

Приближенный расчет данных одной СУ с реактивно-компрессорной системой привода винта и сжиганием топлива в концевых КС. [4]

Исходные данные, предложенные для расчета.

Подъемно-маршевый винт:			Центробежный компрессор:		
Диаметр винта	D	1,2м,	Диаметр крыльчатки	d_k	0,23м,
Обороты в/мин	n	3500об/мин,	Обороты крыльчатки	n_k	35000об/мин,
Частота вращения	w	367,	Частота вращения	w_k	3660,
Окружная скорость	U	220м/с,	Окружная скорость	U_k	421м/с,
Площадь лопастей	F	0,8м ² ,	Расход воздуха	Q_k	2кг/с,
Число лопастей	z	8	Степень повышения давления	P_k	2,5
Сопло:					
Тяга одного сопла на месте	P	98 1Н (10кГс)	[1]		

Расчет тяговых и мощностных характеристик:

Суммарная тяга всех концевых сопел на рабочих оборотах с окружной скоростью U при условии полного расширения газа на срезе сопла (принимая скорость истечения равной $W=550\text{м/с}$, что [2] близко к реальному значению) найдется как:

$$R = Q_k \cdot (W - U) = 2(550 - 220) = 660\text{Н} \quad (67,3\text{кГс}) \quad [3]$$

Тогда развиваемая мощность ... привода будет:

$$N = M \cdot w = R \cdot (D/2) \cdot w = 145,33\text{кВт} \quad (197,65\text{л.с.})$$

Проверка пропускной способности располагаемой площади каналов на расход $Q_k = 2\text{кг/с}$.

Полное давление воздуха на входе в канал	$P^* = P^*_0 \cdot P_k = 0,095 \cdot 2,5 = 0,238\text{Мпа} \quad (2,34\text{кГ/см}^2)$	[5]
Полная температура сжатого воздуха $T^*_0 = 288^\circ\text{К}$	$T^* = T^*_0 \cdot P_k^{1/k-1} = 288 \cdot 2,5^{1/1,4-1} = 374^\circ\text{К}$	[6]
Плотность сжатого воздуха после ЦК при плотности в нормальных условиях $\rho_0 = 0,12257\text{кг/м}^3$	$\rho = \rho_0 \cdot P_k \cdot T^*_0 / T^* = 0,12257 \cdot 2,5 \cdot 288 / 374 = 2,36\text{кг/м}^3$	[7]

Мощность, потребляемая центробежным компрессором при заявленных параметрах:

Для 2-х кг расхода воздуха $N_k = 2 \cdot (k/k-1) \cdot R \cdot (T^* - T^*_0) / \eta_k = 2 \cdot (1,4/1,4-1) \cdot 288 \cdot (374 - 288) / 0,75 = 231168\text{Вт}$ или 231,2кВт (314,4л.с.) [8]

Эту мощность необходимо вычесть из мощности реактивно-компрессорного привода с учетом механического КПД мультипликатора $\mu = 0,97$: $N_{\text{расч}} = N - N_k / 0,97 = 145,33 - 231,2 / 0,97 = -93,0\text{кВт}$

Отсюда вывод: Мощности реактивно-компрессорного винта с дожиганием топлива в концевых КС недостаточно даже для обеспечения потребной мощности ЦК. Взлет аппарата невозможен.

Владимир Александрович 08 апреля 2011г.

1. В расчете не использована величина тяги (1) одиночного сопла (или суммарная всех 8-ми сопел), которую можно было использовать для определения скорости истечения газа, а не принимать её произвольно, равной 550 м/с (2).
2. При определении величины тяги R (3), использована формула для ВРД (ПВРД, ТРД и т.л.), учитывающая влияние входного импульса потока при расположении ВРД на консоли лопасти. В данном случае окружная скорость U конца лопасти не является скоростью полета конвертоплана и скорость потока воздуха на входе в компрессор следует принимать для стендовых условий, т.е. U=0, как это Вами сделано при определении параметров воздуха на входе в канал (5, 6, 7).
3. При определении величин давления и плотности воздуха за компрессором использованы разные значения давления P^*_0 или не указана принятая взаимосвязь P^*_0 и ρ_0 (в (5) и (7)).
4. При вычислении температуры воздуха за компрессором T^* (6) не учтена величина КПД η_k , используемая при определении мощности, потребляемой центробежным компрессором (8).
5. При вычислении мощности, потребляемой центробежным компрессором, по формуле (8), КПД компрессора правильнее относить к температуре T^* , а не к разности температур $(T^* - T^*_0)$, т.к. КПД не влияет на T^*_0 .
6. Основное: в расчете абсолютно не учтен подогрев газа в камерах сгорания лопастей, что отражено в заголовке (4). Величина подогрева газа в КС определит величину скорости истечения газа из сопел (в гораздо большей степени, чем перепад давления), суммарную величину тяги и располагаемую мощность реактивно-компрессорного привода винта.
7. В расчете не учитывается работа сжатия воздуха в каналах лопасти, что приведет к дополнительному отбору мощности реактивно-компрессорного привода.
8. Баланс мощностей реактивно-компрессорного привода, центробежного компрессора и канального (лопастного) нагнетателя может быть достигнут при соответствующем подогреве газа в камерах сгорания (T_3^* реальная).

Заключение: вывод о невозможности взлета аппарата выполненным расчетом не обоснован (хотя соответствует истине при заданной величине тяги одного соплового устройства, которая в расчете не использована).