Fluidodinamica

Test dicembre 2019

SOLUZIONI

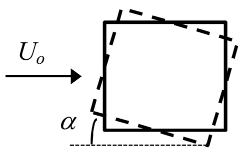
1. Dato il campo di moto bidimensionale, $u_1=2x_2$, $u_2=x_1$, determinare in che modo si deforma una particella fluida di forma quadrata, centrata nell'origine degli assi, in un intervallo di tempo di 0.02 s.

SOLUZIONE. La particella fluida si deforma in un rombo leggermente ruotato. Il risultato si ottiene calcolando direttamente le componenti di e_{ij} e r_{ij} dalle espressioni delle velocità fornite (facendo le derivate nelle differenti direzioni), ottenendo

$e_{11}=e_{22}=0$,
$e_{12}=e_{21}=1.5$,
$r_{12}=- r_{21}=0.5$

Noti questi valori, si possono calcolare gli spostamenti dei quattro vertici del quadrato e ottenere le loro nuove posizioni.

2. Dato un modello di sezione quadrata, calcolare i coefficienti delle forze agenti sul modello stesso, nell'ipotesi di flusso non viscoso, sapendo che le velocità sulle superfici laterali sono pari a $2U_o$ (essendo U_o la velocità indisturbata) e che la pressione nella scia è pari a quella atmosferica. Come cambia tale valutazione se la sezione è ruotata di un angolo α, con gli stessi valori di velocità sui lati ? Quali sono i valori dei coefficienti per $\alpha=30°$.



SOLUZIONE. Dalle ipotesi riportate risulta possibile utilizzare l'equazione di Bernoulli nella forma semplificata incompressibile e quindi i coefficienti di pressione sulle differenti superfici. Nel caso $\alpha=0$ si ottiene

sul lato anteriore, $c_p=1$
sui lati superiore e inferiore, $c_p=-3$
sul lato posteriore $c_p=0$

e quindi il coefficiente di resistenza è pari a 1 e quello di portanza è pari a 0.
Nel caso $\alpha\neq0$ i valori dei coefficienti di pressione sono gli stessi e cambiano solo le orientazioni delle normali sui lati (in modulo pari a α rispetto alla direzione assiale, per i lati anteriore e posteriore, e rispetto alla direzione verticale per gli altri due), per ottenere coefficiente di resistenza pari a $\cos\alpha$ e coefficiente di portanza pari a $-\sin\alpha$. Per $\alpha=30°$ si ottengono quindi i valori 0.87 e -0.5 rispettivamente.

3. Una lastra piana è investita da una corrente d'aria in direzione x_1, che sviluppa nella parte anteriore uno strato limite con profilo di velocità $u_1(x_2)=A(x_2/h)^2+B(x_2/h)$, con $h=1mm$, $A=5m/s$ e $B=3m/s$ (essendo x_2 la direzione ortogonale alla lastra). Determinare lo spessore di spostamento nella posizione considerata e alla fine della lastra, sapendo che questa ha una lunghezza pari a 5m.

SOLUZIONE. Dall'espressione fornita per lo spessore di spostamento si ottiene il valore nella posizione considerata $\delta_s \approx 0.75$ mm (sapendo che per $x_2=h$, $u_1(h)=U_0=8$ m/s). Essendo il numero di Reynolds maggiore di 10^6, ci dovrà essere una transizione da regime laminare a turbolento e questa avverrà per una coordinata assiale pari a circa 1.9 m. Lo spessore di spostamento al termine della lastra sarà quindi dato dallo spessore iniziale (0.75 mm), più quello relativo allo strato limite laminare (dall'inizio della lastra a 1.9 m, cioè circa 10 mm), più quello dovuto allo strato limite turbolento (da 1.9 m a 5 m, cioè circa 56 mm). Il valore finale di spessore è quindi pari a circa 67 mm.