

# POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

**Název práce: Využití hydroformingu při vytváření strukturovaného povrchu solárního panelu**

**Autor disertační práce: Ing. Jan Řiháček**

Posudek zpracoval: **doc. Ing. Zdeněk Lidmila, CSc., FSI VUT v Brně**

V disertační práci pana Ing. Jana Řiháčka jsou shrnuty závěry z jeho práce při posuzování a optimalizaci procesních parametrů spojených s výrobou solárního panelu se strukturovaným povrchem metodou hydroformování.

## ***Aktuálnost tématu disertační práce.***

Téma disertační práce, zaměřené na využití sluneční energie, pokládám za vysoce aktuální. Konečným cílem řešeného úkolu, k jehož splnění přispívá výrazným způsobem předložená disertační práce, je zavedení výroby konstrukčně nového solárního absorbéru. Oproti klasickému řešení solárního kolektoru, kde je teplo přenášeno zpravidla z rovinné absorpční plochy do teplotnosného média proudícího v trubce, je navržený absorbér "polštářové konstrukce". To znamená, že teplotnosná kapalina proudící v meandrovité struktuře absorbéru, má přímý styk s celou ohřívanou plochou panelu. Přičemž je využití sluneční energie dopadající na povrch absorbéru díky jeho strukturovanému povrchu výrazně intenzifikováno.

## ***Splnění stanovených cílů.***

Stěžejním cílem disertační práce bylo stanovení podmínek nutných pro využití technologie hydroformování při výrobě solárního panelu se strukturovaným povrchem. Dílčí cíle jsou definovány v kap.1 práce, zde jsou stanoveny čtyři hlavní a pět doprovodných cílů. Hlavní cíle specifikují požadované geometrické a procesní podmínky technologie hydroformování, doprovodné cíle vytyčují úkoly, jejichž splnění je nezbytné pro naplnění hlavních cílů.

Pro vytipované plechy vhodné k výrobě deskového solárního absorbéru stanovil disertant experimentálně potřebné materiálové charakteristiky, které následně využil při numerické simulaci procesu hydroformování. S využitím softwaru Sysweld získal údaje o tepelně ovlivněné oblasti vzniklé při svařování plechů absorbéru, které využil pro zpřesnění materiálového modelu simulace lisování. Navrhl a realizoval zkušební lisovací přípravek a výstupy získané teoretickou simulací procesu konfrontoval s výsledky získanými při zkouškách lisování. Na podkladě získaných údajů pak optimalizoval procesní a geometrické veličiny procesu.

Stanovením podmínek pro získání maximálně dosažitelné hloubky prolisů, vytvářených hydroformováním na povrchu obvodově svařených plechů z austenitické chromniklové korozivzdorné oceli, pak splnil doktorand stanovené cíle své disertační práce.

### ***Postup řešení, výsledky a konkrétní přínos doktoranda.***

Řešená problematika je zpracována komplexně, s dobrou orientací disertanta v jednotlivých řešených oblastech. Celkovou koncepci řešení i postup při zpracování dílčích úkolů pokládám za správné. Po navržení celkové koncepce solárního panelu s jehlancovitými prolisy a stanovení cílů práce si disertant nejprve vytvořil potřebné předpoklady pro jejich naplnění. Pro zvolený materiál zpracovávaných plechů tloušťky 0,5 a 0,8 mm experimentálně stanovil křivky zpevnění a s využitím modifikované Erichsenovy zkoušky, následně i křivky mezní tvařitelnosti. Zmapoval vliv svařování plechů solárního panelu na jejich lisovatelnost. Vytvořil numerický model hydroformovacího procesu a pro ověření a optimalizaci výsledků získaných teoretickou simulací navrhl a využil kazetový lisovací přípravek.

Výsledkem práce je pak optimalizovaná závislost mezi tlakem tvářecího média, vrcholovým úhlem jehlanců nástroje a poloměrem zaoblení jejich vrcholové části. Pro středový svar pak také optimalizovaný poloměr jeho zakončení. Nezodpovězenou otázkou zde zůstává porovnání účinnosti solárního panelu s jehlanci s vrcholovým úhlem 60° a 90°.

### ***Význam pro praxi a rozvoj vědního oboru.***

Výsledky disertační práce Ing. Jana Řiháčka jsou cenné jak z pohledu teoretického přínosu, tak pro praktickou využitelnost. S využitím numerické simulace bylo teoreticky řešeno vytváření prostorově komplikovaných tvarů povrchu tvářené součásti. Konfrontace s prakticky vylisovanými dílci pak potvrdila správnost zvoleného postupu.

Simulací predikovaného ztenčení plechu při hydroformování, s využitím implicitního a explicitního algoritmu řešení a následnou konfrontací získaných výsledků se skutečně naměřenými hodnotami, stanovil disertant, že pro danou aplikaci je vhodnější využít explicitní algoritmus.

Z pohledu praktického využití výsledků práce prokázal disertant možnost vytváření strukturovaného povrchu ve tvaru jehlanců s vrcholovým úhlem 90 a 60°. Vytvoření takového povrchu absorberu se zvětší jeho teplosměnná plocha a eliminuje vliv jeho orientace vůči dopadajícímu slunečnímu záření.

### ***Formální úprava a jazyková úroveň práce.***

Po formální stránce je předložená disertační práce, která je tvořena 109 stranami textu a 34 stranami příloh, zpracována na velmi dobré úrovni. Text práce, obrázky i přílohy jsou vesměs pečlivě sestavené, práce je napsána prakticky bez překlepů a chyb.

### ***Závěr:***

Disertační práci Ing. Jana Řiháčka považuji za velmi dobře a pečlivě zpracovanou. Téma práce je aktuální, zvolené postupy a experimentální metody využití při jejím zpracování jsou správné. Výsledky vědecké práce pana ing. Jana Řiháčka jsou cenné pro rozvoj vědního oboru, ale bezpochyby najdou i praktické využití. **Na základě uvedeného doporučuji udělit panu Ing. Janu Řiháčkovi akademický titul Ph.D.**

# STANOVISKO K PŘEDLOŽENÝM TEZÍM DISERTAČNÍ PRÁCE

*Název práce:* **Využití hydroformingu při vytváření strukturovaného povrchu solárního panelu**

*Autor disertační práce:* **Ing. Jan Řiháček**

Stanovisko zpracoval: **doc. Ing. Zdeněk Lidmila, CSc., FSI VUT v Brně**

Zkrácená verze (Teze) disertační práce zpracovaná Ing. Janem Řiháčkem koresponduje s jeho disertační prací. Ve zkrácené verzi disertační práce jsou obsaženy všechny podstatné skutečnosti uváděné ve vlastní práci. Členění tezí je v souladu s požadavky pro jejich publikování v Edici PhD Thesis.

V Brně 29.10.2017