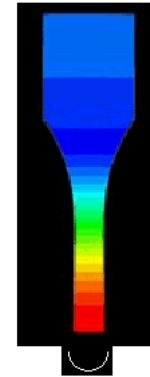


Svařování ultrazvukem

- Princip metody
- Elementární procesy
- Svařovací režimy
- Svařovací zařízení
- Svařovací parametry
- Svařitelnost materiálů
- Typy svarů
- Výhody a nevýhody metody
- Příklady

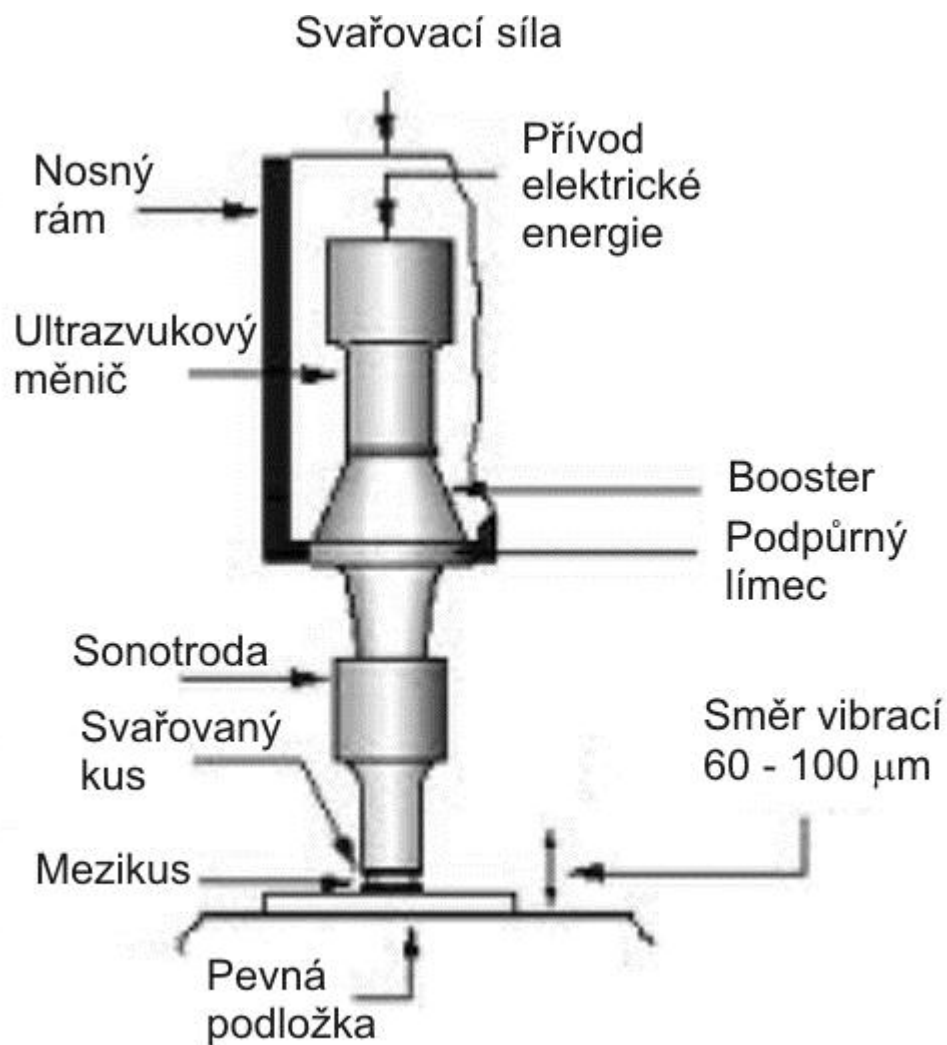


Princip metody

Jde o modifikaci třecího svařování.

- Využívá se mechanického kmitání o vysoké frekvenci – ultrazvuku.
- Dva materiály jsou přitlačeny k sobě. Jeden z nich je pevně fixován. Druhý je rozkmitán frekvencí ultrazvukového měniče.
- Ultrazvukový měnič je s materiálem propojen vlnovodem na tzv. **sonotrodou** zajišťující přenos kmitů do materiálu.
- Vlnovod kromě přenosu upravuje amplitudu kmitů – zvětšuje ji.
- Rozkmitáním rozhraní spojovaných materiálů dochází ke tření a tím nárůstu teploty.
- Dochází k plastické deformaci a přitlakem k následnému promísení materiálu a tím vzniku svarového spoje.
- Zóna plastické deformace tvoří jen do 5% celkové tloušťky spoje.
- Frekvence kmitů se pohybuje mezi 10 – 100 kHz.

Schéma zařízení



Mechanismus vzniku spoje – elementární procesy

Podobné procesy jako při svařování třením, jen v mikropodobě. Tři fáze:

- **Tvorba kontaktů** (působení van der Waalových sil)
- **Aktivace dotykových povrchů** – tvorba aktivních center (dislokace, vakance)
- **Objemové procesy**. Nastávají po utvoření aktivních center. Dochází k plošné interakci spojovaných materiálů. Výsledkem je tvorma mikrosvarů s kovovými vazbami, relaxace napětí, difúze prvků atd.

Mechanismus vzniku spoje – makroskopický pohled

- Tření narušuje vznik oxidů (pokud nedojde k jejich odstranění, nevznikne svarový spoj.
- Zarovnávání povrchových nerovností (teplota stoupá)
- Vznik a zánik vazebních ploch mezi spojovanými materiály (ustálení teploty)
- Vazební plocha se rozšíří na celou spojovanou plochu – dojde k vytvoření spoje.

Svařovací režimy

1. Velké amplitudy a malé přitlačné síly. Charakteristické jsou velké plastické deformace kovů, rychlý nárůst teploty v místě svaru.
2. Malá amplituda a velká přitlačná síla. Lepší pevnost spojů.

Ultrazvukové svářečky jsou řízeny mikroprocesorově s možností nastavení parametrů a jejich aktivního řízení. Jsou k dispozici soubory parametrů, paměť na jejich uložení atp.

Ultrazvukové svářečky



Sonotrody



Detail sonotrody ve svářečce



Ultrazvukové generátory



Svařitelnost materiálů

Příklady možností:

- Materiály s velkou tepelnou vodivostí Al, Cu
- Materiály s rozdílným tepelným odporem (Cu+Fe)
- Materiály s ochrannými vrstvami na povrchu
- Barevné kovy i v legované podobě
- Materiály rozdílných tloušťek
- Plastické hmoty, fólie

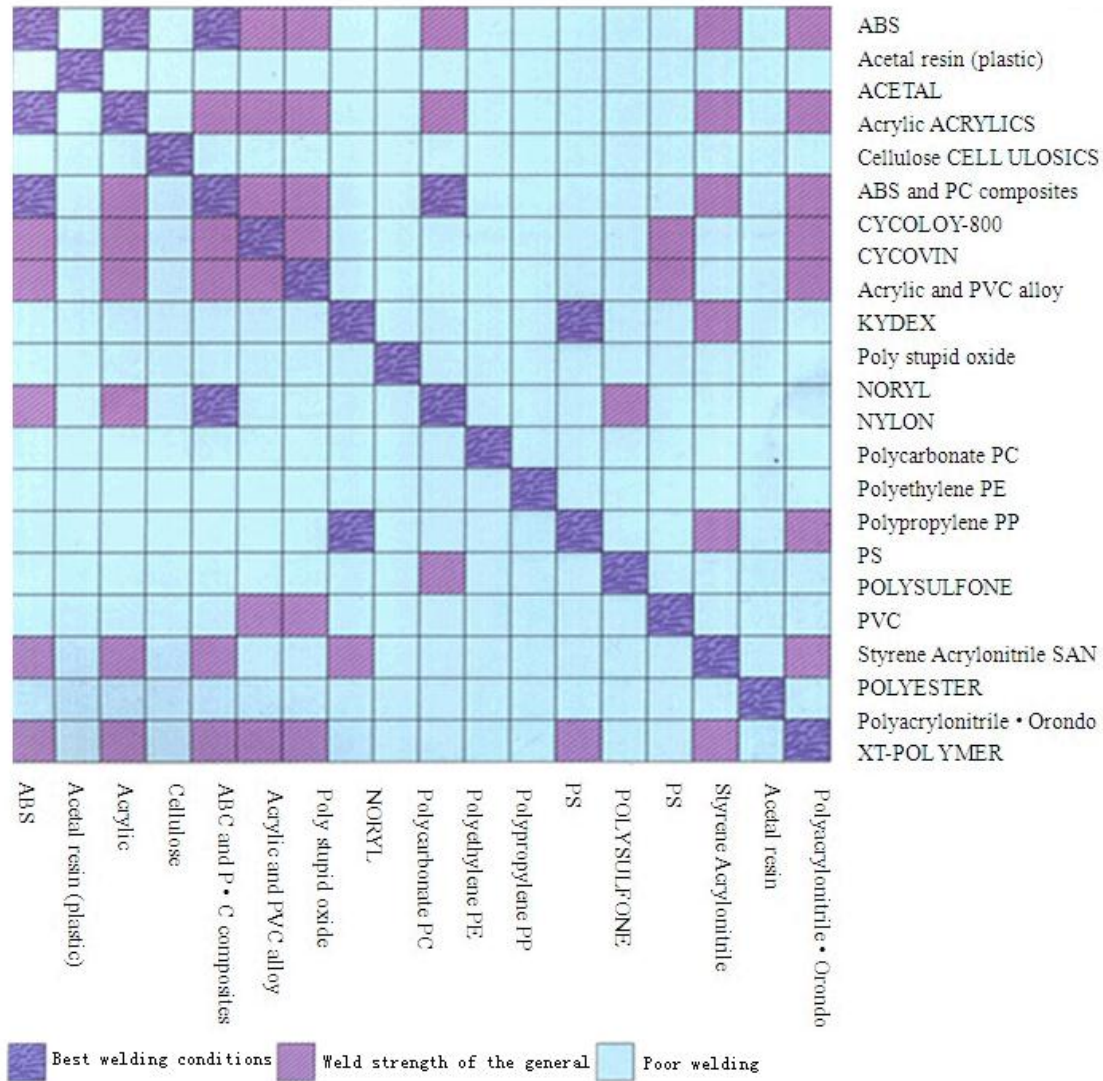
Nelze svařovat materiály obsahující Pb, St, Zn.
Dva rozdílné kovy se svařují lépe než stejné.

Svařitelnost kovů

Ag	Al	Au	Be	Cu	Fe	Ge	Mg	Mo	Nb	Ni	Pb	Pd	Pt	Sn	Ta	Ti	V	W	Zn	Zr		
●	●			●	●		●					●			●			●		●	Ag + slitiny	
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●		●	Al + sl.	
		●		●	●	●				●			●							●	Au	
			●													●					Be + sl.	
				●	●			●		●		●	●		●					●	●	Cu + mosaz
					●			●		●		●	●		●				●	●		Fe
												●										Ge
						●												●				Mg + sl.
							●		●				●		●	●		●		●		Mo + sl.
								●														Nb
									●				●			●						Ni + sl.
										●												Pb
											●											Pd + sl.
												●										Pt + sl.
													●					●				Sn
														●								Ta + sl.
															●							Ti + sl.
																●						V
																	●					W + sl.
																		●				Zn
																				●		Zr + slitiny

● DVOJICE KOVŮ VHODNÁ
PRO SVAŘOVÁNÍ ULTRAZVUKEM

Svařitelnost plastů

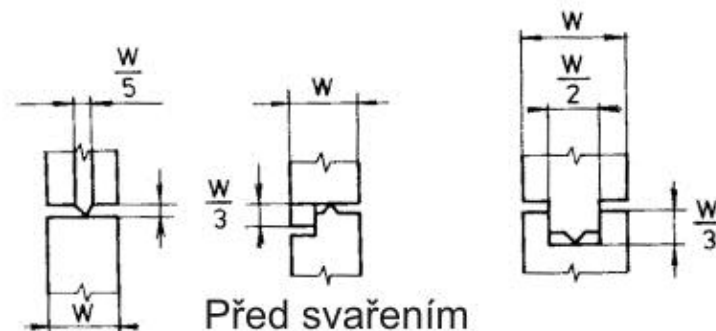


Svařovací parametry

1. **Přítlačná síla působící na spoj.** Zabezpečuje přenos UZ kmitů ze sonotrody na svařované materiály a také třenina rozrušení oxidových vrstviček.
2. **Amplituda kmitů.** Se zvyšováním amplitudy výchylky sonotrody roste pevnost spojů lineárně.
3. **Frekvence kmitů.** Při vyšších frekvencích se zvětšují ztráty energie v přenosových člancích, sonotroda se zahřívá a zmenšuje se amplituda.
4. **Svařovací čas.** Spolurozhoduje o pevnosti svaru. Doporučuje se užívat co nejkratší svařovací časy (jinak dojde k přehřátí a zmenšení pevnosti).

Typy svarových spojů

- Bodové
- Švové
- Kruhové
- tvarové



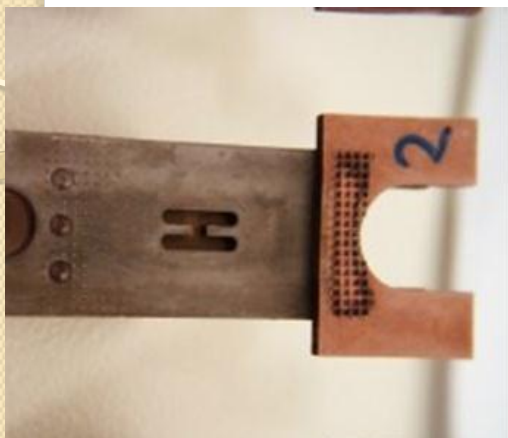
Výhody metody

- Tepelné ovlivnění spoje je nižší než u tavných metod svařování – nenastává změna vlastností materiálu
- Styčné plochy nevyžadují před svařováním nákladnou a zdlouhavou přípravu
- Lze svařovat vytvrditelné slitiny jako je Al, Ti, Mg
- Nízké svařovací časy – řádově jednotky sec.
- Elektrické vlastnosti svařovaných materiálů nejsou důležité, lze svařit i materiály kovové s nekovovými (Al na sklo, keramiku..)
- U plastů není potřebná čistota svarových ploch

Nevýhody metody

- Lze svařit pouze malé díly (na které stačí konstrukce UZ svářečky).
- Pro každý spoj je nutné vyhotovit příslušnou sonotrodu a přípravky.

Příklady výrobků - kovy



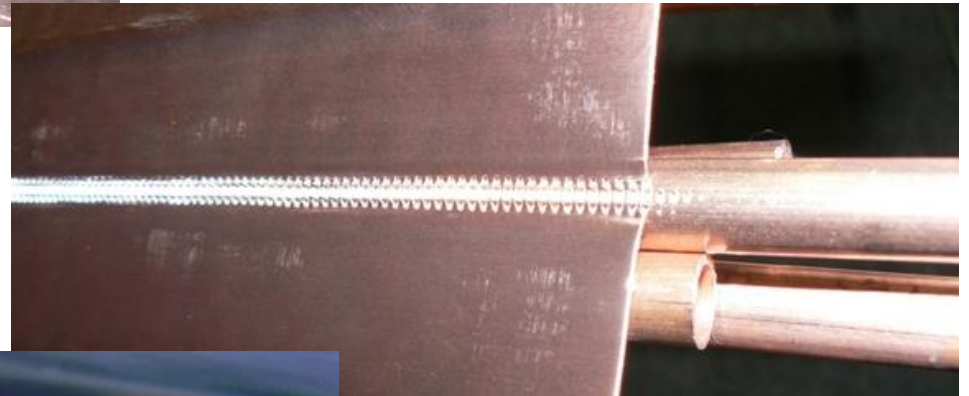
Cu díl na ocelovém pásku

Cu drát na Ms kontaktu



Cu lanko na Cu kontaktu (jistič)

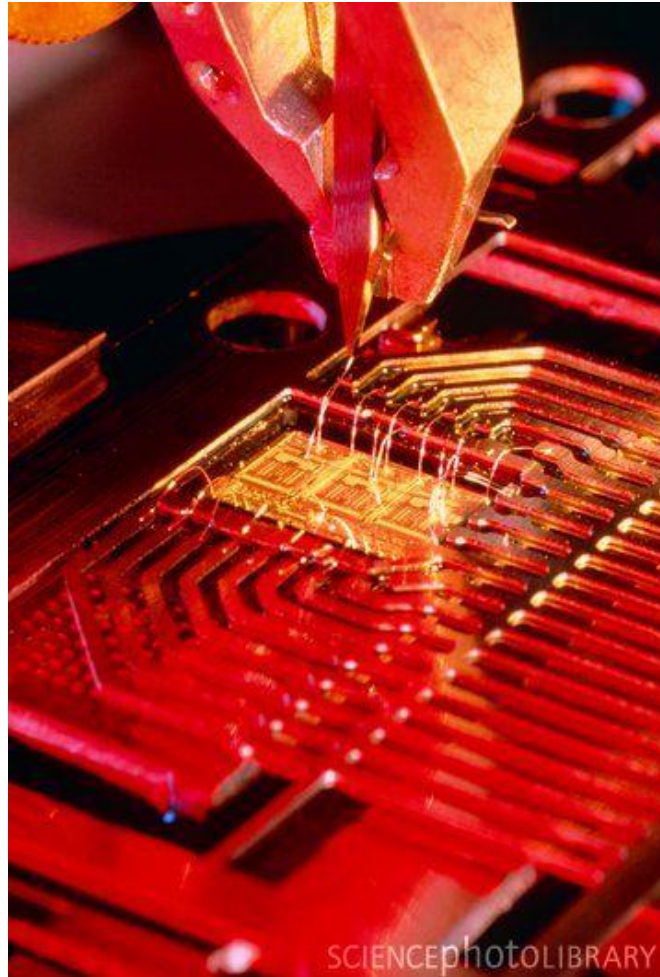
Příklady výrobků - výměník tepla



Příklady výrobků - plasty



Příklady výrobků - mikroelektronika



Svařování kovu s plastem



Svařování plastového dílu



Svařování plastů s využitím robotu



Průběžné svařování plastů

