



Stručný popis projektu:

Projekt „Robotický simulátor pre experimentálne testovanie privárania svorníkov vo vákuu“ je zameraný na výskum a vývoj technológie privárania svorníkov v extrémnych podmienkach vákuu ($< 5 \times 10^{-3}$ Pa) pre vesmírne aplikácie. Cieľom projektu je vytvorenie laboratórneho robotického simulátora, ktorý umožní experimentálne testovanie a optimalizáciu procesu privárania svorníkov na modelové povrchy kozmických konštrukcií.

Projekt zahŕňa tri hlavné aktivity:

1. Výskum a vývoj simulátora – návrh a výroba prototypu simulátora s využitím robotického ramena upraveného pre vákuové prostredie, vývoj koncového efektora so systémom pre vytvorenie elektrického kontaktu aj cez nevodivé povrchy, automatizovaný zásobník na 50 svorníkov a SWIR senzor pre monitoring procesu. Súčasťou simulátora bude vákuová komora a senzormi vybavená platňa pre meranie mechanickej odozvy počas zvárania.

2. Výskum a vývoj procesu privárania svorníkov – experimentálne overenie procesu na hliníkových a titánových zliatinách a na nehrdzavejúcej oceli, vrátane nevodivých povrchov, termoizolačných a protiradiačných prikrývok či ochranných náterov. Overenie vplyvu vákuového prostredia na pevnosť a kvalitu spojov a metodika automatizovaného privárania.

3. Analýza zvarových spojov a testovanie mechanických vlastností svorníkov – optická a elektronová mikroskopia, mechanické testy (ťahové, ohybové), analýza difúzných procesov a vplyvu nekovových prímies z nevodivých vrstiev na metalurgiu spoja. Projekt bude realizovaný Ústavom materiálov a mechaniky strojov SAV v jeho výskumných priestoroch, pričom výsledkom bude experimentálne overená technológia privárania svorníkov v laboratórnych podmienkach na úrovni TRL 4. Výstupy projektu poskytnú kľúčové poznatky pre budúce aplikácie v orbitálnych a lunárnych misiách.

Stručný popis prevádzky vákuovej komory:

Vo vákuovej komore bude osadené robotické rameno ABB IRB 2400/16 so zváracím koncovým efektorm a senzorická platňa so vzorkou materiálov.

1. Príprava vzoriek a uzavretie komory
2. Spustenie procesu vákuovania: Automatický proces dosiahnutia požadovanej úrovne vákuu v komore ($< 5 \times 10^{-3}$ Pa).
3. Vykonanie zvaracích skúšok (udržiavanie úrovne vákuu $< 5 \times 10^{-3}$ Pa)
4. Zavzdušnenie komory a jej uvedenie do bezpečného stavu
5. Otvorenie komory a analýza výsledkov skúšok



Možné dopady testov zvaracieho procesu na prevádzku komory:

- Rozptyl častíc v priestore komory, vzniknutých počas procesu zvarania (prevažne kovové častice taveniny s $\varnothing < 2\text{mm}$.)
- Rozptyl spalín a generovanie plynov v priestore komory, vzniknutých počas procesu zvarania, pri zvaraní cez nevodivé povrchy.
- Riziko vzniku nízkoenergetického RTG žiarenia (soft X-rays), z procesu rezania a zvarania Elektrónovým lúčom. Aktivačná energia $< 60\text{keV}$, pri maximálnych zvaracích výkonoch do $10\text{ kW} / 60\text{ kV}$. Nutné budúce doplnenie radiačnej ochrany (Dizajn a realizácia nie je súčasťou aktuálnej ponuky). Príprava na biologickú ochranu pred ionizujúcim žiarením generovaným pri interakcii elektrónového lúča s kovovými materiálmi. Predpokladané parametre elektrónového lúča: maximálne urýchľovacie napätie $U=60\text{kV}$. Maximálny zvarací prúd $I=250\text{ mA}$. Vzdialenosť procesu od steny komory $L=300\text{ mm}$. Orientačná hrúbka ocelevej steny, poskytujúca bezpečnú ochranu pred ionizujúcim žiarením, je $20 - 25\text{ mm}$. Pri stenách s menšou hrúbkou je pri konštrukčnom návrhu potrebné zohľadniť prípravu na dodatočné tienenie (napr. Barytovými materiálmi). Pri návrhu a konštrukcii priezorov je potrebné počítať s použitím skiel pohlcujúcich ionizujúcich žiarenie, patričných energií.