн}^$, а через неё – температура газа T_3^* , необходимая для получения скорости истечения $C5 = 300$ м/с, которая составит $\sim 480K$ (полагаем показатель адиабаты истечения газа $\kappa_2 = \kappa_6 = 1,4$)*

Секундная масса истекающих газов равна:

$$m/t = F / V = 100 / 300 = 0,333 \text{ кг/с}$$

^{*1} «Генеральный» писал: «Таким образом зависимость давления в лопасти будет пропорциональна $\alpha K_{\text{пропорциональности}} = \omega^2 R^2$ (исправил, коэффициент пропорциональности можно обозначать любым символом, хоть "а", хоть "К", хоть "Ж", хоть "Ы")... Забыв, что $\omega^2 R^2 = (V_{окр})^2$, тогда $P(P^*) = f(V_{окр})$ – как принято в алгебре для функциональных зависимостей.

Учитывая, что в патенте Андрея охлажденный воздух за счет испарения сжиженного газа смешивается перед камерой сгорания с не охлажденным воздухом прием соотношение топливовоздушной смеси равно **1 : 15**

Таким образом в секундной массе выхлопных газов будет находиться **1/15** масса горючего. То есть **0,0222 кг/с**.

Таких двигателей в конвертоплане 4 штуки. Следовательно секундный расход составит **0,0888 кг/с**. В час конвертоплан **вроде будет сжигать 319,68 кг топлива**.

*У «Генерального» нелады с арифметикой: смесь 1:15 составляет 16 частей, т.е. в массе выходящего газа доля горючего будет составлять **1/16** часть, а не 1/15. И массовый расход горючего составит 0,0208 кг/с для одного двигателя и 0,0832 кг/с – для 4-х. В час это составит «вроде» **299,52** кг...*

Но!

Наш «Генеральный» почему-то принял соотношение «горючее-воздух» равным 1:15, близким к стехиометрическому ($\alpha \approx 1$), что для пропана даст температуру газа T_3^ перед соплом порядка **2300K** вместо требуемых по расчету 480K... Оценим необходимую величину расхода горючего для подогрева воздуха с 336K (при $\eta_{\text{кн}}^* = 0,65$) до 480K.*

*При теплоемкости $C_{pe} = C_{pv} \approx 1000$ Дж/(кг*К), для нагрева массы газа $m = 0,333$ кг от температуры 336K до 480K потребуется (при полноте сгорания $\xi_{\text{кс}} = 0,98$ и теплотворной способности пропана $H_m = 46300$ кДж/кг)*

$$M_{\text{гор}} = m * C_p * (T_3^* - T_2^*) / (\xi_{\text{кс}} * H_m)$$

$$M_{\text{гор}} = 0,333 * 1000 * (480 - 336) / (0,98 * 46300 * 10^3) = 0,00107 \text{ кг/с} = 3,8 \text{ кг/час}$$

*Для четырех двигателей это составит аж **15,2** кг/час, что в **21** раз меньше «академического»!..*

Но это не все.

Вот теперь добираемся до того всеми забытого разгона воздуха во вращающейся лопасти с **окружной скоростью 220 м/с**.

Забытого «академиками», а не всеми...

Считаем.

Для придания скорости 220 м/с каждой секундной массе воздуха (**0,333кг/на каждый двигатель**) требуется прикладывать усилие равно **$F = V * m/t = 220 * 0,333 = 73,26$ Ньютона**.

Таким образом полезная тяга составит

$$100 - 73,26 = 26,74 \text{ Ньютона.}$$

А для полета требуется 100 Ньютонов.

Следовательно требуется увеличить пропорционально мощность реактивного движителя в

$$100 / 26,74 = 3,74 \text{ раза}$$

Наш гениальнейший «Генеральный» уже не может разобраться в своей конструкции, в коей «движителем» является воздушный винт, а рассчитывает он «двигатель» – ВРД КН, «пожирающий» топливо.

При этом секундный расход горючего также возрастет в 3,74 раза.

В этом случае часовой расход сжиженного газа составит

$$319,68 * 3,74 = 1195 \text{ кг/час.}$$

Ой, совсем забыл уточнить, это справедливо только при отсутствии потерь во всем цикле пожирания сжиженного пропана.

*С учетом ошибки гениальнейшего при определении расхода топлива для получения принятой им скорости истечения газа $C_5 = 300$ м/с, получим расход пропана $15,2 * 3,74 = 56,85$ кг/час!. Расход газа (воздуха) возрастет во столько же раз...*