

Άσκηση 1: Βαθμίδα φυγοκεντρικού συμπιεστή, με διαχύτη χωρίς πτερύγια, αναρροφά αέρα στα 300K, 1bar που εισέρχεται αξονικά. Έχει πολυτροπικούς βαθμούς απόδοσης ίσους με 0.87 για την πτερωτή, και 0.83 για όλη τη βαθμίδα. Ο ισεντροπικός βαθμός απόδοσης της βαθμίδας είναι 0.82. Στην έξοδο της πτερωτής, τα πτερύγια είναι απολύτως ακτινικής κατεύθυνσης και είναι τόσα ώστε να εξαλείφουν την ολίσθηση. Στην ίδια θέση, η διατομή της ροής είναι ίση με 0.004m² και ο απόλυτος αριθμός Mach είναι 0.897. Σχεδιάστε τη θερμοδυναμική μεταβολή στο T-S. Βρείτε στις κόλλες σας και μεταφέρετε στον παρακάτω πίνακα τις τιμές των 8 μεγεθών. Τα σύμβολα είναι τα τυπικά του μαθήματος. Διευκρίνιση: στην τελευταία στήλη, ζητούνται η παροχή μάζας και η ισχύς της βαθμίδας.

$U_2(\text{m/s}) =$	$T_{t2}(\text{K}) =$	$p_{t2}(\text{bar}) =$	$m(\text{kg/sec}) =$
212,51	344,95K	1,52986	0,9603
$p_{t3}(\text{bar}) =$	$M_{R2} =$	$W_2(\text{m/s}) =$	$P(\text{Watt}) =$
1,5	0,653	225,63	43370

Λύση:

Για τη βαθμίδα, από τον ισεντροπικό της ($\eta_{is,\beta} = 0,82$) και τον πολυτροπικό της ($\eta_{p,\beta} = 0,83$) βαθμό απόδοσης και τη σχέση

$$\eta_{is,\beta} = \frac{\pi T_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1}{\pi T_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma \eta_{p,\beta}}} - 1} \quad (\gamma = 1,4)$$

με δοσμές υποχρίζεται το $\pi T_c = 1,5$ και για $p_{t3} = 1,5 \text{ bar}$ τότε:

$$T_{t3} = T_{t2} = T_{t1} \pi T_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma \eta_{p,\beta}}} = 300 \cdot 1,5^{\frac{3,5 \times 0,83}{1}} = 344,95 \text{ K}$$

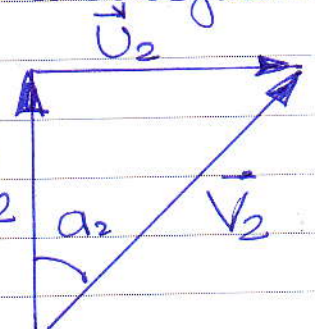
και για την πίεση στην έξοδο της πτερωτής ($\eta_{p,R} = 0,87$):

$$p_{t2} = p_{t1} \left(\frac{T_{t2}}{T_{t1}} \right)^{\frac{\gamma \eta_{p,R}}{\gamma-1}} = 1,52986 \text{ bar}$$

Το τρίγωνο ταχυτήτων στη θέση 2 είναι ορθογώνιο ($\beta_2 = \beta'_2 = 0^\circ$) και $\sigma = 1$, οπότε

$$\Delta h_t = U_2^2 \Rightarrow U_2 = \sqrt{(T_{t3} - T_{t1}) C_p} = 212,51 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow W_2$$

και, βέβαια, υπολογίζονται και τα άλλα μεγέθη στη θέση 2. Είναι (σημειώνω $V_{u2} \equiv U_2$)



$$T_2 = T_{t2} \cdot \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M_2^2\right)^{-1}, M_2 = 0,897 \Rightarrow T_2 = \sim$$

$$V_2 = \sqrt{2C_p(T_{t2} - T_2)} \Rightarrow V_2 = \sim$$

$$V_{r2} (=|W_2|) = \sqrt{V_2^2 - V_{u2}^2} = W_2 = 225,63 \text{ m/s}$$

$$M_{R2} = \frac{W_2}{\sqrt{\gamma R T_2}} = 0,653$$

$$p_2 = P_{t2} \left(T_2/T_{t2}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \sim$$

$$\rho_2 = \frac{P_2}{R T_2} = \sim$$

οηότε και

$$\dot{m} = \rho_2 A_2 V_{r2} = 0,9603 \text{ kg/s}$$

$$P = \dot{m} C_p (T_{t2} - T_{t1}) = 43370 \text{ Watt.}$$