

Tato Příloha 313 je součástí článku [13. Energetické bilance lopatkových strojů](http://www.transformacni-technologie.cz/13.html), [http://www.transformacni-technologie.cz/13.html](http://www.transformacni-technologie.cz/en_13.html). [13. Energy balances of turbomachines](http://www.transformacni-technologie.cz/en_13.html), http://www.transformacni-technologie.cz/en_13.html.

Měrná optimální práce větrné turbíny a její účinnost

Měrnou maximální práci by proud vzduchu vykonal, jestliže by při průtoku větrnou turbínou byla zpracována veškerá kinetická energie větru. Potom by byla rychlost vzduchu na výstupu z turbíny nulová turbínou by nemohl žádný vzduch protékat a práce turbíny by byla nulová. Je tedy zřejmé, že čím menší bude zpomalení proudu vzduchu tím větší bude průtok vzduchu turbínou.

A protože výkon je součin měrné práce a hmotnostního průtoku existuje nějaké optimální zpomalení, při kterém by turbína dosáhla maximálního výkonu a tedy i maximální obvodové účinnosti:

$$P_i = P_{\text{opt}} = ?$$

$$P_i = a_i \cdot \dot{m} = \frac{c_i^2 - c_e^2}{2} \dot{m} \quad \text{pro } \Delta y_z = 0$$

\dot{m} [kg·s⁻¹] hmotnostní průtok protékající proudovou trubicí rotoru.

Z rovnice kontinuity pro nestlačitelné proudění pro každý průřez proudové trubice:

$$\dot{m} = \rho \cdot A_i \cdot c_i = \rho \cdot A_e \cdot c_e = \rho \cdot A \cdot c = \rho \cdot A' \cdot c_{\text{st.}}$$

A' [m^2] průtočný průřez proudovou trubicí v místě kde dosahuje rychlost vzduchu střední rychlosti mezi vstupem a výstupem.

c_{st} [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] střední rychlost mezi vstupem a výstupem z proudové trubice.

$$c_{st} = \frac{1}{2}(c_i + c_e).$$

$$\begin{aligned} P_i &= \rho \cdot A' \cdot \frac{1}{2}(c_i + c_e)(c_i^2 - c_e^2) \cdot \frac{1}{2} = \rho \cdot A' \cdot \frac{1}{4}(c_i^3 - c_i c_e^2 + c_e c_i^2 - c_e^3) = \\ &= \rho \cdot A' \cdot \frac{1}{4} c_i^3 \left(1 - \frac{c_e^2}{c_i^2} + \frac{c_e}{c_i} - \frac{c_e^3}{c_i^3} \right). \end{aligned}$$

Poznámka

Poslední úprava předpokládá, že průtočný průřez A' je konstantní. Ve skutečnosti bude asi také funkcí poměru c_e/c_i . Pro zjednodušení zde předpokládejme, že průřez A' je přibližně konstantní a blízký například hodnotě ploše rotoru tj., že právě zde dosáhne proudění střední rychlosti c_{st} [1, s. 10].

$$\text{Substitucí } x = \frac{c_e}{c_i}$$

$$P_i = \rho \cdot A' \cdot \frac{1}{4} c_i^3 (1 - x^2 + x - x^3)$$

$$\left(\frac{dP}{dx} \right) = 0 \rightarrow P_{opt}$$

$0 = 2 \cdot x - 1 + 3 \cdot x^2$ řešením této kvadratické rovnice je $1/3$ a -1 . -1 je nesmysl takže optimálního výkonu větrná turbína dosáhne jestliže:

$$\frac{c_e}{c_i} = \frac{1}{3}.$$

$$P_{\text{opt}} = \frac{c_i^2 - \frac{1}{9}c_i^2}{2} \dot{m} = \dot{m} \frac{8}{18} c_i^2 = \dot{m} \frac{4}{9} c_i^2.$$

Odtud pro měrnou optimální práci:

$$a_{\text{opt}} = \frac{P_{\text{opt}}}{\dot{m}} = \frac{4}{9} c_i^2.$$

Odkazy

1. WILSON, R. E.; LISSAMAN, P. B. S.; WALKER, S. N. *Aerodynamic performance of wind turbines*, 1976. Corvallis: Oregon State Univ., Technical Report. Dostupné z [http://wind.nrel.gov/designcodes/papers/WilsonLissamanWalker_AerodynamicPerformanceOfWindTurbines\(1976\).pdf](http://wind.nrel.gov/designcodes/papers/WilsonLissamanWalker_AerodynamicPerformanceOfWindTurbines(1976).pdf)