

## FEM ANALYSIS OF HOSE SPRING CLAMP DEFORMATION BEHAVIOUR

### FEM ANALÝZA DEFORMAČNÍHO CHOVÁNÍ HADICOVÉ SPONY

**Pavel HRONEK<sup>1+2</sup>, Ctibor ŠTÁDLER<sup>2</sup>,**

**Bohuslav MAŠEK<sup>2</sup>, Zdeněk CHVAL<sup>1</sup>**

#### 1 Úvod

Pružinové spony slouží k fixaci hadic na koncovkách nebo trubkách. Dokážou efektivně vyvodit požadovanou svěrnou sílu. Hlavní výhodou pružinových spon oproti klasickým je, že samočinně zajišťují sevření hadice na koncovce a to i při teplotních dilatacích průměru hadice a koncovky. Spony této konstrukce se nepoužívají pro vysoké tlaky nebo velké hadice, kde by bylo nutné příliš masivní provedení pro vyvození dostatečné svěrné síly a zároveň by nebylo možné sponu navléknout pouze pomocí ručních nástrojů.

Spony jsou používány zejména pro aplikace v hromadné výrobě. Typické použití je v pohonných systémech automobilů. Jsou vyráběné z pružinové oceli. Při nasazování se spona pomocí kleští roztáhne, čímž dojde ke zvětšení jejího průměru. Sponu lze volně nasunout na hadici, umístit do finální polohy. Při uvolnění kleští dojde k sevření spony.

Vlastnosti spon:

- Patentovaná asymetrická konstrukce
- Stejněměrné stlačení hadice
- Velký upínací rozsah
- Nepoškozuje hadici
- Různé šířky pásku
- Různé materiály



Clamp FBS



Anox W1

Obr.1 Příklady hadicových spon [2] a [3]

## 1.1 Praktické využití pružných spon



Obr. 2 Využití spon v motorech automobilů [4]

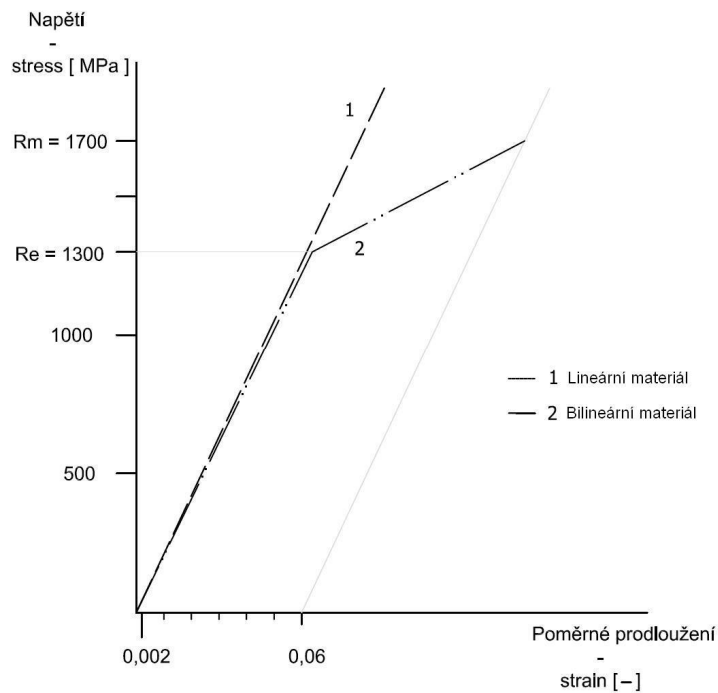
## 2 Analýza deformačního chování spony při montáži

Úlohou analýzy bylo zjistit chování spony při montáži, stanovit rozložení maximálních deformací a najít příčinu lokálního poškození povrchové vrstvy vytvářející antikorozi ochranu.



Obr.3 Místo porušení povrchové vrstvy

### 2.1 Základní předpoklady výpočtu

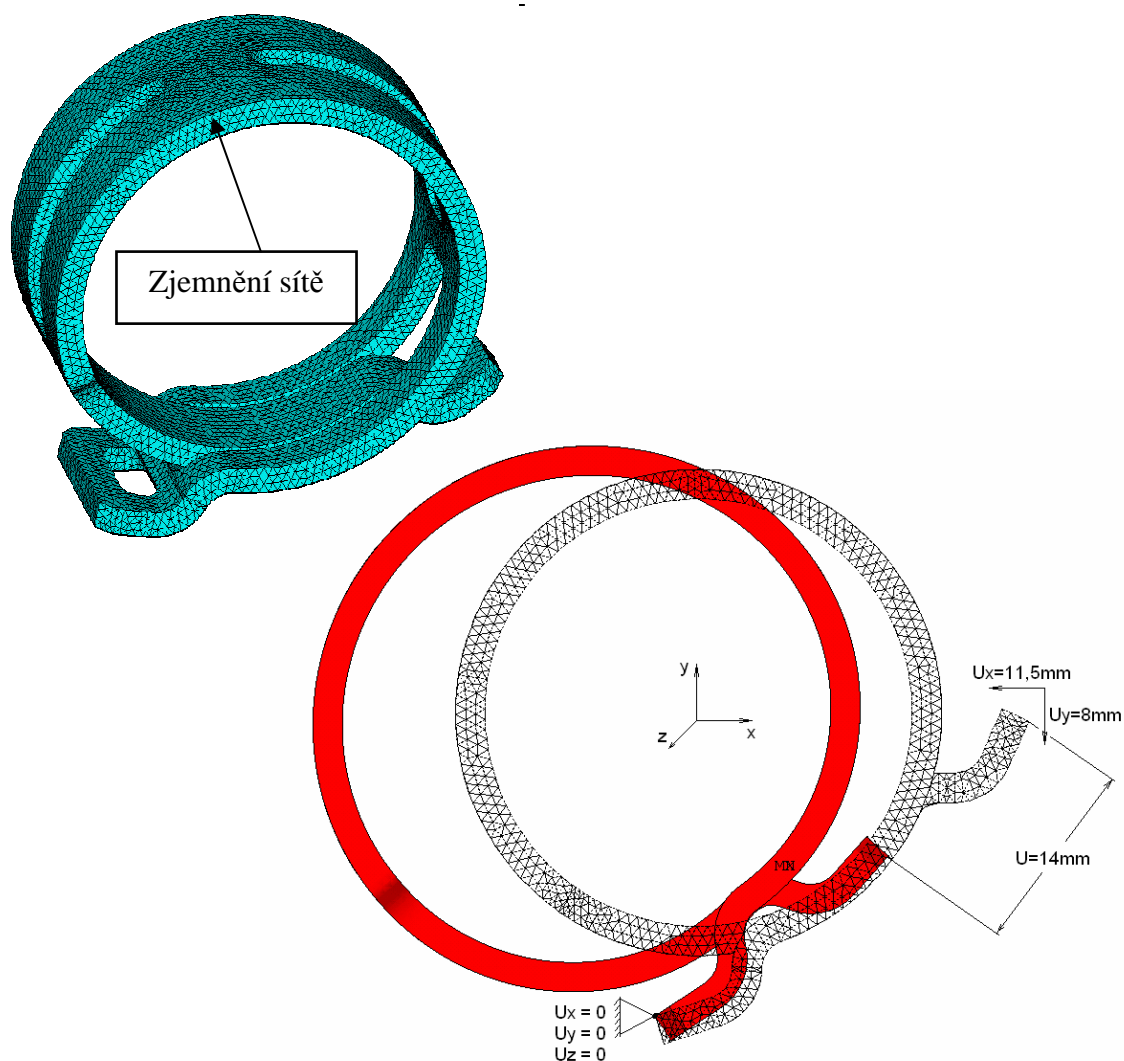


Obr.4 Idealizované napětí-ově-deformační chování simulovaných materiálů

Výpočtem byly provedeny dvě základní analýzy spony. První analýza předpokládala pružné chování materiálu v celém rozsahu napětí a deformací s modulem pružnosti  $E=210000$  MPa a poissonovým číslem  $\mu=0,3$ . Ve druhé analýze bylo uvažováno s pružně plastickým chováním materiálu. Pro zjednodušení byla provedena lineární aproximace s mezí kluzu  $Re=1300$ MPa, mezí pevnosti  $Rm=1700$ MPa při tažnosti  $A=6\%$  (obr.4).

## 2.2 Okrajové podmínky

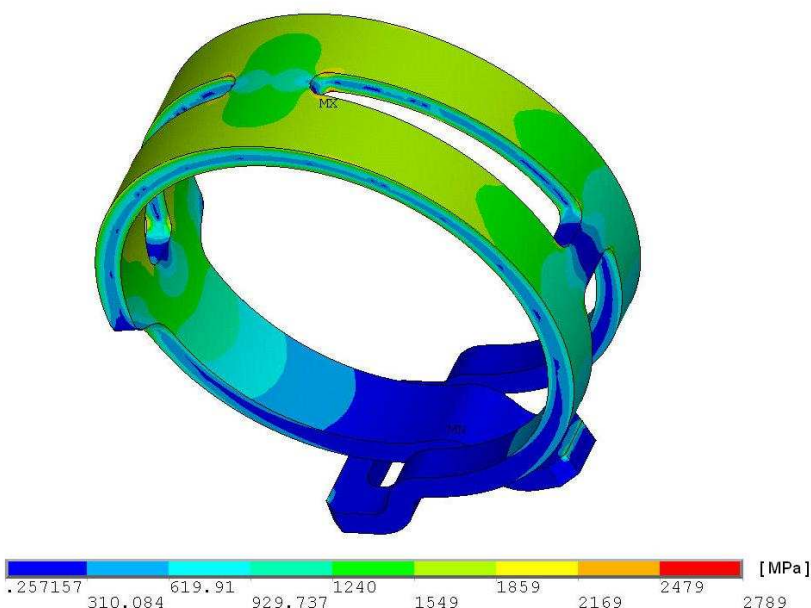
Model spony byl nasíťován pomocí tetraedrických objemových prvků se zjemněním sítě v oblasti odlehčení spony (obr.5). Okrajové podmínky byly nastaveny tak, že spona byla na koncové hraně většího ze dvou konců upevněna ve všech směrech- x,y,z, přičemž byly ve všech směrech povoleny rotace okolo této hrany. Napětí bylo vyvozeno posuvem, které simulovalo skutečné rozevření kleštěmi. Na koncové hraně menšího konce byl zadán posuv v osách x a y tak, aby došlo ke správnému rozevření.



Obr.5 Model a okrajové podmínky výpočtu

### 2.3 Výsledky analýzy pro ideálně pružné chování materiálu

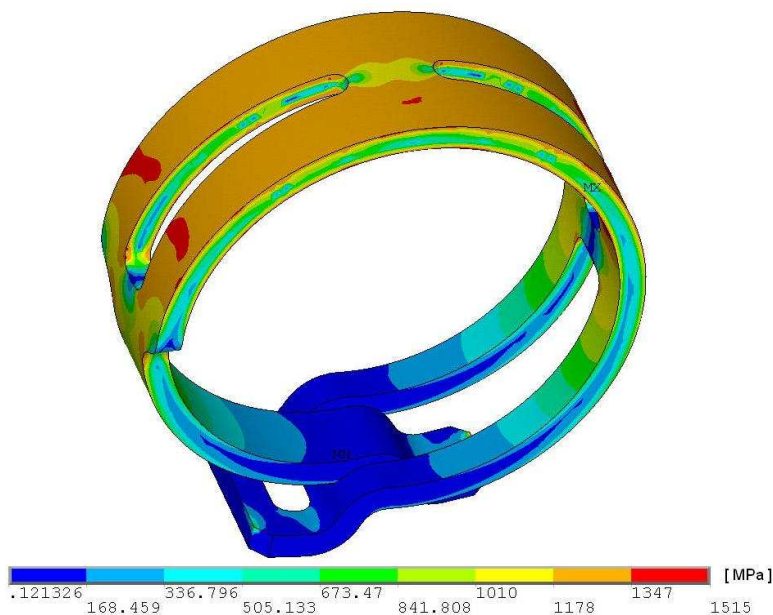
Lineární materiál byl v tomto výpočtu zadán pouze modulem pružnosti  $E=210000$  MPa a poissonovým číslem  $\mu=0,3$  s předpokladem neomezené platnosti hookova zákona v celém rozsahu deformace. Maximální napětí v oblasti konstrukčního odlehčení spony dosahovalo hodnoty 2789 MPa. Vzhledem k tomu, že spona byla vyrobena z pružinové oceli nebylo možno tato napětí považovat za reálná. Proto bylo nutno změnit materiálový model na pružně-plastický.



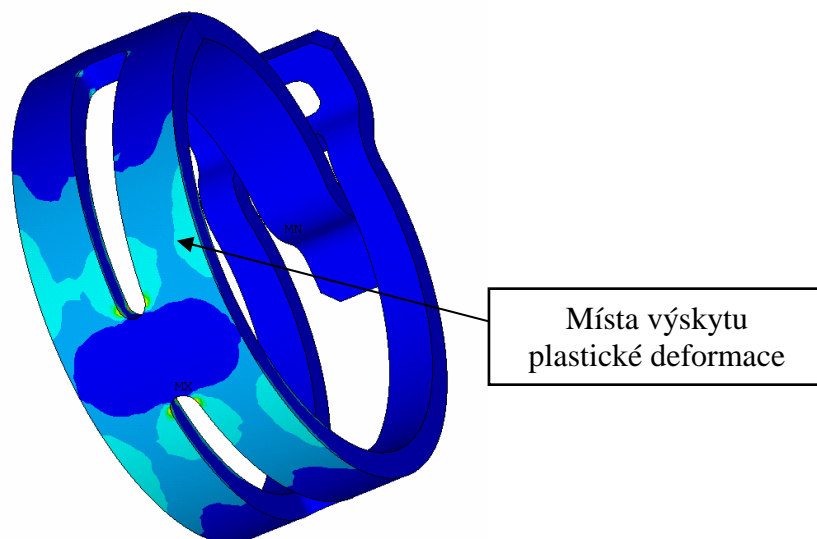
Obr.6 Redukované napětí – ideálně pružné chování materiálu

### 2.4 Výsledky analýzy pro pružně-plastické chování materiálu

Pružně-plastické chování bylo v tomto výpočtu zadáno modulem pružnosti  $E=210000$  MPa, poissonovým číslem  $\mu=0,3$  a hodnotami pro idealizovanou pružinovou ocel (obr.4). Výsledky analýzy naznačily možnou příčinu poškození povrchové vrstvy v místech s největším napětím. Místa s největším napětím a lokální deformací jsou téměř totožná s místy, kde dochází k poškození vrstvy (obr.3) Na těchto místech dochází k lokální plastické deformaci a v některých případech může tato disproporce plastické deformace mezi materiálem spony a materiálem vrstvy způsobovat kohezní porušení na stykové ploše obou materiálů.



Obr.6 Redukované napětí – pružně-plastické chování materiálu



Obr.7 Znáznornění míst s výskytem lokální plastické deformace

Uvedený výpočet byl ověřen změřením reakcí v upevnění (tab.1). Experimentálně byla zjištěna síla 275N odpovídající výsledkům výpočtu pro pružně plastické chování materiálu.

**Tab.1 Porovnání vybraných výsledků výpočtů**

	stress- von misses [ MPa ]	strain – elastik [ - ]	strain – plastik [ - ]	strain – total [ - ]	reakce [ N ]
pružné chování materiálu	2789	0,01382	-	0,01382	300
pružně-plastické chování materiálu	1515	0,00726	0,008841	0,01532	275

### 3 Závěr

Výsledek FEM analýzy prokázal lokální nehomogenní plastické deformace základního ocelového materiálu spony v kritických místech, kde docházelo k přednostnímu porušování koheze povrchové vrstvy. Výpočet naznačil variantní možnosti řešení problému a to buď změnou konstrukce spony, což by mohlo vést k ovlivnění svěrných sil, nebo optimalizováním antikorozi povrchové vrstvy včetně technologie jejího nanášení.

### Literatura

- [1] ANSYS Users Manual: Release 10.0 documentation for Ansys
- [2] Internet link: [www.anox.cz/perove-spony-w1](http://www.anox.cz/perove-spony-w1)
- [3] Internet link: [http://en.wikipedia.org/wiki/Hose\\_clamp](http://en.wikipedia.org/wiki/Hose_clamp)
- [4] Internet link: [www.turbomaster.com/adaptor\\_instruction](http://www.turbomaster.com/adaptor_instruction)