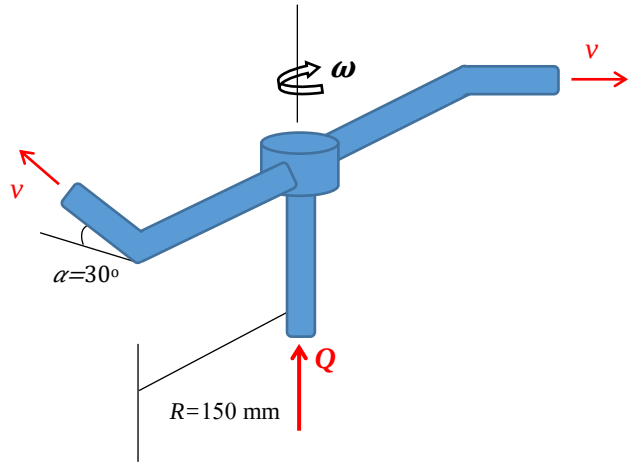
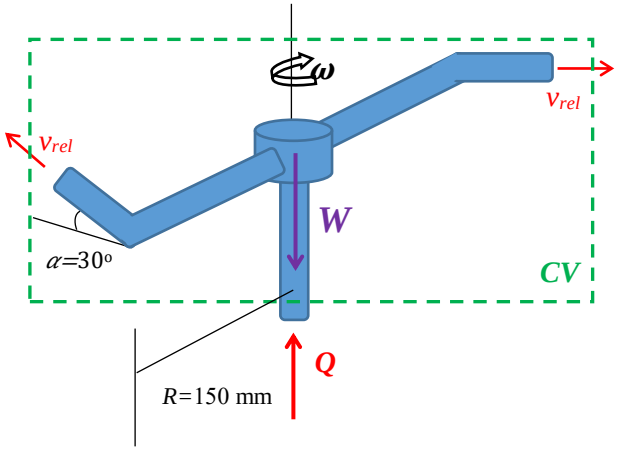
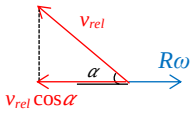



- در آب افشـان کوچکی دبی 7.5 lit/min در جریان ا ست. اگر قطر جت 4 mm و سرعت دوران آب افشـان 30 rpm باشـد، گشـتاور اصـطکاکی در محور آب افشـان را بدسـت آورید ($\rho$=999 kg/m$^3$).

جواب:




$$v_\theta = R\omega - v_{rel}\cos\alpha$$

$$\omega = 30rpm = \frac{30\times 2\pi}{60} = \pi \ \text{rad/s}$$

حجم کنترل استوانه‌ای شکل ثابتی را در نظر می‌گیریم که بازوهای آب افشان را نیز در بر بگیرد. با استفاده از معادله پیوستگی، سرعت نسبی آب خروجی از لوله‌ها برابر است با:

$$v_{rel} = \frac{Q}{2A} = \frac{\frac{7.5\times 10^{-3}}{60}}{2\times\frac{\pi\times(4\times10^{-3})^2}{4}} = \frac{0.000125}{0.0000251} = 4.97 \ \text{m/s}$$

فشار جو به طور یکنواخت در پیرامون حجم کنترل اثر می‌کند و وزن داخل حجم کنترل ($W$) هم گشتاوری حول محور دوران ایجاد نمی‌کند. اگر گشتاور اعمال شده از محور آب افشان به حجم کنترل را با $M_{shaft}$ نشان دهیم، با نوشتن معادله لنگر اندازه حرکت حول محور دوران:

$+\circlearrowleft$ دید از بالا $\iint_{CS}\bar{r}T_\theta dA + \iiint_{CV}\bar{r}B_\theta\rho dV = \iint_{CS}(\bar{r}v_\theta)(\rho\vec{v}.d\vec{A}) + \frac{\partial}{\partial t}\iiint_{CV}(\bar{r}v_\theta)(\rho dV)$ ($\frac{\partial}{\partial t}$ : 0)

$$M_{shaft} = \iint_{CS}(\bar{r}v_\theta)(\rho\vec{v}.d\vec{A}) = 2Rv_\theta(\rho\frac{Q}{2})$$

که در آن $2(\rho\frac{Q}{2})$ دبی جرمی خروجی از حجم کنترل می‌باشد. با جایگذاری مولفه دورانی سرعت مطلق خروجی از هر لوله:

$$M_{shaft} = \rho QR(R\omega - v_{rel}\cos\alpha)$$

لنگر وارده از طرف حجم کنترل به پایه آب افشان خلاف جهت $M_{shaft}$ است:

$$\boxed{T_{shaft} = \rho QR(v_{rel}\cos\alpha - R\omega)}$$

$$T_{shaft} = 999\times 0.000125\times 150\times 10^{-3}(4.97\cos 30 - 0.150\times 10^{-3}\pi) = 0.0718 \ \text{N.m} \quad +\circlearrowright$$