

1.3D obločno navarjanje z žico

Aditivne tehnologije vse bolj nadomeščajo konvencionalne postopke izdelave zaradi fleksibilnosti procesa, vse večkrat tudi zaradi nižjih stroškov izdelave. Za izdelek poznane geometrije ugotovite ali je smiselna izdelava izdelka s postopkom WAAM ali je cenejša izdelava s postopkom odrezavanja.

1.1. Naloga

Za izdelek poznane geometrije iz konstrukcijskega jekla določite stroške izdelave izdelka s tehnologijo WAAM in ustrezno naknadno obdelavo za doseganje geometrijskih toleranc in jo primerjajte s stroški izdelave s konvencionalnim postopkom odrezavanja. Vse potrebne informacije o geometriji izdelka so v prilogi. Opišite celoten postopek od načrtovanja tehnologije izdelave do končnega izdelka.

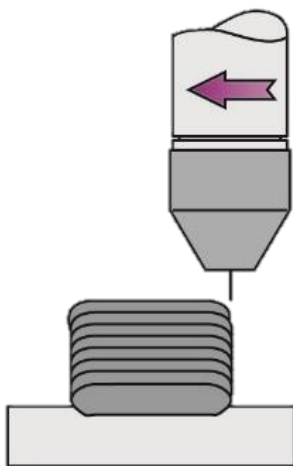
1.2. Oprema

Na vaji smo uporabili naslednjo opremo:

- Varilni aparat: Daihen Varstroj Welbee 500 L
- CNC krmiljena miza: X
- Metlaografska žaga: Struers Discotom-5
- Varilna žica: Elektrode Jesenice VAC 60 (G3Si1)

1.3. Postopek

Opišite postopek priprave CAD datoteke, pripravo programa za izdelavo, proces izdelave in uporabljeno opremo za navarjanje s postopkom WAAM.



Slika 1.1 Navarjanje stene s postopkom WAAM v narisu.

Vrednosti manjkajočih veličin, ki jih potrebujete za preračun so prikazane v preglednici 1.1, veličine, katerih vrednosti morate določiti sami so razvidne iz preglednice 1.2.

Preglednica 1.1 Vrednosti veličin, ki jih potrebujete za izračun

VELIČINA	VREDNOST
Urna postavka navarjanja s tehnologijo WAAM- $C_{h,AM}$ [EUR/h]	45
Stopnja odlaganja materiala- S_{AM} [kg/h]	1
Stopnja odvzemanja materiala-MRR [kg/h]	8
Urna postavka odrezavanja - $C_{h,odr.}$ [EUR/h]	35

Preglednica 1.2 Podatki, ki jih morate za preračun določiti sami

VELIČINA	VREDNOST
Specifična cena žice – c_z [EUR/kg]	
Specifična cena substrata- c_s [EUR/kg]	
Specifična cena surovca- c_{sur} [EUR/kg]	
Gostota materiala - ρ [kg/m ³]	

1.4. Rezultati in diskusija

1.4.1. Stroški izdelave izdelka s tehnologijo WAAM in ustrezno naknadno obdelavo za doseganje geometrijskih toleranc

Izberite velikost substrata v skladu z gabaritnimi dimenzijami izdelka, pri tem upoštevajte tudi ustrezno velik dodatek za vpetje.

Volumen substrata

$V_s = a_{sub} \cdot b_{sub} \cdot c_{sub}$	(1.1)
---	-------

Cena substrata

$C_s = V_s \cdot \rho \cdot c_s$	(1.2)
----------------------------------	-------

Predpostavite, da je proces navarjanja optimiran in koeficient prekinitvev tako znaša $k=1,1$, ter razmerje Buy-to-fly $BTF=1.5$

Cena navarjenega in nato obdelanega izdelka

$C_{AM,dep.} = \rho \cdot (V_f \cdot BTF - V_{om}) \cdot \left(c_z + \frac{k \cdot C_{h,AM}}{S_{AM}} \right)$	(1.3)
--	-------

Cena obdelave navarjenega izdelka

$C_{AM,obd.} = \frac{V_F \cdot (BTF - 1) \cdot \rho}{MRR} \cdot C_{h,odr.}$	(1.4)
---	--------

Skupna cena navarjanja in obdelave izdelka:

$C_{AM} = C_{om} + C_{AM,dep.} + C_{AM,obd.}$	(1.5)
---	--------

1.4.2. Stroški izdelave izdelka z odrezavanjem

Pri izbiri dimenzij surovca (a_{sur} , b_{sur} , c_{sur}) v skladu z zunanjimi dimenzijami izdelka upoštevajte dodatek potreben za obdelavo in vpetje.

Volumen surovca

$V_{sur} = a_{sur} \cdot b_{sur} \cdot c_{sur}$	(1.6)
---	--------

Cena surovca

$C_{sur} = V_{sur} \cdot \rho \cdot c_{sur.}$	(1.7)
---	--------

Cena obdelave

$C_{obd.} = \frac{(V_{sur} - V_F) \cdot \rho}{MRR} \cdot C_{h,odr.}$	(1.8)
--	--------

Skupna cena izdelave izdelka izdelanega z navarjanjem

$C_{odr} = C_{sur} + C_{obd.}$	(1.9)
--------------------------------	--------

1.5. Zaključki

Komentirajte ceno izdelave izdelka predpisane geometrije z različnima postopkoma. Utemeljite v kakšnem primeru bi se odločili za klasičen postopek izdelave in kdaj za postopek dodajalnih tehnologij. Kaj bi se zgodilo s stroški izdelave, če bi zamenjali material za aluminijevo ali titanovo zlitino.

OZNAKA VELIČINE	OPIS VELIČINE	ENOTA
$C_{sur.}$	Cena surovca	EUR
$c_{sur.}$	Specifična cena surovca	EUR/kg
$V_{sur.}$	Volumen surovca	m^3
$C_{obd.}$	Cena obdelave z odrezavanjem	EUR
$C_{h,odr.}$	Uma postavka odrezavanja	EUR/h
$C_{odr.}$	Skupna cena izdelka izdelanega z odrezavanjem	EUR
$a_{sur.}$	Dolžina surovca	m
$b_{sur.}$	Širina surovca	m
$c_{sur.}$	Debelina surovca	m
A_{AM}	Velikost prečnega prereza navarjenega izdelka	m^3
A_F	Velikost prečnega prereza volumna izdelka	m^3
$a_{sub.}$	Dolžina plošče substrata	m
$b_{sub.}$	Širina plošče substrata	m
$c_{sub.}$	Debelina plošče substrata	m
C_s	Cena substrata	EUR
c_s	Specifična cena substrata	EUR/kg
C_z	Specifična cena žice	EUR/kg
V_s	Volumen substrata	m^3
ρ	Gostota osnovnega materiala	kg/m^3
V_{AM}	Volumen navarjenega izdelka	m^3
V_F	Končni volumen izdelka	m^3
$C_{AM, dep.}$	Cena navarjanja izdelka	EUR
$C_{AM, obd.}$	Cena obdelave navarjenega izdelka	EUR
$C_{h,AM}$	Uma postavka navarjanja s tehnologijo WAAM	EUR/h
C_{AM}	Skupna cena izdelave izdelka s tehnologijo WAAM in obdelave	EUR
MRR	Stopnja odvzemanja materiala	kg/h
BTF	Buy-to-fly razmerje	/
k	Koeficient prekinitev procesa	/
S_{AM}	Stopnja odlaganja materiala	kg/h