

12/4.3 ODPOROVÉ SVAŘOVÁNÍ

Spoj vzniká při průchodu elektrického proudu přes stlačené svařované části a využívá známého jevu, že při průchodu elektrického proudu vodičem vzniká teplo. Vlivem elektrického odporu v místě styku se materiál roztaví a vytvoří se metalurgický spoj. Podle konstrukčního uspořádání elektrod a podle tvaru spoje dělíme odporové svařování na:

- bodové odporové svařování,
- švové odporové svařování,
- výstupkové odporové svařování,
- stykové odporové svařování.

T**Tabulka možností využití odporového svařování:**

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Rozsah svařovaných tloušťek | 0,4 až 4 mm |
| Druh svařovaných materiálů | ocel, Al, Ni, Cu a jejich slitiny |
| Polohy svařování | všechny |
| Velikost svařovacího proudu | 10^3 až 10^5 A |
| Druh svařovacího proudu | střídavý |
| Svařovací napětí | 0,5 až 10 V |
| Svařovací čas | 0,04 až 2,0 s. |
| Přítlačná síla | 500 až 10 000 N |

Parametry a režimy odporového svařování

Základní parametry svařování elektrickým odporem jsou:

- svařovací proud I_s ,
- přítlačná síla P_s ,
- svařovací čas t_s .

Určují se pro konkrétní svařované tloušťky a materiály. Nastavení parametrů ovlivňuje i vzájemná rozteč svarů a vzdálenost od okraje plechu.

T**Tabulka doporučených minimálních roztečí svarů a vzdáleností od okraje plechu:**

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tloušťka svařovaného plechu (mm) | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Minimální rozteč (mm) | 11 | 17 | 24 | 30 | 36 | 43 | 48 | 60 |
| Minimální vzdálenost od okraje (mm) | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 |

Stejné množství tepla dodaného do svaru můžeme získat buď vysokým proudem a krátkým časem, nebo nižším proudem a delším časem. Mluvíme potom o *tvrdém režimu* nebo *měkkém režimu*. Volba druhu

režimu svařování je závislá na svařovaném materiálu, převládá tvrdý režim.

Tabulka rozsahů parametrů měkkého a tvrdého režimu odporového svařování:

T

| Druh odporového svařování | Měkký režim odporového svařování | | Tvrdý režim odporového svařování | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | Svařovací tlak (MPa) | Svařovací proud (A/mm ²) | Svařovací tlak (MPa) | Svařovací proud (A/mm ²) |
| bodové | 2 až 6 | 140 až 200 | nad 5 | nad 200 |
| švové | 2,5 až 6 | 160 až 375 | nad 5 | nad 375 |
| výstupkové | 7,5 až 11 | do 120 | nad 11 | max. 500 |
| stykové | 2 až 4 | do 20 | nad 4 | nad 20 |

Tabulka informačních parametrů pro bodové a švové odporové svařování:

T

| Typ materiálu (mm) | Svařovaná tloušťka (mm) | Bodové odporové svařování | | | Švové odporové svařování | | |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| | | Svařovací síla (N) | Svařovací proud (A) | Svařovací čas (period) | Svařovací síla (N) | Svařovací proud (A) | Svařovací čas (period) |
| Nízko-uhlíkatá ocel | 0,5 | 1 250 | 6 200 | 5 | 2 500 | 10 600 | 2 |
| | 1,0 | 2 300 | 9 500 | 8 | 4 000 | 15 000 | 3 |
| | 2,0 | 5 000 | 14 000 | 14 | 6 750 | 19 400 | 5 |
| | 3,0 | 7 650 | 18 200 | 21 | | | |
| Nerezavějící ocel | 0,5 | 1 500 | 3 500 | 3 | 3 300 | 8 250 | 1 |
| | 1,0 | 4 100 | 7 800 | 5 | 5 800 | 12 800 | 3 |
| | 2,0 | 8 600 | 14 000 | 12 | 10 000 | 16 500 | 4 |
| | 3,0 | 14 000 | 17 300 | 16 | | | |
| Lehké kovy | 0,5 | 2 000 | 25 000 | 1 | 2 600 | 23 600 | 1 |
| | 1,0 | 4 000 | 35 000 | 2,5 | 3 800 | 32 000 | 2 |
| | 2,0 | 8 000 | 64 000 | 4 | 4 800 | 42 000 | 3 |
| | 3,0 | 15 000 | 98 000 | 6 | | | |

díl 4, Jednotlivé procesy svařování a tepelného dělení

Svařitelnost materiálů při odporovém svařování

Svařování elektrickým odporem je charakteristické prudkým ohřevem na teplotu tavení. To přináší zejména u materiálů s vyšším obsahem uhlíku nebezpečí zakalení.

T

Tabulka svařitelnosti některých kovů při odporovém svařování:

| Legenda: svařitelnost výborná ☺ svařitelnost dobrá ✨ svařitelnost dostatečná ○ nedoporučuje se svařovat ■ nesvařitelné ↗ | hliník | nerezavějící ocel | mosaz | měď | pozinkovaná ocel | ocel | olovo | Monelův kov | nikl | NiCr | bílý lesklý plech | zinek | fosforový bronz | alpaka |
|---|--------|-------------------|-------|-----|------------------|------|-------|-------------|------|------|-------------------|-------|-----------------|--------|
| hliník | ✨ | ■ | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ | ○ | ↗ |
| nerezavějící ocel | ■ | ☺ | ■ | ■ | ✨ | ☺ | ↗ | ○ | ○ | ○ | ✨ | ↗ | ■ | ■ |
| mosaz | ■ | ■ | ○ | ■ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ | ○ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| měď | ■ | ■ | ■ | ↗ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ○ | ○ |
| pozinkovaná ocel | ○ | ✨ | ■ | ■ | ✨ | ✨ | ■ | ○ | ○ | ○ | ✨ | ○ | ■ | ■ |
| ocel | ■ | ☺ | ■ | ■ | ✨ | ☺ | ↗ | ○ | ○ | ○ | ✨ | ↗ | ○ | ■ |
| olovo | ■ | ↗ | ↗ | ■ | ■ | ↗ | ○ | ■ | ■ | ■ | ↗ | ○ | ■ | ■ |
| monelův kov | ■ | ○ | ○ | ■ | ○ | ○ | ■ | ☺ | ✨ | ✨ | ○ | ↗ | ○ | ✨ |
| nikl | ■ | ○ | ○ | ■ | ○ | ○ | ■ | ✨ | ☺ | ✨ | ○ | ↗ | ○ | ✨ |
| NiCr | ■ | ○ | ○ | ■ | ○ | ○ | ■ | ✨ | ✨ | ☺ | ○ | ↗ | ■ | ✨ |
| bílý lesklý plech | ○ | ✨ | ■ | ■ | ✨ | ✨ | ↗ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ■ | ■ |
| zinek | ○ | ↗ | ■ | ■ | ○ | ↗ | ○ | ↗ | ↗ | ↗ | ○ | ○ | ■ | ↗ |
| fosforový bronz | ○ | ■ | ○ | ○ | ■ | ○ | ■ | ○ | ○ | ■ | ■ | ■ | ✨ | ✨ |
| alpaka | ■ | ■ | ○ | ○ | ■ | ■ | ■ | ✨ | ✨ | ✨ | ■ | ↗ | ✨ | ☺ |

Bodové svařování – automobilový průmysl (výroba karoserií), doprava (při výrobě osobních vagónů), spotřební průmysl (při výrobě chladniček, praček, bruslí apod.), elektrotechnický průmysl, stavebnictví (např. při výrobě lehkých střešních konstrukcí).

Využití odporového svařování v průmyslové praxi

Švové svařování – svařování nádrží, radiátorů, chladičů, při výrobě střech autobusů, stěn vagonů apod.

Výstupkové svařování – svařování výlisků (popelnice, řemenice ze dvou částí, součásti tlumičů apod.), lešení, třmenů telefonních relé atd.

Stykové svařování – v elektrotechnice (svařování měděných vodičů s hliníkovými), ve stavebnictví (výroba výztuží), při výrobě nástrojů apod.

