

NAPĚŤOVO-DEFORMAČNÁ ANALÝZA TAVNÝCH METÓD ZVÁRANIA

STRESS – STRAIN ANALYSIS OF FUSION WELDING METHODS

Helena KRAVÁRIKOVÁ

Autor: **Ing. Helena Kraváriková, PhD.**
Pracovisko: **Ústav výrobných systémov a aplikovanej mechaniky,
Materiálovotechnologická fakulta STU**
Adresa: **Rázusova 2, 917 24 Trnava, Slovenská republika**
Tel.: **+421 33 5511 601**
E-mail: **helena.kravarikov@stuba.sk**

Abstract

Príspevok opisuje spôsob riešenia napätí a deformácií vznikajúcich v procese tavného spôsobu zvárania pomocou využitia numerickej simulácie. Uvedený postup riešenia pre vyhotovenie ľubovoľného tvaru zvaru ako aj zvaranej súčiastky numericou simuláciou pomocou MKP (metóda konečných prvkov) v programovom súbore ANSYS je všeobecný. Výsledky riešenia napäťovo-deformačnej analýzy podľa uvedeného spôsobu riešenia pre daný typ úloh sú graficky zobrazené.

The article describe the solution method of stress and strain creating in the fusion welding method by using of numerical simulation. The proposed solution method for the creation of weld joint shape and also the welded equipment by FEM (finite element method) numerical simulation in the ANSYS is general. The solution results of stress – strain analysis according to solution method for the choosen type of task are present in graph.

Key words

MKP, napätia, deformácie, numericá simulácia, ANSYS

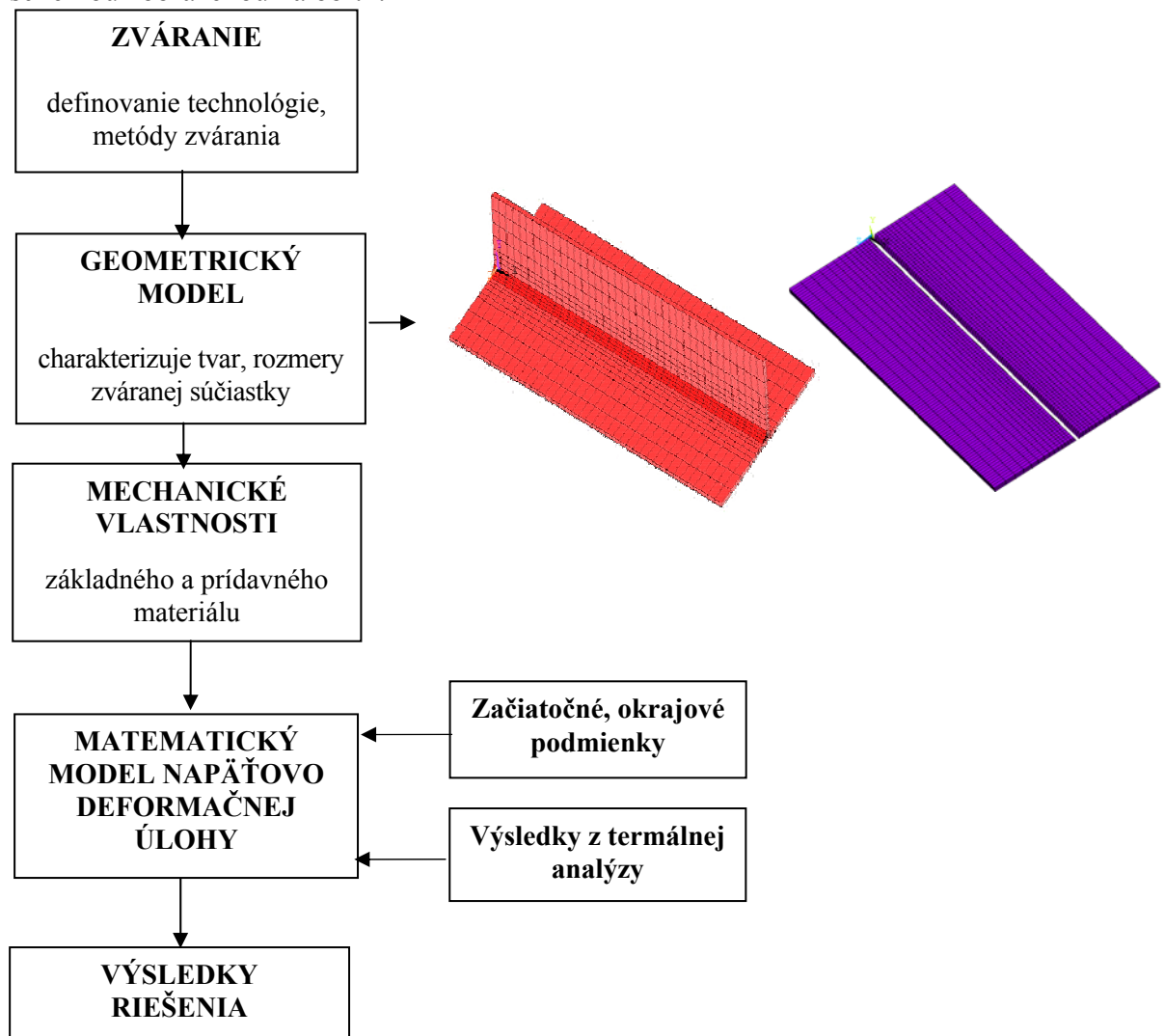
FEM, stress, strain, numerical simulation, ANSYS

Úvod

V dôsledku vneseného tepla pri tavnom spôsobe zvárania vznikajú vo zváranom materiáli napätia a deformácie. Napätia a deformácie sú nežiaducim javom, preto sa snažíme ich eliminovať na minimálne prípustné hodnoty tým, že robíme ich predikciu, ktorá je nutná z hľadiska návrhu a využitia zvaru respektíve celej zvaranej konštrukcie. Predikciu je možné riešiť nielen klasickými metódami, ale aj inými modernými diagnostickými spôsobmi. Jedným z nich je využívanie počítačovej techniky s určením napätí a deformácii numericou simuláciou pomocou MKP.

Riešenie napät'ovo-deformačnej úlohy v procese zvárania

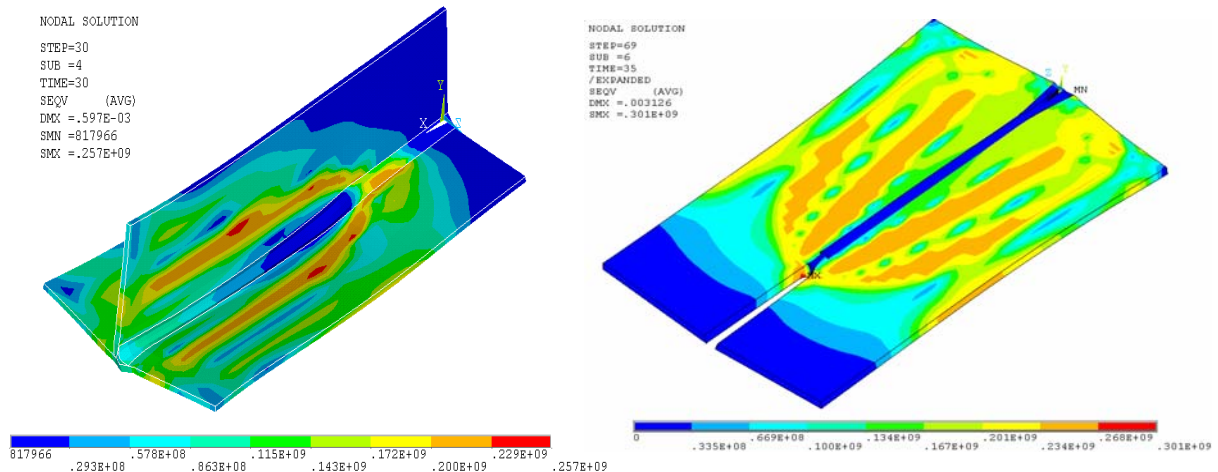
Na základe zvolenej technológie tavného spôsobu zvárania pre daný tvar zváratej súčiastky ako aj určený typ zvaru na určenie napätí a deformácií, pomocou MKP v programovom súbore ANSYS, je najskôr potrebné riešiť tepelnú úlohu (1). Pri riešení napät'ovo-deformačnej úlohy sa použije geometrický model z termálnej analýzy, ktorému je potrebné zadať mechanické vlastnosti zváraného a prídavného materiálu v závislosti na zmene teploty. Jedná sa hlavne o modul pružnosti, koeficient dĺžkovej roztlačnosti, medzu klzu a tangenciálny modul pružnosti. Geometrický model doplnený mechanickými vlastnosťami je potrebné správne uložiť odobratím stupňov voľnosti. Pri riešení štruktúrálnej úlohy je potrebné určiť matematický model. Pre daný typ úlohy sú matematickým modelom rovnice elasticity. Určený model je potrebné zaťažiť a doplniť začiatocnými a okrajovými podmienkami. Pri riešení napät'ovo-deformačnej úlohy použijeme výsledky z tepelnej úlohy ako zaťaženie. Ak máme výsledky z termálnej analýzy, potom môžeme spustiť riešenie v programovom súbore ANSYS. Napät'ová analýza procesu zvárania v programovom súbore ANSYS prebieha ako nestacionárna a nelineárna úloha. Výsledkom riešenia štruktúrálnej úlohy je priebeh napätí a deformácií v jednotlivých smeroch súradnicového systému počas celého procesu zvárania až do vychladnutia zváratej súčiastky. Spôsob riešenia napät'ovo-deformačnej úlohy pomocou MKP v programovom súbore ANSYS je možné vyjadriť schémou zobrazenou na obr.1.



Obr. 1. Schéma riešenia napät'ovo-deformačnej úlohy

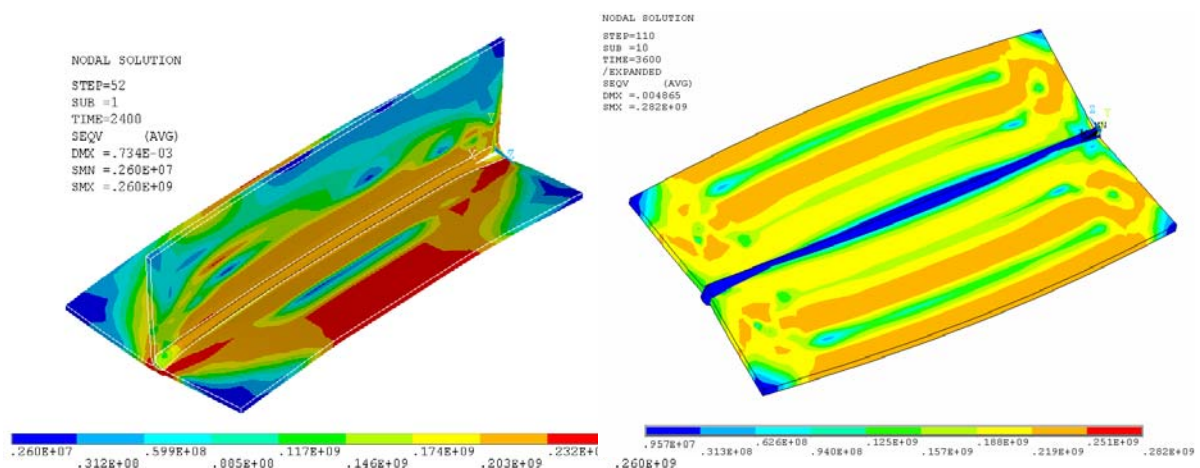
Výsledky riešenia

Výsledkami štruktúrálnej úlohy sú priebehy napätí a deformácií počas zvárania ako aj po vychladnutí zvarku. Na obrázkoch sú pre ilustráciu uvedené grafické výstupy napätí a deformácií jednovrstvového kútového a plochého zvaru, vyhotoveného metódou zvárania GMAW/GTAW [3, 4] pomocou MKP v programovom súbore ANSYS. Priebehy Misesových napätí počas ustáleného procesu zvárania pri kútovom aj tupom zvare [3, 4] je zobrazený na obr. 2.



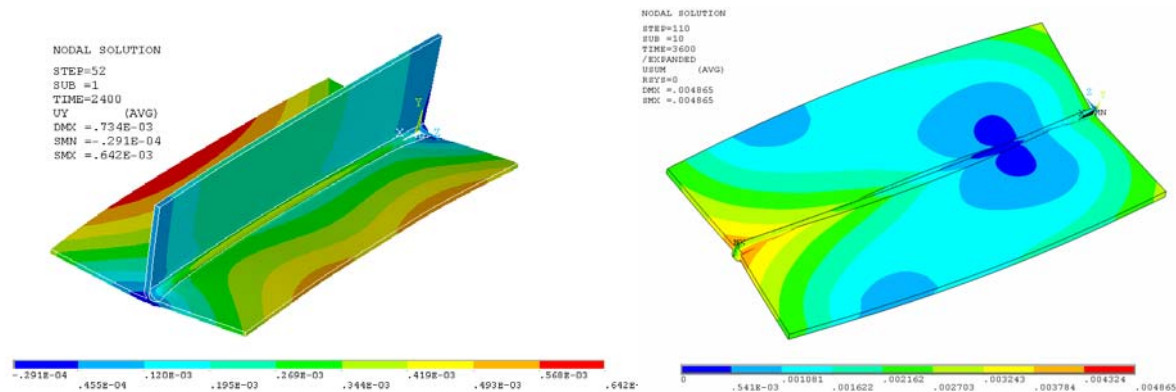
Obr. 2. Priebeh Misesových napätí počas zvárania [3, 4]

Na obr. 3 je znázornený priebeh Misesových napätí kútového zvaru a tupého zvaru po vychladnutí zvarku na teplotu okolia. Maximálne hodnoty zvyškových napätí sa pohybujú v prípade kútového zvaru 203 MPa a tupého zvaru v rozmedzí 157 až 219 MPa [3, 4].



Obr. 3. Priebeh Misesových napätí po vychladnutí zvaru (3, 4)

Po vychladnutí zváraného materiálu, v dôsledku vneseného tepla, prevládajú buď napätia alebo deformácie. Obr. 4. znázorňuje deformácie kútového a tupého zvaru po vychladnutí zvaru na teplotu okolia [3, 4].



Obr. 4. Priebeh deformácií po vychladnutí zvaru [3, 4]

Záver

Na základe opísaného spôsobu riešenia napät'ovo-deformačnej úlohy pomocou numerickej simulácie je možné riešenie ľubovoľného tvaru zváranej súčiastky s využitím technológie tavného spôsobu zvárania pre vyhotovenie zvoleného typu zvaru. Grafické výstupy výsledkov napät'ovo-deformačných úloh kútového a tupého zvaru boli dosiahnuté na základe popísaného postupu riešenia štruktúrálnej úlohy pomocou MKP v programovom súbore ANSYS.

Príspevok bol vypracovaný s podporou projektov MŠ SR VEGA 1/0832/08.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] TREBUŇA F., ŠIMČÁK F., JURICA V. *Pružnosť a pevnosť I*. Košice: Viena, 2000.
- [2] TSO - LIANG, T., PENG - HSIANG, C., WEN - CHENG, T. Effect of welding sequences on residual stresses. In *Computers and Structures*, 2002, roč. 11.
- [3] HAGARA, O. *Napät'ová a deformačná analýza zvarového spoja*. Diplomová práca. Trnava: MtF STU Trnava, 2004.
- [4] TULALA, A. *Teplom ovplyvnená oblasť a napät'ovo-deformačná analýza zvarového spoja*. Diplomová práca. Trnava: MtF STU Trnava, 2005.