

# **SIMULAZIONE NUMERICA DI SISTEMI “DE-ICING” PER APPLICAZIONI AERONAUTICHE**

## **Prefazione**

Il problema della formazione e dell'accrescimento del ghiaccio è fondamentale per il volo.

Il panorama degli aspetti investigabili nelle fenomenologie legate all'icing delle superfici aeronautiche è molto vasto.

Nel caso particolare del lavoro di tesi proposto lo studio è incentrato sulla possibilità di simulare numericamente, sfruttando il codice numerico FLUENT, il melting di uno strato di ghiaccio mediante un sistema de-icing installato su di un profilo NACA0012. La simulazione è stata effettuata per differenti condizioni ambientali e di flusso termico imposto dagli heaters.

Lo strato di ghiaccio è stato calcolato sfruttando il codice MULTI-ICE di proprietà del CIRA.

A monte di tale applicazione, è stato eseguito un processo di validazione del modello termico e del solidification and melting implementati nel FLUENT.

La validazione del modello termico è stata effettuata nel caso di un multistrato rettangolare munito di un sistema di riscaldamento elettrotermico costituito da cinque heaters che si attivano secondo una sequenza prestabilita. All'interfaccia solido fluido è stato imposto una condizione di convezione forzata. I risultati ottenuti sono stati confrontati con i test cases condotti da Haririche et al. [2008].

Tale modello è stato inoltre testato nel caso di un profilo investito da una corrente secca e sul quale si è determinato la distribuzione di temperatura superficiale al variare del tempo con cinque dispositivi di de-icing attivi per

novecento secondi. Il caso è stato risolto preliminarmente disaccoppiando il campo termico nel solido dal campo aerodinamico nel fluido; al fine di ottenere dei risultati più soddisfacenti, la simulazione è stata effettuata risolvendo contemporaneamente i due campi. E' stato effettuato un confronto tra i risultati e il test sperimentale condotto dall'ONERA nell'ambito dell'EUROCOPTER TEST CASE. Un'ulteriore analisi tra i due modelli è stata operata tenendo conto della differenza nei tempi di calcolo tra i due modelli.

E' stata infine effettuata una validazione del modello di solidification and melting.

La geometria, le proprietà dei materiali e le condizioni al contorno sono del tutto simili alla simulazione effettuata relativa al multistrato rettangolare; è stato aggiunto uno strato uniforme di ghiaccio dello spessore di 1.9mm alla superficie superiore del multistrato, ed è stato incrementato lo scambio convettivo alla parete per tenere conto della maggiore rugosità del ghiaccio.

Il lavoro proposto ha permesso dunque di effettuare un'analisi quantitativa di vari sistemi de-icing in differenti casi.

Sono stati evidenziati dei parametri fondamentali dello studio, quali la potenza termica fornita all'elemento riscaldante e la corretta scelta della sequenza di attivazione di tali elementi. E' infatti opportuno affiancare elementi che lavorino in continuo, specie in prossimità dei punti in cui la collection efficiency è massima, con elementi che seguano dei cicli di attivazione in modo da massimizzare il rendimento.