

## RECENZE DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Autor:** Bc. Marek Špaček  
**Téma práce:** Deformační analýza materiálu pomocí vysokorychlostních kamer  
**Vedoucí DP:** Ing. Jiří Sobotka, Ph.D.  
**Konzultant DP:** doc. Ing. Pavel Solfronk, Ph.D.  
**Škola:** Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra strojírenské technologie, Oddělení tváření kovů a plastů  
**Vydáno:** Liberec, 2015

Diplomová práce obsahuje 68 stran a I přílohu a je rozdělena do čtyř základních kapitol.

Po stručném úvodu následuje teoretická část (kap. 2), v níž jsou nashromážděny teoretické poznatky související s tématem této práce. Tato část působí přehledně a je rozčleněna do čtyř podkapitol. Nejprve je zde cca na 10 stranách popsána oblast fotogrammetrie, její zařazení, využití a rozdělení. Blíže jsou popsány moderní bezkontaktní optické systémy využívané v technické praxi. V další podkapitole jsou popsány diagramy mezních přetvoření s uvedením dvou experimentálních metod pro sestavování těchto diagramů. Dále se diplomant zaměřuje na zkoušky vrubové houževnatosti a na rychlost deformace a jeho vliv při procesu tváření. Poslední podkapitola teoretické části je soustředěna na vysokorychlostní kamery, jako experimentální nástroj.

Ve 3. kapitole označené jako Experimentální část diplomant představuje dva typy provedených zkoušek – zkoušku vypínáním při vyšší rychlosti deformace a rázovou zkoušku v ohybu. Pro obě tyto zkoušky je v práci uvedena příprava zkušebních vzorků, postup přípravy vysokorychlostních kamer PHOTRON s optickým měřicím systémem ARAMIS a příprava experimentálního pracoviště. Dále je zde popsán postup jednotlivých zkoušek a jejich vyhodnocení. Zjištěné výsledky jsou představeny v číselné i grafické podobě.

Závěr (kap. 4) je rekapitulací této práce. Diplomant zde shrnuje dosažené výsledky a možnosti využití vysokorychlostních kamer PHOTRON v kombinaci s optickým měřicím systémem ARAMIS.

### Připomínky k práci:

Nejprve mám několik obecných připomínek:

V celé práci se vyskytují osamocené předložky na konci řádků, což znesnadňuje proces čtení a autor by se tohoto měl vyvarovat používáním pevných mezer za předložkami.

Dále bych doporučoval dodržování jednotného psaní (malým či velkým písmem) některých názvů. V rámci jednoho odstavce diplomant píše Aramis i ARAMIS.

Z grafického hlediska by bylo vhodné, kdyby titulky obrázků byly odděleny větší mezerou v řádkování od samotného textu.

Doporučoval bych vzhled nadpisů druhé, třetí a čtvrté úrovně více od sebe odlišit, aby bylo patrné, který je na vyšší úrovni.

V práci se kromě některých překlepů opakovaně objevilo několik gramatických chyb ve shodě podmětu s přísudkem.

Na str. 22 jsou v obrázku označena napětí, nikoli síly, jak se píše v titulku. Dále je chyba u indexu napětí ve vztahu (2).

Na str. 31 je nesprávně napsáno „Sharpyho“ kladivo. Správně má být Charpyho.

Na str. 36 se hovoří o exponentu deformačního zpevnění. Pro lepší představu by bylo vhodné uvést aproximační vztah, kde tento parametr vystupuje.

Na str. 41 jsou uvedeny parametry kamery PHOTRON. Zde je chybně uvedeno, že kamera může nahrávat s rozlišením 1.024 x 1.024 pixelů se snímkovou frekvencí 1.000 až 60.000 fps. Tato kamera je schopna při tomto plném rozlišení snímat „pouze“ rychlostí 1.000 fps. Vyšší snímková frekvence je možná pouze za cenu snížení rozlišení (viz katalogový list kamery v příloze DP).

Na str. 46 postrádám uvedení materiálu tažníku.

V kap. 3.1.3 bych doporučil nejprve ukázat fotografii celého pracoviště pro zkoušku vypínáním a pak teprve jednotlivé detailnější fotografie. Dále bych měl i výtku ke stylu popisu zkoušky. Některé použité formulace nejsou v technickém popisu příliš vhodné (např.: „Dole byl připraven člověk s tlačítkem“, „kamera viděla“ apod.).

Na str. 50. v kap. 3.1.5 *Vyhodnocení zkoušky vypínáním* se píše o průběhu přípravy zkoušky. Tato část patří do jedné z předchozích kapitol.

Na str. 51 je uvedena deformační rychlost při zkoušce vypínáním. Při jaké rychlosti zatížení byla zkouška provedena?

Na str. 52 je vizualizace výsledku zkoušky. Vyhodnocení probíhá v diskrétních bodech, jejichž vzájemná vzdálenost je dána velikostí elementů sítě. Jaká je velikost takového elementu?

Na str. 54 se píše, že padostroj INSTRON využívá k urychlení tělesa zkrutných pružin. Domnívám se, že by se mělo jednat spíše o tlačné (vinuté válcové) pružiny.

Na str. 56 diplomant uvádí, že byly provedeny tři pokusy o měření při 15.000 fps, kde první pokus se nezdařil z důvodu rozmazaných snímků. Proč další dva pokusy již byly v pořádku? Byla změněno nastavení závěrky kamery? Možná by bylo vhodné uvádět i údaje jako nastavení závěrky a velikosti clony.

Na str. 60 se píše, že deformační rychlosti dosahují hodnot přibližně  $30 \text{ s}^{-1}$ . V jakém místě? Na vnějším tahovém vlákně?

V kap. 3.2.5 *Vyhodnocení rázové zkoušky* bych rád viděl diskuzi o přesnosti použité metody, resp. o vztahu hustoty deformační sítě se zkušebním tělesem opatřeným vrubem. V okolí vrubu, kde dochází ke koncentraci napětí, bude zvýšená míra přetvoření. Lze deformační síť zjemnit? Pokud ano, za jakou cenu?

Jiné výhrady k diplomové práci nemám. Je zřejmé, že autor prokázal schopnost pracovat s nabytými znalostmi a s uvedenými informačními zdroji. Grafická stránka práce je

na velmi dobré úrovni. Celá práce, až na drobné výjimky, působí uspořádaným a přehledným dojmem.

Téma diplomové práce považuji za aktuální. Vzhledem k tématu této práce je třeba ocenit, že se diplomant musel seznámit a naučit se pracovat se zkušební a měřicí technikou (vysokorychlostní kamery, pneumatické dělo, padostroj, optický měřicí systém ARAMIS). Zároveň hodnotím kladně odvahu pustit se do tématu, u kterého je výsledek předem nejistý.

Poznatky o možnosti připojení vysokorychlostních kamer k optickému měřicímu systému ARAMIS považuji za cenné pro praxi.

Přestože je v práci několik výše jmenovaných chyb či nedostatků, dle mého názoru diplomant cíle zadání splnil. Práce splňuje požadavky na udělení odpovídajícího akademického titulu, a proto doporučuji diplomovou práci k obhajobě.

Otázky doporučené k obhajobě:

- 1) Popište rozložení rychlosti deformace v rámci tloušťky ohýbaného vzorku. Kde je rychlost deformace nejvyšší a kde naopak nejnižší?
- 2) V práci jsou uvedeny výsledky deformace v ohybu. Jsou zde tahové (na vnější ohýbané straně) a tlakové (na vnitřní ohýbané straně) deformace. Kde se asi bude nacházet neutrálná osa a které parametry ovlivňují její polohu?
- 3) Zajímalo by mne, kolik snímků v průběhu zatížení kamera dokázala zaznamenat a zdali se vyhodnocovaly deformace i u jiných snímků.

V Liberci dne: 4. 6. 2015



Ing. Petr Horník

# RECENZE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor DP: Marek Špaček

Téma práce: Deformační analýza materiálu pomocí vysokorychlostních kamer

Diplomovou práci hodnotím klasifikačním stupněm:

**„VELMI DOBŘE“**

V Liberci dne 4. 6. 2015



Ing. Petr Horník