

10. Laboratorijska vaja: Primerjava plamenskega in plazemskega rezanja

1. NALOGA

Izvedi primerjavo plamenskega in plazemskega rezanja konstrukcijskega jekla S355J2G3. Na osnovi rezultatov ocenjenih neposrednih stroškov rezanja predlagajte in utemeljite izbiro primernejše tehnologije toplotnega rezanja.

2. OPREMA

| | |
|--|--------------------------------------|
| Ročni plamenski rezalnik: Teleoptik | Tehtnica: Mettler Toledo |
| Plazemski rezalnik: Lincoln Invertec PC100 | Štoparica, kljunasto merilo, kotomer |
| Robot: ABB IRB 140 | |

3. POSTOPEK

- Izvedite preizkusno plazemsko in plamensko rezanje in rezultate meritev vpišite v preglednico 1
- Naredite preračun tehnološkega časa in ocene stroškov izdelave izdelka z dolžino reza $L=800$ mm, pri čemer pri izdelavi enega kosa zaslužite $z=0,28$ eur in izdelke izdelujete v dveh izmenah $i=2$.

Preglednica 1 Rezultati meritev

| | Rezanje | Plamensko | Plazemsko |
|---|---------|-----------|-----------|
| Debelina pločevine [mm] | | | |
| Pretok plina zrak - q [l/min] | | / | 25 |
| pretok plina C_2H_2 - q [l/min] | | 7 | / |
| pretok plina O_2 - q [l/min] (1,4 bar) | | 24 | / |
| Masa pločevine pred rezanjem M_{pr} [g] | | | |
| Masa pločevine po rezanju M_{po} [g] | | | |
| Čas rezanja- t_r [s] | | | |
| Dolžina rezanja- L_r [mm] | | | |
| Napetost-U [V] | | / | 180 V |
| Tok - I [A] | | / | |

Podatke o manjkajočih časih dobite v preglednici 2.

Preglednica 2 Manjkajoči podatki

| | Plazemsko rezanje | Plamensko rezanje |
|---|-------------------|-------------------|
| Čas segrevanja in prebijanja- t_s [s] | 2 | 6 |
| Čas premikov* - t_p [s] | 2 | |
| Čas čiščenja žlindre - t_ϵ [s] | 2 | 12 |

* čas potreben za premik rezalnika iz referenčnega položaja do mesta rezanja in nazaj

4. REZULTATI IN DISKUSIJA

Specifično hitrost rezanja (odgrevanja, taljenja in izpihanja) na dolžinsko enoto vara določite po enačbi (4.1).

| | |
|---|--------|
| $m_r = \frac{M_{om}}{L_r} \left[\frac{g}{m} \right]$ | (4.1) |
| $M_{om} = M_{po} - M_{pr} \quad [g]$ | (4.2) |

Tehnološki čas izdelave enega izdelka z dolžino reza-L določite po enačbi (4.3)

| | |
|---|--------|
| $t_t = t_s + \frac{L}{v_r} + t_p + t_{\xi} \quad [s]$ | (4.3) |
| $v_r = \frac{L_r}{t_r} \left[\frac{m}{s} \right]$ | (4.4) |

Porabljeno energijo za rezanje s plamenom izračunajte po enačbi (4.5), pri čemer predpostavite vnos energije $H=57,5 \text{ MJ/m}^3$.

| | |
|--|--------|
| $E_{C_2H_2} = H \cdot q_{C_2H_2} \cdot t_t \quad [kJ]$ | (4.5) |
|--|--------|

Porabljeno energijo za rezanje s plazmo izračunajte po enačbi (4.6).

| | |
|--|--------|
| $E_p = I \cdot U \cdot t_t \quad [kJ]$ | (4.6) |
|--|--------|

Porabo plinov za rezanje določite po enačbah (4.7)-(4.12) pri čemer uporabite gostote plinov iz preglednice 3.

Preglednica 3 Gostote plinov

| | Gostota plina – ρ [kg/m ³] |
|-------------------------------|---|
| C ₂ H ₂ | 1,17 |
| O ₂ | 1,43 |
| zrak | 1,29 |

| | |
|---|--------|
| $Q_{O_2} = q_{O_2} \cdot \left(t_r + \frac{t_p + t_s}{10} \right) \quad [l]$ | (4.7) |
| $M_{O_2} = Q_{O_2} \cdot \rho_{O_2} \quad [g]$ | (4.8) |

| | |
|---|---------|
| $Q_{C_2H_2} = q_{C_2H_2} \cdot (t_p + t_r + t_s) \quad [l]$ | (4.9) |
| $M_{C_2H_2} = Q_{C_2H_2} \cdot \rho_{C_2H_2} \quad [g]$ | (4.10) |

| | |
|---|---------|
| $Q_{zrak} = q_{zrak} \cdot \left(t_r + \frac{t_p + t_s}{10} \right) \quad [l]$ | (4.11) |
| $M_{zrak} = Q_{zrak} \cdot \rho_{zrak} \quad [g]$ | (4.12) |

Specifična poraba plinov na dolžinsko enoto reza določite po enačbah (4.13)-(4.15).

| | |
|--|---------|
| $m_{O_2} = \frac{M_{O_2}}{L_r} \left[\frac{g}{m} \right]$ | (4.13) |
|--|---------|

| | |
|--|---------|
| $m_{C_2H_2} = \frac{M_{C_2H_2}}{L_r} \left[\frac{g}{m} \right]$ | (4.14) |
|--|---------|

| | |
|--|---------|
| $m_{zrak} = \frac{M_{zrak}}{L_r} \left[\frac{g}{m} \right]$ | (4.15) |
|--|---------|

Količino odrezanih kosov z dolžino reza-L v uri (produktivnost) določite po enačbi (4.16)

| | |
|-------------------------------------|---------|
| $n = \frac{1}{t_t} \text{ [kos/h]}$ | (4.16) |
|-------------------------------------|---------|

Ocena stroškov:

Stroški izdelave enega izdelka z dolžino reza dolžine-L [eur/kos] določite po enačbi (4.17) pri tem oceno stroškov določite iz preglednice 4.

| | |
|--------------------------------------|---------|
| $s = \frac{OS}{n} \text{ [eur/kos]}$ | (4.17) |
|--------------------------------------|---------|

Preglednica 4 Ocena stroškov

| | Stroški elektrode in šobe [eur/h] | Energija [eur/h] | Plin [eur/h] | OS skupaj [eur/h] |
|-------------------|-----------------------------------|------------------|--------------|-------------------|
| Plamensko rezanje | 0,06 | 0 | 6,2 | 6,26 |
| Plazemsko rezanje | 16,77 | 4 | 7,9 | 28,67 |

Pri tem so prihodki na uro in na delovni dan (7.5 ur) pri rezanju izdelkov z dolžino reza-L določeni po enačbi (4.18) in (4.19) in ob predpostavki, da pri izdelavi izdelka zaslužimo-z v številu izmen-i.

| | |
|-----------------------------------|---------|
| $P_h = n \cdot z \text{ [eur/h]}$ | (4.18) |
|-----------------------------------|---------|

| | |
|---|---------|
| $P_{dD} = n \cdot z \cdot i \cdot 7,5 \text{ [eur/dD]}$ | (4.19) |
|---|---------|

Čas potreben za povrnitev investicije izračunajte po enačbi (4.20) pri čemer stroške investicije določite iz preglednice 5.

| | |
|---|---------|
| $t_i = \frac{S_i}{P_{dD}} \text{ [dD]}$ | (4.20) |
|---|---------|

Preglednica 5 Stroški investicije v CNC napravo

| | S _i [eur] |
|--------|----------------------|
| Plamen | 50000 |
| Plazma | 100000 |

Rezultate predstavite v preglednici 6.

Preglednica 6 Rezultati meritev

| | Plazemsko rezanje | Plamensko rezanje |
|---|-------------------|-------------------|
| Specifična hitrost rezanja [g/m] | | |
| Tehnološki čas izdelave enega izdelka [s] | | |
| Količino odrezanih kosov v eni uri [kos/h] | | |
| Stroški izdelave enega izdelka [eur/kos] | | |
| Prihodki od izdelave izdelkov na delovni dan [eur/dD] | | |
| Čas potreben za povrnitev investicije [dD] | | |

5. ZAKLJUČEK

6. UPORABLJENI SIMBOLI

| | | |
|----------------|-------------------|---|
| H | kJ/m | Vnos energije |
| $E_{C_{2H_2}}$ | kJ | Poraba energije za plamensko rezanje |
| q_x | l/min | Pretok plina X |
| t_t | s | Tehnološki čas |
| E_p | kJ | Poraba energije za plazemsko rezanje |
| I | A | tok |
| U | V | napetost |
| t_r | s | Čas rezanja |
| t_p | s | Čas premikov |
| t_s | s | Čas segrevanja in prebijanja |
| t_c | s | Čas čiščenja žlindre |
| Q_x | l | Poraba plina X |
| M_x | g | Masa porabljenega plina X |
| ρ_x | kg/m ³ | Gostota plina X |
| m_x | g/m | Poraba plina X na dolžinski meter zvara |
| L_r | m | Dolžina reza |
| m_r | g/m | Specifična hitrost plamenskega in plazemskega rezanja |
| M_{om} | g | Masa odrezanega materiala |
| v_r | m/s | Hitrost rezanja |
| L | mm | Podana dolžina reza na izbranem izdelku |
| n | Kos/h | Št. Odrezanih kosov na uro (produktivnost) |
| OS | Eur/h | Ocena stroškov |
| s | Eur/kos | Stroški izdelave enega izdelka z dolžino reza dolžine-L |
| z | Eur/kos | Zaslужek pri izdelavi enega izdelka |
| P_h | Eur/h | Prihodki na uro |
| P_{dD} | Eur/dD | Prihodki na delovni dan |
| i | / | Št. izmen |
| t_i | dD | Čas potreben za povračilo investicije |
| S_i | eur | Stroški investicije |
| M_{po} | g | Masa pločevine po rezanju |
| M_{pr} | g | Masa pločevine pred rezanjem |