

# Airbus ocenia spawanie tarciove z mieszaniem.

---

Wykonał:  
Piotr Powiertowski  
Piotr Bączyk  
Jan Grzes

# 1. Proces spawania tarcowego z mieszaniem (FSW).

Skrót pochodzi od angielskiego Friction Stir Welding co oznacza spawanie tarcowe z mieszaniem. W tym procesie cylindryczne narzędzie, złożone z ramienia i gwintowanego trzpienia zostaje rozkręcone i umieszczone na połączeniu dwóch kawałków metalu. Wirujące narzędzie, na skutek tarcia wytwarza ciepło, które uplastycznia łączone materiały. Następnie na skutek ruchu uplastycznione materiały są mieszane i tworzą mocną spoinę, o strukturze często lepszej niż wyjściowe materiały.





## 2. Zainteresowanie Airbusa.

Opisana metoda spawania została wprowadzona w fabryce Eclipse Aviation of Albuquerque w Nowym Meksyku. Firma ta zaobserwowała znaczną energooszczędność procesu FSW. Jedno narzędzie wystarcza średnio na 1000m spoiny, nie potrzeba żadnych osłon gazowych ani wypełniaczy, nie są wymagane certyfikaty spawacza oraz żadne szlifowanie czy szczotkowanie nie jest wymagane w masowej produkcji.

Mając na uwadze te zalety Airbus postanowił rozpocząć badania nad wprowadzeniem FSW na swoje linie produkcyjne. Ponieważ jednak duże samoloty muszą wytrzymywać większe naprężenia i mają mniejszą wytrzymałość zmęczeniową, proces ten musi przebiegać powoli. Wiele aspektów procesu może wpłynąć na ostateczną charakterystykę spoiny.

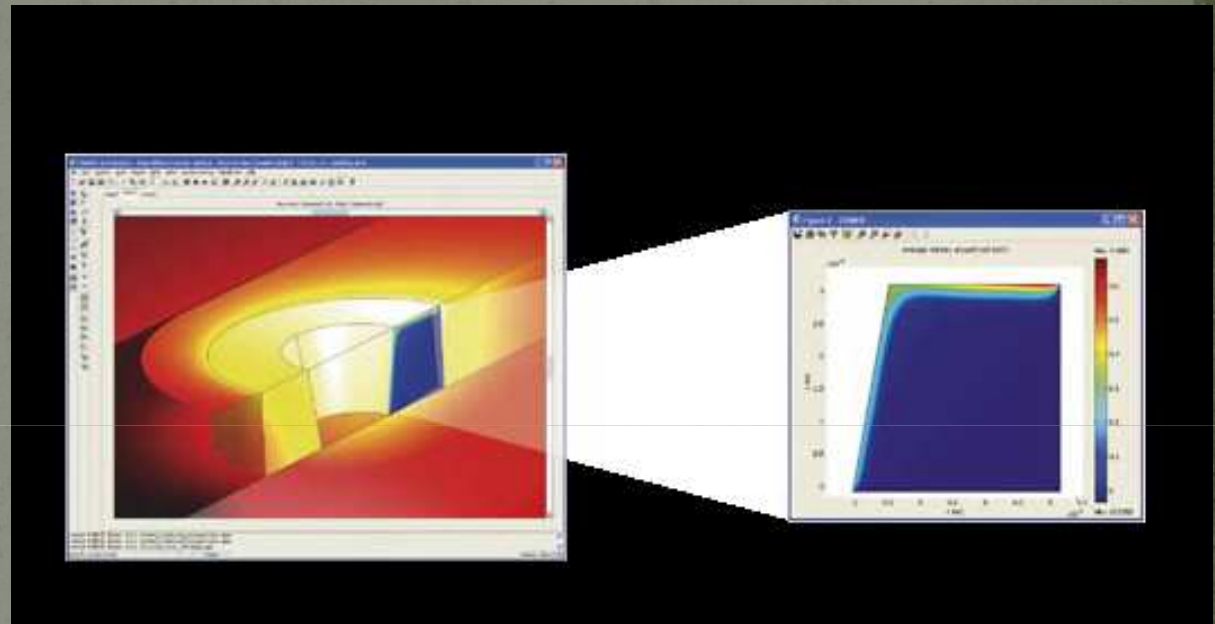
Stąd też Airbus zaprosił do badań nad tym zagadnieniem wiele różnych instytucji. Jednym z aspektów było wytworzenie modelu matematycznego w COMSOL'u, który pozwoliłby inżynierom zajrzeć do wnętrza spoiny i przebadać rozkład temperatur oraz jej strukturę.



### 3. Model matematyczny.

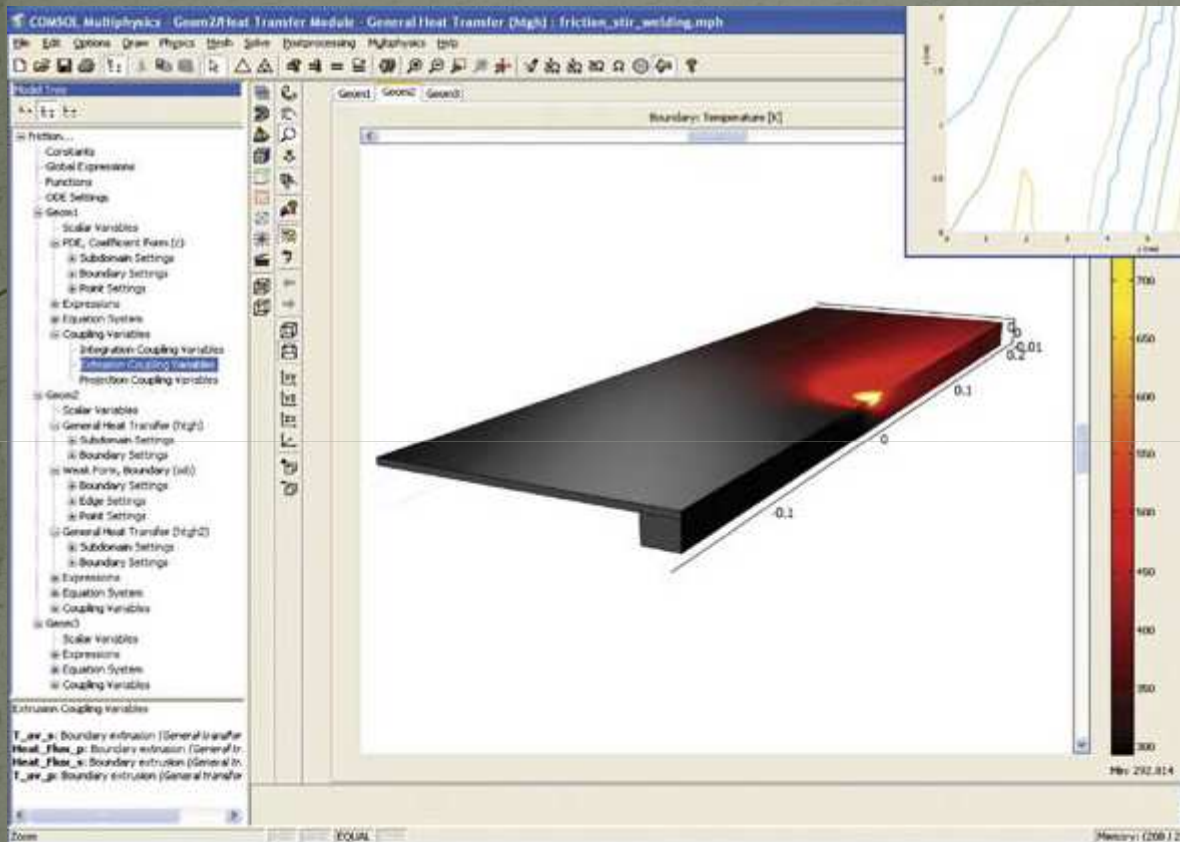
Model matematyczny łączy analizę termiczną 3D do obliczeń przepływu ciepła z osiowosymetryczną symulacją przepływów wirowych 2D do obliczeń zarówno wytwarzania ciepła jak i jego przepływu. Analiza termiczna oblicza pole temperatury 3D od strumienia ciepła nałożonego na powierzchni narzędzia.

Przechwytuje efekt ruchu narzędzia, termiczne warunki brzegowe i właściwości termicznych materiałów, które są spawane.



Model następnie wytlacza rozkład temperatury w pobliżu powierzchni narzędzi od granicy do 3D domeny w modelu 2D. Następnie, kolejna część modelu analizuje rotacyjny przepływ materiału poprzez 2D przekrój pod ramieniem narzędzia. Ostatni krok to obliczenie ogólnego strumienia ciepła z tej sekcji i wysyła go z powrotem do analizy 3D.

## 4. Ostateczny wynik.



Ostatecznym wynikiem jest profil termiczny w 3D. Tutaj inżynier może obliczyć takie parametry jak: temperatura spawanych materiałów na ramieniu i końcu trzpienia, jak również pobór mocy (lub energii cieplnej).



Dziękuję za uwagę